

Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Katedra Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej

Klinika Chorób Kręgosłupa i Ortopedii Dziecięcej



Agnieszka Prusińska

***Postępowanie rehabilitacyjne po rekonstrukcji chrząstki stawowej
metodą AMIC (Autologus Matrix-Induced Chondrogenesis)***

Rozprawa na stopień naukowy doktora nauk medycznych

Promotor

dr hab. n. med. Tomasz Piontek

Poznań 2021

Składam serdeczne podziękowania mojemu promotorowi dr hab. n. med. Tomaszowi Piontkowi, bez pomocy którego ta praca by nie powstała. A przede wszystkim za to, że nigdy we mnie nie zwątpił.

Pragnę również podziękować mojej Rodzinie i Przyjaciółom za nieocenione wsparcie i wiarę w moje możliwości.

Spis Treści:

Wykaz stosowanych skrótów	5
1. Wprowadzenie.....	6
1.1. Chrzątka stawowa.....	8
1.1.1. Budowa chrząstki stawowej.....	8
1.1.2. Biomechanika chrząstki stawowej	9
1.1.3. Patomechanizm uszkodzenia chrząstki stawowej.....	10
1.1.4. Klasyfikacja uszkodzeń chrząstki stawowej	10
1.1.5. Badania obrazowe	11
1.1.6. Leczenie	12
1.1.6.1. Leczenie nieoperacyjne	13
1.1.6.2. Leczenie operacyjne	15
1.1.7. Rehabilitacja pooperacyjna.....	18
1.2. Biomechanika stawu kolanowego.....	21
1.3. Funkcja stawu kolanowego.....	22
1.3.1. Propriocepcja w funkcji stawu kolanowego	23
1.3.1.1. Propriocepcja według teorii Rivy	23
1.3.2. Siła mięśniowa w funkcji stawu kolanowego	25
1.3.3. Subiektywne skale oceny stawu kolanowego	28
2. Założenia i cele pracy doktorskiej	30
2.1. Założenia.....	30
2.2. Cel główny pracy	30
2.3. Cele szczegółowe.....	30
3. Materiał badań	31
3.1. Charakterystyka grupy badanej.....	31
3.2. Charakterystyka grupy kontrolnej.....	32
3.3. Technika operacyjna rekonstrukcji chrząstki metodą AMIC	33
3.4. Program rehabilitacji pacjentów po rekonstrukcji chrząstki stawu kolanowego metodą AMIC..	35
3.4.1. Protokół rehabilitacyjny.....	41
4. Metodyka badań.....	46
4.1. Harmonogram badań.....	46
4.2. Ocena sposobu kontroli postawy ciała	46
4.3. Ocena izokinetyczna	49
4.4. Ocena subiektywna stawu kolanowego	53

4.5. Metodyka oceny wyników	54
4.5.1. Metodyka oceny badania sposobu kontroli postawy ciała.....	54
4.5.2. Metodyka oceny badania izokinetycznego	54
4.5.3. Metodyka subiektywnej oceny stawu kolanowego.....	55
4.5.3.1. Formularz subiektywnej oceny kolana IKDC 2000	55
4.5.3.2. 100 punktowa skala oceny stawu kolanowego wg Lysholma	56
4.5.4. Metody statystyczne użyte w pracy	56
5. Wyniki	58
5.1. Wyniki przeprowadzonych testów 12 miesięcy po zabiegu (pierwszy termin).....	58
5.2. Wyniki przeprowadzonych testów 24 miesiące po zabiegu (2 termin).	59
5.3. Porównanie wyników uzyskanych w pierwszym terminie badania (12 miesięcy) i drugim terminie (24 miesiące) po zabiegu.....	60
5.3.3. Różnica pomiędzy kończynami (operowaną i nieoperowaną).	66
5.4. Porównanie wyników grupy badanej z grupa kontrolną	67
5.5. Analiza wyników subiektywnych ocen stawu kolanowego.....	72
6. Dyskusja.....	76
6.1. Ograniczenia	86
7. Wnioski	87
8. Streszczenie	88
9. Summary.....	91
10. Piśmiennictwo.....	93
11. Spis rycin:	101
12. Spis tabel:.....	102
13. Załączniki.....	103
Załącznik 1 - Formularz świadomej zgody.....	103
Załącznik 2 - Program rehabilitacji po rekonstrukcji chrząstki stawu kolanowego metodą AMIC.....	105
Załącznik 3 - Formularz subiektywnej oceny kolana 2000 IKDC	107
Załącznik 4 - Skala oceny dolegliwości stawu kolanowego wg Lysholma	109
Załącznik 5 - Zgoda Komisji Bioetycznej	111

Wykaz stosowanych skrótów

AAOS - (*ang. American Academy of Orthopaedic Surgeons*)

ACI - autologiczny przeszczep chondrocytów (*ang. autologous chondrocyte implantation*)

AMIC - mikrozłamania pokryte dwuwarstwową membraną kolagenową (*ang. Autologous Matrix Induce Chondrogenesis*)

BMAC – komórki multipotencjalne okryte dwuwarstwową membraną kolagenową (*ang. bone marrow aspirate concentrate*)

BMI – wskaźnik masy ciała (*ang. body mass index*)

BW – masa ciała (*ang. body weight*)

CPM – szyna ciągłego biernego ruchu (*ang. continuous passive motion*)

DEB - platforma równowagi (*ang. Delos Equilibrium Board*)

DPA - asystent postawy (*ang. Delos Postural Assistant*)

DRT – dynamiczny test Rivy (*ang. Dynamic Riva Test*)

DVC - kontroler pionu (*ang. Delos Vertical Controller*)

EXT – wyprost (*ang. extension*)

FLX – zgięcie (*ang. flexion*)

GF – czynnik wzrostu (*ang. growthfactors*)

ICRS - Towarzystwo Leczenia Chrząstki i Prewencji Zmian Zwyródnieniowych (*ang. International Cartilage Repair Society*)

IKDC - (*ang. International Knee Documentation Committee*)

KOOS - (*ang. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score*)

MF - mikrozłamania (*ang. microfracture*)

MSC – komórki multipotencjalne (*ang. mesenchymal stem cells*)

NLPZ - niesteroidowe leki przeciwzapalne

OAT – mozaikoplastyka (*ang. osteochondral autograft*)

OCA - allogeniczny przeszczep chrząstko-kostny (*ang. osteochondral allograft*)

PP - wskaźnik sposobu utrzymania pionowej postawy (*ang. Postural Priority*)

PRP – osocze bogate w płytki krwi (*ang. platelet rich plasma*)

PS - średnia wychyleń tułowia w stosunku do pionowej osi ciała (*ang. Postural Strategy*)

PSA - Analizator Systemu Postawy (*ang. Postural System Analyzer*)

ROM – zakres ruchu (*ang. range of motion*)

SANE – (*ang. Single Assessment Numeric Evaluation*)

SMS – stymulacja komórek szpiku kostnego warstwy podchrzestnej (*ang. subchondral marrow stimulation*)

SRT – statyczny test Rivy (*ang. Static Riva Test*)

VAS - wizualna skala analogowa (*ang. Visual Analogue Scale*)

WHO – Światowa Organizacja Zdrowia (*ang. World Health Organization*)

1. Wprowadzenie

Zwiększenie intensywności stylu życia oraz rozwój aktywności fizycznej u znacznej liczby osób w różnym wieku sprawia, że układ narządu ruchu poddawany jest coraz większym obciążeniom, co rzutuje bezpośrednio na wzrost ilości kontuzji.

Urazy związane z uszkodzeniem chrząstki stawowej wywołują poważne konsekwencje i mogą w sposób znaczący przyczynić się do pogorszenia jakości życia, a w najgorszych przypadkach prowadzić do daleko idących powikłań.

Wielu autorów już od lat publikuje doniesienia związane z patologią chrząstki stawowej wskazując, iż jej przedwczesne zużywanie stanowi narastający problem społeczny i dotyczy milionów ludzi na świecie.

W tym miejscu warto wskazać, że według Sellardsa patologia chrząstki, jej szybsze zużycie i uszkodzenie dotyczy 10 – 12 % młodzieży, zaś odnośnie chorych w wieku powyżej 55 lat występuje aż w 80% [1]. Przez lata ortopedzi, za pomocą metody artroskopowej, prowadzili obserwacje schorzeń i uszkodzeń chrząstki stawowej, dotychczas pomijanych lub nierozpoznawalnych w czasie leczenia innych obrażeń. Co warto podkreślić, podczas artroskopii wykonywanej na skutek urazu stawu kolanowego można stwierdzić uszkodzenia chrząstki stawowej u około 80% chorych. Dla przykładu przedstawić można wyniki obserwacji, podczas których autorzy zaobserwowali następującą ilość uszkodzeń chrząstki: Aroen (2004) - 65,5%, Curl (1997) – 63%, Hjelle (2002) – 61%, La Prade (2002) – 63%, Trzaska (1999) – 50-76%, Widuchowski J. (2002) – 65,5%, Widuchowski W. (2005) – 57,3%. Znaczna większość specjalistów w swoich materiałach klinicznych wyróżnia dwie grupy patologii chrząstki stawowej: uszkodzenia urazowe oraz schorzenia (choroby chrząstki). Schorzenia chrząstki mają najczęściej charakter rozlanych i uogólnionych uszkodzeń stanowiących element choroby zwyrodnieniowej stawu kolanowego, natomiast uszkodzenia urazowe charakteryzują się uszkodzeniami ograniczonymi i ogniskowymi [2-8]. W materiale Hjelle uszkodzenia urazowe stanowiły 61% wszystkich stwierdzonych patologii chrząstki. Według Wildera 7,5 raza częściej dochodzi do urazowych uszkodzeń chrząstki, niż do zwyrodnieniowych, zaś Gersoff sygnalizuje, że aż 80% uszkodzeń chrząstki stawowej spowodowane jest urazem mechanicznym [4,9,10].

W Polsce problem uszkodzenia chrząstki stawowej stawu kolanowego dotyczy około 25% populacji i ujawnia się między 45 a 59 rokiem życia. Przyczyny takiego stanu rzeczy upatrywać należy głównie w konsekwencjach związanych z uszkodzeniami więzadeł, mięśni, łąkotek, które w rezultacie doprowadzają do niestabilności stawu kolanowego, skutkiem czego jest uszkodzenie powierzchni stawowej. Nieprawidłowa oś stawu, powtarzające się jego urazy,

otyłość, reumatyzm, a także mało aktywny tryb życia, to także czynniki powodujące uszkodzenie chrząstki stawowej stawu kolanowego, z wyżej wymienionych powodów [11].

Mając na uwadze powyższe, rozpoczęto działania w celu stworzenia technik operacyjnych odtwarzających chrząstkę stawową w miejscach jej uszkodzenia [12]. W warunkach doświadczalnych badacze potwierdzili możliwość wykonania rekonstrukcji chrząstki stawowej przy użyciu autogennych przeszczepów okostnej, ochrzęstnej i chondrocytów. Na podstawie przeprowadzonych obserwacji i badań potwierdzono możliwość zastosowania wyżej wymienionych technik w warunkach klinicznych [13,14].

Odpowiednia technika zabiegu w połączeniu z kompleksową rehabilitacją dają duże prawdopodobieństwo powrotu chorego do zdrowia. Dodatkowo przeprowadzona biomechaniczna ocena funkcjonalna pozwala na rzetelną ocenę stanu zdrowia pacjenta, jak również umożliwia podjęcie świadomej - bezpiecznej decyzji o rozpoczęciu aktywności fizycznej czy zakończeniu leczenia.

W przedmiotowej pracy autorka przedstawi program rehabilitacyjny stworzony dla chorych operowanych z powodu uszkodzenia chrząstki stawu kolanowego techniką AMIC (*Autologus Matrix Induce Chondrogenesis*). W czasie rehabilitacji pacjenci zostali poddani obiektywnej ocenie funkcjonalnej, której elementem są przedmiotem niniejszej pracy. Autorka chce przedstawić możliwość przeprowadzenia subiektywnej oceny pacjenta po zabiegu, która pozwoli na bezpieczne podjęcie wzmożonej aktywności fizycznej oraz powrót do pełnej sprawności po leczeniu operacyjnym.

W tym miejscu, warto zaznaczyć, że AMIC® jest biologiczną metodą rekonstrukcji chrząstki stawowej, stymulującą naturalny potencjał organizmu do odbudowy ogniskowych uszkodzeń chrzęstnych i kostno-chrzęstnych o powierzchni przekraczającej 1-2 cm². Technika ta obejmuje stosowanie macierzy kolagenu (świńskiego kolagenu typu I/III) i kleju fibrynowego. Jest to w pełni artroskopowa metoda rekonstrukcji rozległych ubytków chrzęstnych w stawie kolanowym, która może być stosowana w leczeniu wszystkich lokalizacji zmian chrząstki [15].

Z uwagi na to, że uszkodzenia chrząstki stawu kolanowego mogą być przyczyną poważnego upośledzenia ruchowego, niezmiernie ważne jest prawidłowe poznanie jej budowy, rozpoznania patologii jak i sposobów leczenia. W ostatnich latach mamy do czynienia ze znaczącym rozwojem diagnostyki obrazowej, co umożliwia wcześniejsze zdiagnozowanie tego problemu. Na prawidłowe rozpoznanie ma wpływ dobrze zebrany wywiad oraz dokładne badanie przedmiotowe. Nadal prowadzone są badania, których celem jest odnalezienie najskutecz-

niejszego sposobu leczenia dolegliwości bólowych stawu kolanowego wynikające z uszkodzenia chrząstki stawowej [5].

1.1. Chrząstka stawowa

Powierzchnie stawowe kości tworzących staw pokryte są chrząstką stawową, która jest odmianą chrząstki szklistej. Grubość prawidłowej chrząstki stawowej to 1-7 mm, w zależności od miejsca w jakim się znajduje. Chrząstka ta umożliwia ruchy w stawie, jak również minimalizuje tarcie. Istnieje określenie „trybologia stawu” co oznacza rozłożenie obciążeń osiowych na całą powierzchnię stawową. Podstawą jakości chrząstki jest zachowanie prawidłowych warunków trybologicznych. Na skutek urazów lub przeciążeń dochodzi do zniszczenia chrząstki. Warto zaznaczyć, że 12 % zmian zwyrodnieniowych stawu kolanowego najczęściej jest wynikiem poprzednich urazów, dlatego też jako istotne uznać należy leczenie uszkodzonej chrząstki u ludzi młodych, gdyż pozwala to na opóźnienie rozwoju zmian zwyrodnieniowych w późniejszym wieku [16].

1.1.1. Budowa chrząstki stawowej

Chrząstka stawowa nie posiada naczyń krwionośnych i limfatycznych, odżywiana jest przez błonę maziową wytwarzającą płyn stawowy. Błona maziowa wyściela jamę stawową oraz stanowi wewnętrzną warstwę torebki stawowej. Substancje odżywcze przenikają do chrząstki w czasie ruchu. Kwas hialuronowy jest głównym składnikiem prawidłowego płynu stawowego.

Chrząstka stawowa zbudowana jest z komórek zwanych chondrocytami, włókien kolagenowych oraz substancji podstawowej. Chondrocyty stanowią 1% objętości chrząstki i odpowiadają za biosyntezę macierzy zewnątrzkomórkowej (kolagenu i proteoglikanów) oraz homeostazę całej tkanki chrzęstnej. W 60% - 80% masa chrząstki stawowej składa się z wody, zaś pozostałą część stanowi sucha masa, której skład budują chondrocyty, kolagen (60%) i proteoglikany (30%). Kształt chrząstki oraz jej odporność na rozciąganie zależne są od kolagenu, głównie typu II, który tworzy sieć włókienek. Włókna kolagenowe oraz chondrocyty znajdują się w substancji podstawowej, której głównym składnikiem biochemicznym są proteoglikany. Proteoglikany są białkami z dołączonymi do swej struktury glikozaminoglikanami (kwas hialuronowy, siarczany chondroityny i siarczany keratanu). Siarczany osmotycznie wiążą wodę, co przekłada się na dużą elastyczność chrząstki szklistej. Proteoglikany mają także wpływ na twardość i sprężystość chrząstki. Podczas wywierania nacisku na chrząstkę dochodzi do wycisnięcia z niej wody, która po zwolnieniu obciążenia zostaje związana z łańcuchami proteoglikanów. Zjawisko odporności biomechanicznej na obciążanie chrząstki stawowej zależy od jakości proteoglikanów i sposobu migrowania cząstek wody.

Chrzątka stawowa ma budowę warstwową. Wyróżniamy cztery warstwy chrząstki:

- powierzchnią – pozbawioną komórek, bogatą w kwas hialuronowy;
- pośrednią – w której dominuje skośne ułożenie włókien kolagenowych;
- głęboką – w której dominuje promieniste ułożenie włókien kolagenowych;
- kostniejącą – w której dominuje prostopadłe ułożenie włókien kolagenowych.

Warto wskazać, że 10% grubości chrząstki stanowi warstwa powierzchnia, która spełnia funkcję błony ochronnej dla leżących poniżej struktur [16].

1.1.2. Biomechanika chrząstki stawowej

Zwyczajowo powierzchnia chrząstki opisywana jest jako gładka, jednak w rzeczywistości posiada skomplikowaną strukturę. Na podstawie kształtów powierzchni stawowych wyróżniamy stawy: kuliste, eliptyczne, siodełkowate, zawiasowe, obrotowe, śrubowe i płaskie. Podkreślenia wymaga, że chrząstka ma bardzo niski współczynnik tarcia: 0,01-0,02, który zmniejsza się wraz ze wzrostem obciążenia. Analiza ostatnich danych wskazuje, iż charakter napięć w chrząstce bez jej obciążania nie jest jednakowy. Głębsza warstwa ulega ścisnieniu, podczas gdy warstwy powierzchniowe ulegają rozciąganiu. Powyższe tłumaczy większą sztywność warstw powierzchniowych, co może mieć istotny wpływ na metaboliczną aktywność chondrocytów w głębszych warstwach chrząstki stawowej [17,18].

Zwapniała chrząstka i warstwa podchrzęstna kości tworzą płytkę podchrzęstną. Badania dotyczące płytki podchrzęstnej rzepek wykazały, że jest ona gruba w obrębie bocznej części powierzchni stawowej i wynosi do 2 mm [19]. Dodatkowo jest to obszar, w którym następuje także największe odkształcenie chrząstki stawowej rzepek przy statycznym obciążaniu [20].

Mikrouszkodzenia chrząstki jak i jej warstw podchrzęstnych mogą powstawać na skutek obciążenia stawu, czyli działania dużej siły w krótkim czasie. Ma to miejsce przy długim obciążeniu statycznym i stanowi jeden ze znanych mechanizmów powstawania procesu zwyrodnieniowego stawów [21].

Ważnym elementem oceny chrząstki stawowej jest jej grubość i objętość. Chrzątka stawowa bardzo szybko reaguje na zwiększone obciążanie poprzez zmniejszenie swojej objętości. Przeprowadzone na grupie ochotników badania dowodzą, że po wykonaniu przez każdego z nich 50 przysiadów, objętość chrząstki rzepek po 3 - 7 minutach była o 6 % mniejsza, zaś po 8-12 minutach o około 5% mniejsza w porównaniu z jej grubością w stanie spoczynku [22]. Chrzątka stawowa jest zatem metabolicznie aktywną tkanką, reagującą na bodźce mechaniczne. W badaniach przeprowadzonych w rezonansie magnetycznym na preparatach ana-

tomicznych wykazano, że zmiana grubości chrząstki w stawie rzepekowo-udowym w większym stopniu dotyczy rzepki i może osiągać do 60% po dwóch godzinach od przyłożenia obciążenia. Grubość chrząstki kości udowej ulega odkształceniu do 30% już po 10 minutach po przyłożeniu obciążenia. Określenie objętości chrząstki za pomocą rezonansu magnetycznego umożliwia monitorowanie przebiegu procesów patologicznych wpływających na zniszczenie chrząstki stawowej. Objętość chrząstki stawu kolanowego waha się od 16341 mm³ do 33988 mm³ [17].

1.1.3. Patomechanizm uszkodzenia chrząstki stawowej

Uraz mechaniczny działający na staw, w zależności od działającej energii, powoduje trzy typy uszkodzeń powierzchni stawowej:

1. uszkodzenie komórek i/lub macierzy chrzęstnej bez widocznych makroskopowo zmian;
2. uszkodzenie komórek i/lub macierzy chrzęstnej z makroskopowo widocznymi uszkodzeniami powierzchni stawowej;
3. przemieszczone złamania tkanki chrzęstnej i kostnej.

Pierwsze dwa typy uszkodzeń chrząstki są typowymi dla takich urazów jak skręcenie, stłuczenie czy uraz więzadłowy stawu, zaś uraz wysokoenergetyczny doprowadza do uszkodzeń chrząstki stawowej typu trzeciego. Działanie tępego urazu mechanicznego na staw wywołujące destrukcję chrząstki jest wielokierunkowe i doprowadza do przewagi procesów katabolicznych nad anabolicznymi [23].

1.1.4. Klasyfikacja uszkodzeń chrząstki stawowej

Na uszkodzenia chrząstki stawowej może mieć wpływ wiele czynników, chociażby urazy, mikrourazy, zaburzenia osi biomechanicznej kończyny, otyłość, a w przypadku stawu kolanowego uszkodzenia łąkotek i więzadeł oraz nawracające zwichnięcie rzepki. Powodują one zmiany w strukturze chrząstki, utratę jej zwartości oraz sprężystości, a w konsekwencji doprowadzają do jej uszkodzeń, takich jak przerwanie ciągłości, rozmiękanie, rozwłóknienie i zanik do odsłonięcia warstwy podchrzęstnej kości.

W 1961 r. stopnie uszkodzenia chrząstki widoczne w obrazie artroskopowym na powierzchni rzepki zostały opisane przez Outerbridge'a. Obecnie jego skala, która nazwę zawdzięcza nazwisku jej autora, jest stosowana do oceny zmian w całym stawie kolanowym, ale też w odniesieniu do innych stawów [24]. W sposób odmienny do powyższego tematu podeszło Towarzystwo Leczenia Chrząstki i Prewencji Zmian Zwyródnienieowych ICRS (*International Cartilage Repair Society*), która zaprezentowała nowszą klasyfikację uszkodzeń chrząstki sta-

wowej. Dokładna klasyfikacja została przedstawiona w tabeli 1.

Tabela 1. Klasyfikacja uszkodzeń chrząstki wg skali A- Outerbridge’a, B- ICRS [16]

A – skala Outerbridge’a
I° – chrząstka ma prawidłową powierzchnię, ale jest miękka;
II° – uszkodzenie dotyczy warstwy powierzchniowej, chrząstka traci swoją gładkość i wygląda jak zamsz;
III° – pęknięcia sięgają warstwy głębokiej, ale nie dochodzą do kości;
IV° – istnieją obszary kości niepokrytej chrząstką.
B – skala ICRS
I – uszkodzenie warstwy powierzchniowej;
II – uszkodzenie do warstwy pośredniej;
III – uszkodzenie sięgające do płytki granicznej;
IV – uszkodzenie obejmujące kość podchrzęstną.

1.1.5. Badania obrazowe

W celu postawienia prawidłowego rozpoznania, podstawowym elementem obok wywiadu i badania przedmiotowego wykonanego przez lekarza jest badanie obrazowe.

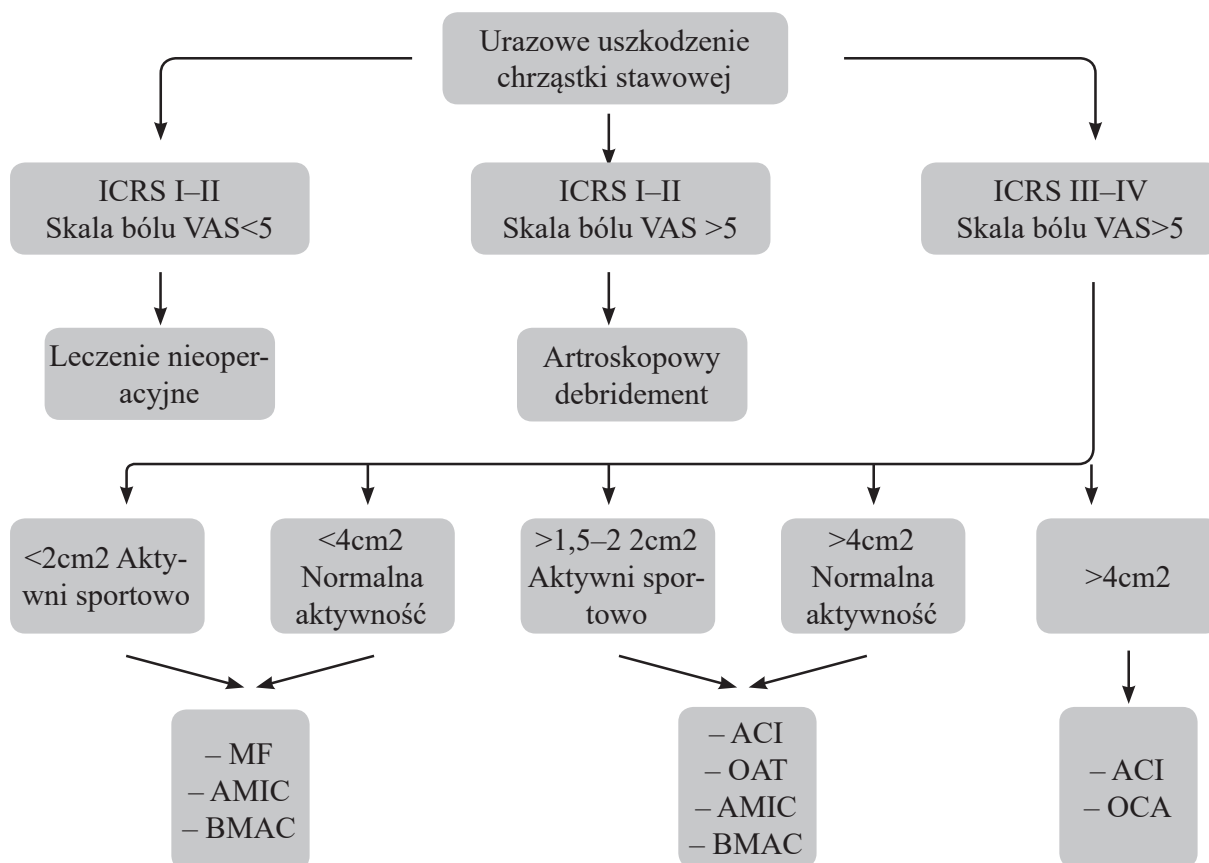
- a) Badanie radiologiczne – pozwala ocenić stan stawu, jego uszkodzenia kostne i chrzęstno-kostne. Złamanie chrzęstno-kostne jest dobrze widoczne na konwencjonalnym zdjęciu rentgenowskim, zwłaszcza jeżeli fragment uległ przemieszczeniu. Taki fragment w obrazie stawu może być czasami trudny do odróżnienia od kostno-chrząstecznej martwicy oddzielającej. Jednak wynikający z wywiadu klinicznego fakt zaistnienia ostrego urazu, silny ból, miejscowa tkliwość i krwiak w stawie, zawsze pomagają w rozróżnieniu między tymi podobnymi zmianami patologicznymi. Warto zaznaczyć, że kostno-chrząsteczna martwica oddzielająca to choroba spotykana względnie często, przeważnie u osób dorastających i u młodych dorosłych – częściej u mężczyzn niż u kobiet. Polega ona na wydzielaniu fragmentu chrzęstno-kostnego z powierzchni stawowej, zaś zmiany najczęściej umiejscawiają się w stawie kolanowym. Do przyczyn jałowej martwicy chrzęstno-kostnej zalicza się najczęściej uraz, niedokrwienie, zaburzenia kostnienia oraz czynniki genetyczne [16]. Na podstawie obserwacji chorych z jałową martwicą kostno-chrząsteczną stawu kolanowego stwierdzić można, że jest to lokalna idiopatyczna zmiana warstwy podchrząstecznej kości z ryzykiem uwolnienia i rozerwania przylegającej chrząstki stawowej. Wczesne objawy biomechanicznego uszkodzenia w stawie rzepkowo-udowym są częste i nierzadko wynikają z przeciążeń spowodowanych zaburzeniami ustawienia rzepki, zaburzeniami jej rozwoju i toru ślizgowego. Zawartość tego stawu ocenia się na radiogramach wykonanych w projekcji osiowej, w zgięciu kolana między 30 a 60°.

Szerokość szpary stawu udowo-piszczelowego warunkowana jest grubością chrząstki. Jej ubytek oraz ścieńczenie będą widoczne na zdjęciu rentgenowskim jako zwężenie szpary stawowej. Radiogramy należy wykonywać w obciążeniu (na stojąco) i zgięciu stawu kolanowego do 45° w projekcji tylnoprzodniej (p-a), ponieważ w pozycji leżącej niemożliwe jest zaobserwowanie biomechaniki stawu i jego chrząstki [25-27].

- b) Rezonans magnetyczny – uznawany jest za najczulszą z nieinwazyjnych metod diagnostycznych. Ocenia uszkodzenia chrząstki stawowej pośrednio na podstawie obrazu stłuczenia i obrzęku warstwy podchrzęstnej. Stłuczenia stawu kolanowego stanowią mikrozłamania powstałe wskutek urazów. Łatwo można rozpoznać je na obrazach T2 – zależnych jako obszary niejednolitego wysokiego sygnału w okolicy podstawowej. Co istotne, stłuczenia mechaniczne kostno-chrząstne występują u ponad 80% chorych z całkowitym uszkodzeniem więzadła krzyżowego przedniego. Mogą one rozwinąć się w aseptyczną oddzielającą martwicę kostno-chrząstną, jeżeli nie zostaną poddane leczeniu, polegającym przede wszystkim na odciążeniu mechanicznym [28,29].
- c) Ultrasonografia – metoda ta stanowi bardzo istotny element diagnostyki, bowiem jeżeli uszkodzona część stawu jest dostępna dla badania USG, to można stwierdzić złamania chrząstno-kostne w postaci nieregularności w zarysie chrząstki lub utworzenie zagłębienia w obrębie chrząstki i warstwie podrzchrzęstnej kości. Po złamaniach obejmujących powierzchnie stawowe w jamie stawowej pojawiają się wolne ciała – są to elementy chrząstne, kostne lub chrząstno-kostne. Jest to badanie wykorzystywane w ocenie zmian urazowych narządu ruchu. Często istotnym potwierdzeniem wyniku badania USG jest wykonanie rezonansu magnetycznego [16].

1.1.6. Leczenie

Leczenie przy uszkodzeniach chrząstki zależy od wielkości, głębokości i umiejscowienia ubytku (powierzchnia obciążana lub nieobciążana), towarzyszących uszkodzeń stawu wieku, trybu życia, aktywności fizycznej oraz oczekiwań chorego. W przypadku występowania przewlekłej niestabilności stawu rzepkowo-udowego i niestabilności kolana w uszkodzeniach więzadłowych wskazane jest leczenie operacyjne tych dysfunkcji. Obecnie mamy wiele sposobów naprawy chrząstki, ale odtworzenie chrząstki szklistej tj. pierwotnej jej postaci, we wszelkiego typu zabiegach interwencyjnych jest praktycznie nieosiągalne. Zazwyczaj udaje się uzyskać pokrycie uszkodzenia blizną z chrząstki włóknistej, która ma gorsze właściwości biomechaniczne [16]. Proponowaną strategię leczenia w przypadku uszkodzeń chrząstki przedstawia poniższa rycina 1 [16].



Rycina 1. Algorytm leczenia uszkodzeń chrząstki stawowej oparty na klasyfikacji ICRS i skali bólu VAS: MF- mikrozłamania, AMIC – mikrozłamania pokryte dwuwarstwową membraną kolagenową, BMAC – komórki multipotencjalne okryte dwuwarstwową membraną kolagenową, ACI – autologiczne przeszczepy chondrocytów, OAT – mozaikolastyka, OCA – allogeniczne przeszczepy chrzęstno-kostne [16].

Wybierając metodę leczenia uszkodzenia chrząstki stawowej, należy także uwzględnić takie czynniki jak: wiek i płeć chorego, wskaźnik masy ciała (BMI), aktywność fizyczna, czas trwania dolegliwości, wcześniejsze operacje czy zażywane używki np. palenie papierosów – bowiem powyższe ma istotny wpływ na uzyskiwane wyniki leczenia. Chorzy o wysokim BMI w wieku > 40 lat, płci żeńskiej, a także palący predysponują do gorszych wyników leczenia. [30,31].

1.1.6.1. Leczenie nieoperacyjne

Leczenie nieoperacyjne stosowane jest w uszkodzeniach I i II stopnia. Obejmuje obniżenie masy ciała, modyfikacje aktywności fizycznej, fizyko i kinezyterapię, farmakoterapię, terapię biologiczną (osocze bogate w płytki krwi, komórki multipotencjalne). W trakcie rehabilitacji zachowawczej najważniejszymi celami, podobnie jak w pooperacyjnej, są zmniejszenie obrzęku, zwiększenie zakresu ruchu stawu, wzmacnianie mięśni prostowników i zginaczy

stawu kolanowego, w celu przywrócenia jego prawidłowych funkcji. W przypadku pacjenta charakteryzującego się brakiem odpowiednio wytrenowanego mięśnia, terapeuci często wspomagają rehabilitację elektrostymulacją, w celu pobudzenia go do pracy. Ważnym elementem jest odpowiedni dobór ćwiczeń. Na początku unikamy dużego zakresu zgięcia w stawie kolanowym – głębokich przysiadów, klęknięcia czy wspinania na schody, gdyż mają one niekorzystny wpływ na staw rzepekowo-udowy i przy słabym mięśniu czworogłowym wywołują dolegliwości bólowe. Przykładowy program rehabilitacji zachowawczej przedstawia tabela 2 [32].

Tabela 2. Schemat leczenia zachowawczego po uszkodzeniu chrząstki stawowej [32]

Proponowany program leczenia zachowawczego
Ćwiczenia poprawiające zakres ruchu w stawie skokowym, kolanowym oraz biodrowym
Rozciąganie mięśnia czworogłowego, mięśni kulszowo-goleniowych, przywodzicieli oraz brzuchatego łydki
Ćwiczenia izometryczne mięśnia czworogłowego, mięśni kulszowo-goleniowych oraz przywodzicieli i odwodzicieli.
Trening aerobowy bez obciążania np. basen
Ćwiczenia w zamkniętym łańcuchu kinematycznym jak siadanie przy ścianie
Wypady i wykroki – wymagają już większej siły oraz dobrej koordynacji – duże znaczenie ma sposób wykonywania danego ćwiczenia.

W leczeniu objawowym uszkodzeń chrząstki stosuje się czasowo farmakologię, np. niesteroidowe leki przeciwzapalne (NLPZ). Hamują one odczyn zapalny i zmniejszają dolegliwości bólowe [16]. Kolejną stosowaną substancją w leczeniu uszkodzeń chrząstki stawowej jest glukozamina. Należy jednak wskazać, że skuteczność stosowania leczenia substytucyjnego glukozaminą jest kontrowersyjna i spotkała się z szeroką krytyką. W 2010 r. przeprowadzono analizę wyników 10 badań klinicznych z zastosowaniem glukozaminy. Ich autorzy stwierdzili, że nie ma ona wpływu ani na zmniejszenie bólu, ani na poprawę struktury chrząstek stawowych. Roczne jej stosowanie nie wpływa na odbudowę chrząstki stawowej, zaś dopiero po 3 latach stosowania można zauważyć zmiany w szparze stawowej, jednak taki efekt wykazano jedynie w dwóch badaniach klinicznych. Wskazać należy, że większe znaczenie chondroprotecyjne wiąże się z siarczanem chondroityny. Niewielki pozytywny efekt działania glikozaminy na stawy przypisuje się małemu stężeniu tego leku w stawach w czasie jego przyjmowania [33].

W leczeniu nieoperacyjnym coraz częściej stosuje się postępowanie mające na celu zmniejszenie współczynnika tarcia powierzchni stawowych na drodze tzw. wiskosuplementacji, czyli podania dostawowo kwasu hialuronowego. Badania wskazują, że procedura ta przynosi pozytywne efekty pół roku od chwili podania – oczywiście zależnie od rozległości uszkodzenia chrząstki. Kwas hialuronowy zwiększa lepkość mazi stawowej, elastyczność chrząstki, działa ochronnie na struktury macierzy zewnątrzkomórkowej, zmniejsza uwalnianie mediatorów prozapalnych i enzymów z grupy metaloproteinaz [34,35].

W ostatnich latach w terapii niezabiegowej uszkodzeń chrząstki stawowej zastosowanie znalazło osocze bogate w płytki krwi (*ang. platelet rich plasma- PRP*) oraz komórki multipotencjalne (*ang. mesenchymal stem cells - MSC*). Biologicznie zasadnym postępowaniem jest podanie preparatu płytkopochodnych czynników wzrostu (PRP) autogenego koncentratu płytek krwi uzyskiwanego z krwi żyłnej pacjenta. W swoim składzie preparat zawiera 2-8 razy więcej trombocytów, niż w krwi pełnej, liczne białka osocza oraz zależne od metody uzyskiwania leukocyty i nieliczne erytrocyty. Uważa się, że za efekty biologiczne preparatu odpowiedzialne są płytki krwi, w szczególności czynniki wzrostu (*ang. growth factors - GF*) zawarte w ziarnistościach alfa. Osocze bogatopłytkowe to również źródło licznych kinin biogennych, w tym cytokin prozapalnych oraz czynników krzepnięcia i fibrynolizy. Ze względu na różnokierunkowe, często antagonistyczne działanie ww. kinin, preparaty PRP są nadal źródłem wielu kontrowersji. Stymulacja procesów anabolicznych chrząstki stawowej przez czynniki wzrostu zawarte w osoczu bogatym w płytki krwi jest od wielu lat potwierdzona w badaniach *in vitro* i *in vivo*. Ostatnie lata przynoszą coraz więcej danych o klinicznej skuteczności preparatów PRP w terapii regeneracyjnej chrząstki stawowej, nadal jednak nie rozstrzygając o zasadności stosowania tego typu preparatów.

Druga metoda, to jak wskazano powyżej, zastosowanie komórek multipotencjalnych. Komórki te mają zdolność do różnicowania się w kierunkach wszystkich innych komórek naszego organizmu, co umożliwia zastąpienie uszkodzonych tkanek. Źródłem MSC może być tkanka tłuszczowa, szpik kostny, krew obwodowa, krew pępowinowa. Najczęściej MSC i PRP stosowane są z membranami kolagenowymi stanowiąc dla nich rusztowanie podczas operacji rekonstrukcji chrząstki stawowej. MSC i PRP stosowane jest również w iniekcjach śródstawowych jako samodzielna procedura w leczeniu zmian zwyrodnieniowych [36-38].

1.1.6.2. Leczenie operacyjne

Zastosowanie leczenia operacyjnego zależy od wielu czynników miejscowych takich jak rozmiar i głębokość ubytku oraz jego lokalizacja, jak również od czynników ogólnych tj. czasu jaki upłynął od urazu, wieku pacjenta, czy poziomu jego aktywności fizycznej.

Leczenie operacyjne ma na celu przede wszystkim zmniejszyć dolegliwości bólowe oraz zapobiec dalszym zmianom degeneracyjnym. Wyróżniamy następujące metody operacyjne: paliatywne, naprawcze oraz odtwórcze [16,39].

1. Terapia paliatywna to między innymi artroskopowe oczyszczenie, czyli zabieg polegający na usunięciu ciał wolnych oraz cytokin prozapalnych i enzymów odpowiedzialnych za degradację macierzy pozakomórkowej, co skutkuje krótkotrwałą poprawą stanu miejscowego utrzymującą się do około 6 miesięcy. Metoda ta stosowana jest w przypadku niewielkich ubytków chrząstki stawowej nieprzekraczających 2 cm² u osób w wieku od 45 do 65 lat;
2. Wśród procedur naprawczych wyróżniamy:
 - a) biologiczną stymulację komórek szpiku kostnego warstwy podchrzęstnej kości (*subchondral marrow stimulation* - SMS). Wykorzystywane w tej technice są mikroślamania oraz nawiercania warstwy podchrzęstnej, które powodują uwalnianie komórek szpiku kostnego, a te poprzez różnicowanie odpowiadają za wytworzenie tkanki chrzęstnej;
 - b) mikroślamania (*ang. microfracture* - MF) to jedna z preferowanych technik z uwagi na łatwość wykonania, małą inwazyjność oraz niskie koszty zabiegu. Wykonywane są za pomocą specjalnych skalibrowanych skrzydeł w odległości 3-4 mm od siebie, na głębokość około 3 mm. W odróżnieniu od nawiercania nie uszkadzają termicznie przyległych tkanek. Mikroślamania stosowane są głównie w przypadku małych ubytków do 2 cm² u osób aktywnych fizycznie oraz przy ubytkach pomiędzy 2 a 4 cm² u osób z niską aktywnością fizyczną.
 - c) Warto podkreślić, że długookresowe badania wykazały poprawę czynności stawu u 80% pacjentów, u których podczas leczenia posłużono się techniką mikroślamań, zaś szczególnie istotna poprawa została zaobserwowana u osób poniżej 35 roku życia. Dodatkowo wykazano, że biopłaty tkanki powstałej w wyniku mikroślamań zawierają 10% tkanki szklistej. Obecnie spotkać się można także z techniką wykonywania „nanoszlamań” za pomocą instrumentarium składającego się z kaniulowanego celownika i skalibrowanego szydła. Z uwagi na możliwość wbicia szydła na ściśle określoną głębokość warstwy podchrzęstnej technika ta zdaje się być bardziej precyzyjna oraz dostępna. Należy także zaznaczyć, że po zabiegu mikroślamań obowiązuje okres odciążenia od 6 do 9 tygodni [16,40,41];
3. odtwórcze metody operacyjne, wśród których wymienić należy następujące metody naprawy chrząstki stawowej:

- a) mozaikoplastyka (*ang. osteochondral autograft - OAT*) to procedura biologiczna polegająca na pobraniu cylindrycznych, autogenicznych bloczków kostno-chrzęstnych z powierzchni nieobciążanych i przeniesieniu ich w uprzednio przygotowane miejsce uszkodzonej powierzchni obciążanej. Uniwersalność tej metody polega na możliwości zastosowania w przypadku ubytków różnej wielkości – większych i mniejszych niż 2 cm². Ma ona zastosowanie zarówno u dorosłych jak i młodzieży oraz jest skuteczna u osób aktywnych fizycznie. Może być wykonana artroskopowo lub poprzez mikroartrotomię. Ponad 10 letnie obserwacje wykazują, że po mozaikoplastyce dobre wyniki kliniczne stwierdzono u 90% pacjentów. Niestety skuteczność zabiegu widocznie spada z wiekiem – u osób powyżej 40 roku życia, u kobiet i w przypadku ubytku większego niż 3 cm². Powstała modyfikacja tego zabiegu polegająca na przygotowaniu cylindrycznych bloczków kostnych uzyskanych ze zwłok (allograftów). Po zabiegu mozaikoplastyki obowiązuje okres odciążania od 2 do 6 tygodni;
- b) autologiczne przeszczepy chondrocytów (*ang. autologous chondrocyte implantation - ACI*) to metoda biologiczna składająca się z dwóch zabiegów. Podczas pierwszego pobierane jest od 0,3 do 0,5g autologicznej chrząstki pacjenta z miejsc nieobciążonych. W laboratorium izoluje się i namnaża pobrane chondrocyty, które podczas drugiego zabiegu wszczepiane są w miejsce ubytku chrząstki stawowej. Materiał stosowany do przykrycia ubytku określany jest przez rodzaj generacji przeszczepu chondrocytów. W ACI pierwszej generacji stosuje się fragment autologicznej okostnej, w drugiej membranę kolagenową, a w trzeciej matrycę kolagenową wypełnioną namnożonymi chondrocytami. Metodę tę stosuje się przy ubytkach powyżej 2 cm², u osób aktywnych fizycznie, lecz najskuteczniejsza okazała się u ludzi młodych. Długookresowe obserwacje wskazują na 70% skuteczność metody ACI. Dobre wyniki >70% dotyczą również dużych ubytków chrzęstnych > 9cm². Po zabiegu autologicznego przeszczepu chondrocytów obowiązuje okres odciążania do 6 tygodni;
- c) allogeniczny przeszczep chrzęstno-kostny (*ang. osteochondral allograft - OCA*) stosuje się w przypadku dużych ubytków chrzęstnych i chrzęstno-kostnych oraz jako kolejny zabieg po nieudanym leczeniu operacyjnym uszkodzeń chrząstki stawowej. Tkanę chrzęstną uzyskuje się ze zwłok, wielkość dobierana jest na podstawie zdjęć RTG dawcy i biorcy. Przeszczepy można przechowywać od 5 do 21 dni w temperaturze 4°C. W zależności od wielkości ubytku stosowane są dwie techniki operacyjne. Do 10 cm² ubytek jest uzupełniany cylindrycznymi fragmentami, zaś większe ubytki uzupełniane są jednym, całym fragmentem chrzęstno-kostnym. Fiksacja przeszczepu zwykle wynika z dokładnego dopasowania na wcisk (*ang. press-fit*) czasami wymaga biodegradowalnych strzałek chondralnych oraz rzadko śrub kompresyjnych. Wyniki ponad 10 letnich obserwacji wykazują przekraczającą 85% przeżywalności przeszczepów OCA zarówno w pierwotnych jak i wtórnych zabiegach [16,41-43].

Jednak w celu osiągnięcia lepszych efektów leczenia zaczęto doszukiwać się metod stanowiących połączenie wielu elementów wskazanych powyżej, co przyczynić się miało do optymalizacji procesu powrotu pacjenta do zdrowia. Metodą taką, łączącą techniki naprawcze i odtwórcze jest procedura, która skupia metodę stymulacji szpiku kostnego – mikroślamań, z zastosowaniem membrany kolagenowej (*autologous matrix induced chondrogenesis* - AMIC). Polega ona na wykonaniu mikroślamań i pokryciu ubytku dwuwarstwową membraną kolagenową, mającą na celu stabilizację skrzepu, tworząc odpowiednie środowisko do różnicowania w kierunku chondrocytów uwolnionych ze szpiku kostnego komórek pluriopotentjalnych. Metodę AMIC można modyfikować poprzez dodanie autologicznych komórek macierzystych uzyskanych ze szpiku krwi lub tkanki tłuszczowej (*bone marrow aspirate concentrate* - BMAC) bądź osocza bogatopłytkowego (PRP).

AMIC® jest biologiczną metodą rekonstrukcji chrząstki, stymulującą naturalny potencjał organizmu do odbudowy ogniskowych uszkodzeń chrzęstnych i kostno-chrzęstnych o powierzchni przekraczającej 1-2cm². Jest to technika, która obejmuje stosowanie kolagenu macierzy (świńskiego kolagenu typu I i III) i kleju fibrynowego. Jest także w pełni artroskopową techniką rekonstrukcji rozległych ubytków kostno-chrzęstnych. Technika owa może być stosowana w leczeniu wszystkich lokalizacji zmian chrząstki [15]. Zabieg wykonywany jest w znieczuleniu podpajęczym z niedokrwieniem operowanej kończyny. Pierwsza część zabiegu wykonywana jest w środowisku płynnym z ciągłym wlewem soli fizjologicznej do stawu kolanowego zaś druga część operacji wykonywana jest w tak zwanej artroskopii suchej. Zakończeniem zabiegu jest zamknięcie ran po dostępach artroskopowych. Zaznaczyć należy, że przy tego typu zabiegu dren nie jest stosowany [15,44].

1.1.7. Rehabilitacja pooperacyjna

Rehabilitacja pooperacyjna jest istotnym elementem procesu leczenia pacjentów po operacyjnym leczeniu uszkodzeń chrząstki stawu kolanowego. Bardzo istotny jest wpływ rehabilitacji na proces gojenia tkanek, przywrócenie prawidłowej ruchomości w stawie, poprawę siły i wytrzymałości mięśniowej, a tym samym odbudowę prawidłowej funkcji stawu.

Przykładowy plan rehabilitacji pooperacyjnej zawiera trzy fazy: wczesną, pośrednią oraz powrotu do aktywności. Podane ramy czasowe mają charakter orientacyjny, bowiem każde przejście do następnej fazy jest uzależnione od kryteriów takich jak: rodzaj wykonanego zabiegu, przebieg gojenia, powrót ruchomości stawu oraz siły mięśniowej, dolegliwości bólowych, jak i gromadzenia się płynu w stawie kolanowym. Zadaniem lekarza i terapeuty jest ustalenie faktycznych ram czasowych oraz decydowanie o przyspieszeniu lub też opóźnieniu przejścia do kolejnej fazy [32]. Skuteczny program rehabilitacji po zabiegach operacyjnych

na chrząstce stawowej wymaga poznania procesu jej gojenia oraz potencjalnych nacisków jakim jest poddawana w trakcie ćwiczeń. Bardzo ważna jest wczesna rehabilitacja, gdyż działa pozytywnie na proces gojenia tkanki, przywracanie ruchomości w stawie jak i powrót siły mięśniowej wraz z funkcją [32]. Rehabilitację powinno się rozpoczynać od biernych, czynnych wspomaganych ćwiczeń zakresu ruchu, aby uniknąć działania sił ścinających na staw, które pojawiają się w trakcie nadmiernego nacisku i mogą mieć negatywny wpływ na proces gojenia. Kolejnym równie ważnym elementem rehabilitacji pooperacyjnej jest wdrożenie ćwiczeń wzmacniających mięśnie operowanej kończyny. W początkowym etapie wskazane jest unikanie ćwiczeń takich jak np. przysiadów, gdyż wywołują one zbyt duży nacisk styczny. Najbezpieczniejszym sposobem pracy nad siłą mięśniową w początkowym etapie rehabilitacji są ćwiczenia izometryczne. W pośredniej fazie rehabilitacji stopniowo zwiększane jest obciążanie, co zależy od rodzaju zabiegu, jak również siły mięśniowej uzyskanej we wczesnym etapie. Najczęściej większe obciążenia rozpoczyna się od 6 tygodnia po zabiegu operacyjnym. W tym okresie terapeuta na podstawie oceny zakresu ruchu pacjenta – pełen wyprost oraz zgięcie nie mniejsze niż 100° - podejmuje decyzje o odstawieniu kul łokciowych. Chodzenie powinno się odbywać bez bólu oraz nie może wywoływać wysięku w operowanym stawie kolanowym. Proces przejścia do pełnego obciążania powinien odbywać się stopniowo. Na ten przykład; chód i bieg można wykonać na bieżni z możliwością redukcji masy ciała do tej, która pozwoli na wykonywanie wskazanej aktywności bez bólu i w prawidłowym wzorcu ruchu. Po uzyskaniu bezbolesnego pełnego obciążania kolejnym etapem jest rozpoczęcie czynności o niewielkim natężeniu, np. szybkie marsze, jazda na rowerze czy orbitreku. Dla pacjentów wykazujących chęć powrotu do aktywności sportowych czy rekreacyjnych należy przygotować program re-treningu funkcjonalnego, jednak tylko w przypadku, gdy wyżej wymienione aktywności są wykonywane bez bólu lub wysięku w operowanym stawie kolanowym. Przykładowy schemat postępowania po zabiegach na chrząstce stawowej przedstawia tabela 3.

Tabela 3. Plan rehabilitacji pacjentów po zabiegach na chrząstce stawowej wg Fitzgeralda i Irrganga [32]

WCZESNA FAZA POOPERACYJNA TYDZIEŃ 0–6			
	Uruchamianie stawu	Ćwiczenia mięśni	Obciążanie
Artroplastyka abrazyjna, nawiercanie podchrzęstne, zabiegi typu mikrozłamań	Pełny wyprost stawu kolanowego po 1 tygodniu, pełne zgięcie po 3 tygodniach. Przez 6 tygodni bierne i czynne wspomagane ćwiczenia ROM w zakresie bezbólowym.	Ćwiczenia izometryczne w zakresie ruchu nieangażującym operowanej powierzchni stawu. W 4–6 tygodniu ćwiczenia z niewielkim obciążeniem.	Obciążenie zerowe lub z dotykaniami palcami podłoża z użyciem kul.
Przeszczepy kostno–chrzęstne	Pełny wyprost stawu kolanowego po 1 tygodniu, pełne zgięcie po 6 tygodniach. Przez 6 tygodni bierne i czynne wspomagane ćwiczenia ROM nieangażujące miejsca operowanego.	Ćwiczenia izometryczne w zakresie ruchu nieangażującym operowanej powierzchni stawu. W 4–6 tygodniu ćwiczenia z niewielkim obciążeniem.	Obciążenie zerowe lub z dotykaniami palcami podłoża z użyciem kul.
FAZA POŚREDNIA TYDZIEŃ 6–12			
	Uruchamianie stawu i ćwiczenia mięśni	Obciążanie i re–trening funkcjonalny	
Artroplastyka abrazyjna, nawiercanie podchrzęstne, zabiegi typu mikrozłamań	Czynne ćwiczenia w pełnym zakresie. Dodatkowo ćwiczenia ze wzrastającym oporem. W przypadku uzyskania pełnego obciążania można rozpocząć ćwiczenia w łańcuchu zamkniętym. Ćwiczenia w zakresie nieangażującym miejsca operowanego.	W 6–8 tydzień można odstawić kule, gdy pacjent uzyskał pełen wyprost oraz 100° zgięcia jak również na skutek chodzenia nie pojawi się ból i wysięk. Ćwiczenia w basenie.	
Przeszczepy kostno–chrzęstne	Czynne ćwiczenia w pełnym zakresie. Dodatkowo ćwiczenia ze wzrastającym oporem. W przypadku uzyskania pełnego obciążania można rozpocząć ćwiczenia w łańcuchu zamkniętym. Ćwiczenia w zakresie nieangażującym miejsca operowanego.	W 6–8 tydzień można odstawić kule, gdy pacjent uzyskał pełen wyprost oraz 100° zgięcia jak również na skutek chodzenia nie pojawi się ból i wysięk. Ćwiczenia w basenie oraz ćwiczenia z aerobiku o niewielkim natężeniu.	

FAZA POWROTU DO AKTYWNOŚCI (12 TYGODNI I PÓŹNIEJ)

	Uruchamianie stawu i ćwiczenia mięśni	Obciążanie i re-trening funkcjonalny
Artroplastyka abrazyjna, nawiercanie podchrzęstne, zabiegi typu mikrozłamów	Kontynuacja czynnych ćwiczeń zakresu ruchu oraz ćwiczeń w otwartym i zamkniętym łańcuchu kinetycznym w zakresie nieangażującym miejsca uszkodzenia.	Wprowadzanie ćwiczeń zręcznościowych i odpowiednich dla uprawianej dyscypliny, gdy pacjent toleruje ćwiczenia z zakresu aerobiku o niewielkim natężeniu bez nawrotu bólu i wysięku w operowanym stawie kolanowym. Biegi należy rozpocząć po upływie 6 miesięcy.
Przeszczepy kostno-chrząsteczne		

1.2. Biomechanika stawu kolanowego

Biomechanikę w ortopedii i traumatologii traktujemy jako element kliniczny zarówno diagnostyczny, jak i leczniczy. W diagnostyce narządu ruchu badaniu poddawane są elementy statyczne, jak i dynamiczne. W celu określenia stopnia wydolności składowych szkieletu, oceniamy jego elementy zaczynając od statyki, a następnie w dynamice poruszania się [16].

Tworząc model stawu kolanowego bardzo ważne jest uwzględnienie geometrii kończyny dolnej, w szczególności pozycji stawu kolanowego w stosunku do pozostałych stawów tej kończyny. Zmiany położenia stawu kolanowego względem osi kończyny dolnej oraz związane z tym deformacje powierzchni stawowych i przeciążenie części stawu są najczęstszą przyczyną interwencji chirurgicznych w obrębie stawu kolanowego [45-47].

Geometria kończyny dolnej jest opisana przez oś mechaniczną kończyny dolnej, oś anatomiczną kości udowej i piszczelowej. Oś mechaniczna kończyny dolnej to linia prosta przechodząca przez środek głowy kości udowej oraz punkt centralny stawu skokowego leżący pomiędzy jego bloczkami – piszczelowym i strzałkowym. W prawidłowym modelu oś mechaniczna powinna przechodzić przez środek stawu kolanowego, czyli punkt znajdujący się między guzkami wyniosłości międzykłykciowej kości piszczelowej. Oś anatomiczna kości piszczelowej to inaczej jej oś długa, która prawidłowo powinna pokrywać się z osią mechaniczną kończyny dolnej. Oś anatomiczna kości udowej to jednocześnie jej oś długa rozpoczynająca się w dole międzykłykciowym i biegnąca centralnie przez trzon kości udowej [45].

Podstawowy model obciążania stawu kolanowego to model zaproponowany przez Maquet'a. Dla sytuacji stania na jednej nodze autor ten wyznaczył siłę reakcji w stawie kolanowym jako wynik działania ciężaru ciała (powyżej stawu kolanowego) oraz równoważącego go względem środka stawu, napięcia pasma biodrowo-piszczelowego. W tym przypadku siła reakcji jest rozłożona na dwie siły powstające pomiędzy powierzchniami stawowymi w przedziale przyśrodkowym i bocznym stawu kolanowego. W przypadku deformacji koślawej lub szpota-

wej stawu kolanowego następuje zaburzenie proporcji sił obciążających powierzchnie stawowe oraz wartości napięcia mięśni trójkąta miednicznego. W przypadku deformacji szpotawej przeciążony zostaje przedział przyśrodkowy stawu kolanowego, zaś w przypadku deformacji koślawej – przedział boczny. W stawie zgiętym Maquet określił siły działające na staw kolanowy na podstawie łańcucha kinematycznego obciążonego przez dwie siły zewnętrzne takie jak ciężar ciała powyżej obręczy biodrowej oraz reakcja podłoża na nacisk, którym przeciwstawia się napięcie mięśni z podstawowych grup mięśniowych kończyny dolnej. W ten sposób wyznaczył dwie reakcje na powierzchnie stawowe w stawie kolanowym – jedną oddziałującą w przedziale udowo-piszczelowym i drugą w przedziale udowo-rzepakowym [45,48].

1.3. Funkcja stawu kolanowego

Prawidłowo funkcjonujący staw kolanowy według Marx R.G. to stabilne połączenie uda i goleni w czasie ruchów kończyny podczas chodzenia, biegania, stania oraz pozostałych aktywnościach fizycznych, ale także bezpieczeństwo płynności i ekonomiki ruchów [49].

Ocena funkcji jest niezmiernie ważna w podejmowaniu decyzji terapeutycznych. Bardzo istotnym aspektem dla badaczy jest stworzenie ustandaryzowanych skal pomiarów w celu porównywania uzyskanych wyników badań. Mimo poszukiwań brak jest jednej, uniwersalnej skali, która oceniłaby zmiany funkcjonalne w stawie kolanowym po zabiegu rekonstrukcji chrząstki. Zebranie podstawowych danych dotyczących czynników wpływających na funkcjonowanie stawu kolanowego pozwoli na ocenę niezbędnych elementów w procesie rehabilitacji, jak również oceni efektywność dotychczas stosowanej terapii [49,50,51].

Propriocepcja czyli kontrola nerwowo-mięśniowa stanowi ważny element funkcji stawu kolanowego. Polega na dostarczeniu pobudzeń nerwowych ze stawów, mięśni, ścięgien oraz tkanek głębokich, które ulegają przetworzeniu w ośrodkowym układzie nerwowym i dają informacje o pozycji stawu, ruchu, wibracji i ucisków. Upośledzenie propriocepcji towarzyszy urazom czy zabiegom stawu kolanowego. Siła mięśniowa to drugi bardzo istotny element w funkcji stawu kolanowego. Bezpośrednio po zabiegu operacyjnym pojawia się szybka atrofia mięśniowa, która jest odpowiedzią na ból, stan zapalny oraz unieruchomienie. Nawet po krótkim unieruchomieniu pojawia się spadek siły mięśniowej, dodatkowo mięśnie wykazują większą męczliwość, co tłumaczone jest jako spadek wytrzymałości mięśniowej [52].

1.3.1. Propriocepcja w funkcji stawu kolanowego

Pojęcie propriocepcji zostało wprowadzone w 1906 roku przez Sherringtona, który definiował je jako przepływ sygnałów powstających z proprioceptorów (receptory znajdujące się w strukturach stawowych, ścięgien, mięśni i narządu przedsionkowego) i docierających do rdzenia kręgowego, mogąc zapoczątkować reakcje odruchowe [53].

Wielu autorów zauważa współzależność propriocepcji i zwrotnych reakcji nerwowo-mięśniowych, jako czynnik wpływający na zachowanie czynnościowej stabilności stawów, zachowania równowagi, regulacji napięcia mięśniowego oraz koordynacji ruchowej. W uszkodzonym stawie dochodzi do zaburzenia sygnałów, co prowadzi do nieprawidłowej percepcji ruchu i ma wpływ na pozycję zdrowej kończyny, a dokładnie analogicznego jej stawu [54-56].

Stosowano wiele badań czucia i pozycji w stawie, nie dawały one jednak jasnej oceny wpływu propriocepcji na zachowanie funkcjonalnej stabilności stawów. Próba porównania wyników czucia i pozycji w stawie z wynikami subiektywnych skal oceny funkcjonalnej stawu kolanowego dawała sprzeczne rezultaty [57-62].

1.3.1.1. Propriocepcja według teorii Rivy

Za fundamentalne uznać należy pojawienie się koncepcji Rivy, która w 2000 roku pozwoliła na uporządkowanie wiedzy dotyczącej propriocepcji oraz jej roli w utrzymaniu funkcjonalnej stabilizacji stawu oraz umożliwia zastosowanie jej w praktyce.

Według Rivy archeopropriocepcja dotyczy części sygnałów z peryferyjnych proprioceptorów, które docierają do rdzenia kręgowego, śródmózgowia oraz mózdzka (szczególnie mózdzek stary – archeocerebellum). Informacje zawarte w tych sygnałach osiągając struktury podkorowe ośrodkowego układu nerwowego pozostają nieuświadomione. W koncepcji Rivy propriocepcja dotyczy komponenty świadomej czucia proprioceptywnego. Komponentę uświadomioną propriocepcji definiuje jako specjalny rodzaj czucia dotyku, który obejmuje czucie pozycji i ruchu w stawie. Komponenta nieuświadomiona propriocepcji (archeopropriocepcja) jest podstawą proprioceptywnych odruchów niezbędnych dla stabilizacji funkcjonalnej stawów. Badania dowiodły, że głównie na poziomie rdzenia kręgowego generowane są odruchy nerwowo-mięśniowe odpowiedzialne za stabilność stawu. Ocena czucia pozycji w stawie i kinestezji nie daje wystarczających informacji o działaniu odruchów proprioceptywnych, które są odpowiedzialne za funkcjonalną stabilizację stawu [63-65].

Koncepcja Rivy opiera się na założeniu, że nieadekwatna kontrola postawy zawsze jest znakiem funkcjonalnej niestabilności kończyny dolnej nawet przy zachowaniu jej mechanicznej stabilności. W celu zachowania równowagi i prawidłowej postawy nie tylko sygnały powstałe w peryferyjnych mechanoreceptorach, ale również w siatkówce oka i błędniku przedsionkowym są integrowane i opracowane na różnych poziomach ośrodkowego układu nerwowego. W związku z powyższym Riva wyodrębnił trzy systemy informacyjne umożliwiające kontrolę postawy ciała:

1. system archeoproprioceptywny – „inteligentny” polega na bardzo szybkim (około 80-120 m/s) przekazaniu informacji z receptorów znajdujących się w stawach, mięśniach i ścięgnach do ośrodków nerwowych na poziomie rdzenia i śródmózgowia, gdzie dochodzi do analizy i inicjacji odpowiedzi odruchowej z mięśni. Odpowiedź ta podlega modyfikacji przez układ wrzecionko mięśniowe – mięsień. Podczas utraty równowagi ciała system archeoproprioceptywny włącza się jako pierwszy dzięki natychmiastowej reakcji;
2. system kontroli wzrokowej – związany jest z przesunięciem wzrokowego punktu fiksacji na siatkówce w czasie ruchów głową w przestrzeni. W przypadku wykrycia takiego przesunięcia przez system kontroli wzrokowej dochodzi do reakcji odruchowej mięśni polegającej na odtworzeniu pierwotnego obrazu z siatkówki (jest to tak zwany odruch optokinetyczny). Oscylacje głowy w pozycji pionowej przy otwartych oczach kształtują się w granicach kilku milimetrów, podczas zamknięcia oczu zwiększa się ich amplituda oraz częstotliwość. System kontroli wzrokowej poprawia precyzyjność systemu archeoproprioceptywnego w kontroli postawy;
3. system kontroli przedsionkowej – system ten włącza się jako ostatni i to w ekstremalnych sytuacjach z uwagi na bardzo duże opóźnienie. Nie jest tak precyzyjny jak poprzednie systemy, a podstawą jego działania jest błędnik przedsionkowy. Znaczne przyspieszenia ruchu głowy jak również duże odchylenia aktywują system kontroli przedsionkowej w przypadku braku lub nieprawidłowości w działaniu innych systemów [63-65].

Według Rivy najbardziej precyzyjnym z powyższych jest system archeoproprioceptywny aktywowany jako pierwszy. System kontroli wzrokowej reaguje z kolei na wszelkie zmiany pozycji głowy w odniesieniu do miejsca skupienia wzroku. Jako ostatni aktywowany jest system przedsionkowy, ze znacznie wydłużonym czasem reakcji będący odpowiedzią na ekstremalne wychylenia głowy i ciała, spowodowane nieefektywnym działaniem poprzednich dwóch systemów.

Na podstawie wyżej wymienionych spostrzeżeń Riva opracował metodę kontroli posta-

wy ciała, która w warunkach dynamicznych pozwala na określenie przewagi danego systemu informacyjnego u badanej osoby. Test przeprowadzany jest za pomocą odpowiedniego urządzenia, które na podstawie dynamicznej oceny zachowania równowagi wyróżnia trzy strategie kontroli postawy ciała:

1. kontrola wzrokowo-proprioceptywna – najbardziej precyzyjny system kontroli postawy oparty na działaniu systemu archeoproprioceptywnego. System wzrokowy doprecyzowuje ruch. Badana osoba stoi na jednej nodze na niestabilnej platformie o nieskończonej liczbie stopni swobody z rękoma złączonymi z tyłu. W celu utrzymania równowagi posługuje się jedynie stawem skokowym wykonując szybkie ruchy o niewielkiej amplitudzie. System przedsionkowy jest nieaktywny;
2. zaburzona kontrola wzrokowo-przedsionkowa – występuje z kompensacją kończyn górnych. Badanie odbywa się jak wyżej, a badana osoba w celu utrzymania równowagi oprócz ruchów w stawie skokowym wykorzystuje również ruchy kończyn górnych. Taki sposób utrzymania równowagi świadczy o zaburzeniu systemu archeoproprioceptywnego;
3. kontrola przedsionkowa (ratunkowa) – jest to niedokładny sposób kontroli postawy opierający się na informacjach z systemu przedsionkowego. Aktywuje się przy znacznych ruchach głowy, a polega na wykonywaniu ciągłych ruchów i przeciw ruchów tułowia, bioder i kończyn górnych w sposób znaczący w stosunku do sił zaburzających równowagę ciała. Badana osoba nie jest w stanie utrzymać równowagi na niestabilnej platformie z uwagi na wygórowaną odpowiedź ruchową do zastanej sytuacji biomechanicznej [63-65].

Na tej podstawie Riva stworzył test, mający stwierdzić jaki system kontroli posturalnej jest w większości wykorzystywany w sytuacji statycznej (z oczami otwartymi i zamkniętymi), jak i dynamicznej.

1.3.2. Siła mięśniowa w funkcji stawu kolanowego

Staw kolanowy funkcjonuje poprawnie między innymi dzięki mięśniom. W czasie spoczynku, jak i w ruchu, niezbędna jest dynamiczna stabilizacja stawów, na co wpływ ma skoordynowana praca mięśni [66].

Dynamiczna stabilizacja w głównej mierze zależy od prawidłowej siły mięśniowej. Na staw kolanowy działa kilka grup mięśniowych i to właśnie ich prawidłowy balans odpowiada za prawidłową siłę mięśniową. Ocena siły mięśniowej nie jest łatwym procesem, gdyż powinna uwzględniać zmieniające się warunki ich pracy w czasie zróżnicowanych aktywności takich jak

między innymi stanie, chodzenie czy bieganie, co wywołuje u wszystkich grup mięśniowych aktywację z odpowiednią siłą i w odpowiednim czasie w danym ustawieniu stawu [67].

1.3.2.1. Sposoby pomiaru siły mięśniowej

Manualne testy oceny siły mięśniowej opisane zostały w 1912 r. przez dr Roberta Lovetta w odniesieniu do pacjentów z dysfunkcjami neurologicznymi [68].

Kolejne dwie stosowane metody oceny siły mięśniowej są zmodyfikowane przez Kendalla i współautorów oraz Ora Danielsa i współtwórców jego pracy [68,69].

Wyżej wskazane testy są testami subiektywnymi i opierają się na ręcznym badaniu poszczególnych mięśni w określonych pozycjach i przy określonym ruchu. W danym ruchu oceniany jest tylko jeden mięsień odpowiadający głównie za daną czynność. Lovett wyróżnił pięciostopniową skalę: 0° - brak czynnego skurczu mięśnia, 1° - ślad czynnego skurczu mięśnia, 2° - wyraźny skurcz mięśnia i zdolność wykonywania ruchu przy pomocy i odciążenia odcinka ruchomego, 3° - zdolność do wykonania ruchu czynnego samodzielnego z pokonaniem ciężkości danego odcinka ruchomego, 4° - zdolność do wykonywania czynnego ruchu z pewnym oporem, 5° - prawidłowa siła, czyli zdolność wykonania czynnego ruchu z pełnym oporem [67,70].

Skala ta może być także wyrażona w procentach (modyfikacja Kendalla): 0°= 0%, 1°= 10%, 2°= 25%, 3°= 50%, 4°= 75%, 5°= 100%.

Dla dokładniejszej oceny siły stosuje się stopnie pośrednie takie jak 2+, 3- (tzw. modyfikacja Danielsa) [69].

Zastosowanie testów jest nadal aktualne zarówno przez lekarzy jak i przez fizjoterapeutów, lecz niestety nie są one na tyle dokładne, by móc wykryć niewielkie, a czasami bardzo istotne deficyty mięśniowe [71,72].

Manualne testowanie mięśni ma wiele ograniczeń. Przede wszystkim za obiektywne można uznać jedynie wyniki skali 0-3. Pozostałe są subiektywne i zależą od zdolności osoby badającej. W warunkach statycznych moment siły zależy nie tylko od ustawienia kąтового, ale również od położenia sąsiednich stawów. Skala badania manualnego nie uwzględnia zmian zdolności do generowania siły związanych z wiekiem i wzrostem [73].

Do pomiaru siły mięśniowej wykorzystujemy ocenę izometryczną, izotoniczną lub izokinetyczną.

Według niektórych autorów między innymi Daniels'a, Davies'a czy Dvir'a jednym ze sposobów obiektywnej oceny siły mięśniowej jest ocena izometryczna. Polega ona na zbadaniu siły skurczu grupy mięśniowej podczas działania na dźwignię przy ustabilizowaniu jej w stałej

pozycji. W taki sposób badamy skurcz izometryczny mięśnia. Taką ocenę można przeprowadzić przy użyciu dynamometru izotonicznego lub izokinetycznego [69,71,72].

Ocena izotoniczna siły mięśniowej polega na wykonywaniu przez osobę badaną ruchów dźwigni dynamometru ze zmienną prędkością kątową pokonując stały, wcześniej zadany opór urządzenia.

Opór ten obliczany jest jako procent wartości maksymalnej siły dowolnego skurczu izometrycznego badanej grupy mięśniowej w standardowej pozycji w stawie, ustalonej dla danego stawu w protokole badania. Badany jest skurcz izotoniczny, czyli ze zbliżeniem przyczepów mięśni, ale bez zmiany wartości ich napięcia. Najczęściej ocenia się siłę mięśniową dla kilku różnych obciążeń, np. dla prostowników stawu kolanego jest to 20%, 40%, 60% maksymalnej wartości siły dowolnego skurczu izometrycznego kolana przy ustawieniu zgięcia w stawie 70°. Z tych danych urządzenie dokonuje obliczeń średniej wartości mocy i pracy mięśni dla poszczególnych obciążeń. Głównym ograniczeniem tego testu jest brak możliwości wygenerowania przez mięśnie maksymalnej możliwej siły, gdyż opór w czasie testu dostosowany jest do najsłabszego punktu zakresu ruchu. W celu oceny takich parametrów jak praca, moc, wytrzymałość stosuje się dynamometr do izokinetycznej oceny mięśni. Dzięki tym pomiarom istnieje możliwość wyliczenia współczynnika stosunku siły mięśniowej między kończynami, jak i między przeciwstawnymi grupami mięśniowymi dla ogólnej badanej populacji.

Założeniem badania izokinetycznego jest fakt, iż kończyna porusza się ze stałą prędkościąadaną przez dynamometr. Zgodnie z drugą zasadą dynamiki Newtona dzieje się tak, gdyż urządzenie generuje siły o wielkości zbliżonej do tych generowanych przez badaną kończynę, lecz skierowanej w przeciwnym kierunku. Z uwagi na to, że urządzenie nie narzuca stałego oporu pracującym mięśniom, ruch odbywa się z obciążeniem większym niż tak zwany najsłabszy (krytyczny) punkt dla danej grupy mięśniowej. Test ten umożliwia mięśniom generowanie maksymalnej siły w czasie dowolnych ruchów przez ich pełen zakres, monitorując jednocześnie wartość wygenerowanego maksymalnego momentu siły oraz ustawienie w stawie. Stwierdzić należy, że testy izokinetyczne są bezpieczniejsze niż izotoniczne z uwagi na generowanie przez dynamometr oporu nie przekraczającego możliwości osoby badanej takich jak ból czy dyskomfort [71-72].

Podsumowując należy stwierdzić, że każdy rodzaj pomiaru ma swoje zalety, jak i wiąże się z pewnymi niedogodnościami i niedokładnościami. Test izometryczny nie wymaga żadnych stanowisk pomiarowych, wykonywany jest, gdy nie chcemy doprowadzać do ruchu w stawie. Jednak za niedogodność tego pomiaru uznać należy przede wszystkim brak odpowiedzi zwrotnej, uniemożliwiający obiektywizację postępu w odtwarzaniu siły mięśniowej. Podczas

testu izotonicznego występuje komponenta pracy koncentrycznej jak i ekscentrycznej. Istnieje możliwość stymulacji mięśni działających na kilka stawów jednocześnie. Daje to możliwość uzyskania obiektywnych wyników. Przeprowadzany jest w formie ćwiczeń w zamkniętym łańcuchu kinematycznym. Dużą niedogodnością tego testu jest także limit obciążenia, który tworzy najsłabszy punkt badanego zakresu ruchu. Silniejsze grupy mięśniowe mogą kompensować dysfunkcje słabszych w trakcie trwania ćwiczeń w łańcuchu zamkniętym. Brak możliwości oceny pracy, siły, jej momentu i mocy są dużym minusem szczególnie, gdy chcemy porównać konkretne parametry pomiaru.

Test izokinetyczny stosowany jest do oceny izolowanych grup mięśniowych. Główną zaletą tego testu jest dostosowywanie się oporu urządzenia do przyłożonej przez badanego siły. Daje tym samym możliwość pracy z maksymalnym obciążeniem przez cały zakres ruchu. Dostosowywanie się oporu do przyłożonej siły powoduje, że test ten jest bezpieczny i może być wykorzystywany również jako ćwiczenia. Główną jego zaletą jest uzyskanie obiektywnej oceny momentu siły i mocy badanej grupy mięśniowej. Za niedogodność uznać natomiast należy fakt, że dotyczy oceny izolowanych grup mięśniowych w głównych płaszczyznach ich działania oraz odbywa się w otwartym łańcuchu kinematycznym [74].

1.3.3. Subiektywne skale oceny stawu kolanowego

W badaniu stawu kolanowego bardzo ważną rolę pełni badanie kliniczne. Daje znaczną ilość mierzalnych informacji o stawie, takich jak: zaburzenia obrysów, odchylenia osi kończyny, zmian zabarwienia oraz temperatury skóry jak również ruchomości i stabilności stawu. Badanie to nie uwzględnia odczuć własnych pacjenta takich jak ból stawowy, poczucie sprawności czy ograniczenia funkcji, dlatego coraz częściej podkreśla się wagę oceny subiektywnej pacjenta. Bez takiej oceny i bez jej rzetelnej analizy niemożliwe jest bowiem uzyskanie pełnego obrazu chorego stawu [75].

Już od ponad 30 lat za powszechne uznać należy stosowanie skali oceny dolegliwości subiektywnych pacjentów. Podstawą prawidłowej oceny jest jej powtarzalność. W celu monitorowania przebiegu leczenia skale powinny zawierać informacje dotyczące wpływu zachodzących zmian w trakcie terapii. Na świecie do oceny stawu kolanowego stosowane są liczne skale, wśród których wymienić można chociażby: zmodyfikowaną skalę Lysholma, system oceny kolana Cincinnati (*Cincinnati Knee Rating System*), AAOS (*American Academy of Orthopaedic Surgeons Sport Knee Rating Scale*), Activities of Daily Living Scale of the Knee Outcome Survey, SANE (*Single Assessment Numeric Evaluation*), KOOS (*Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score*), IKDC (*International Knee Documentation Committee*).

Poprawne stosowanie skal wymaga ich adaptacji zarówno kulturowej jak i językowej. W 2012 roku w Polsce zostały zaadaptowane językowo i kulturowo wskazane metody tj. subiektywna skala oceny funkcji stawu kolanowego IKDC 2000 oraz zmodyfikowana skala Lysholma, których założenia autorka nakreśli poniżej [76].

IKDC 2000 opiera się na określeniu 7 parametrów oceny stawu kolanowego takich jak: wysięk, zakres ruchów, niestabilność mechaniczna, przeskakiwanie, patologiczne zmiany w miejscu wykonanego zabiegu, ocena radiologiczna oraz test podskoku na jednej nodze [74]. Ocena ta została wzbogacona o subiektywny formularz, który zawiera pytania dotyczące objawów, aktywności sportowej oraz funkcji kolana [77].

Natomiast zmodyfikowana skala Lysholma to kwestionariusz składający się z ośmiu punktów. Początkowo stosowany do oceny pacjentów z uszkodzonymi więzadłami stawu kolanowego, współcześnie znajduje zastosowanie u pacjentów także z innymi schorzeniami stawu kolanowego. Na całą skalę składa się 100 punktów z czego 25 określa stabilność stawu kolanowego, 25 ból, 15 występowania blokowania, 10 wysięku w stawie, 10 możliwości poruszania się po schodach, 5 utykania, 5 wykorzystywania pomocy przy chodzeniu, a 5 wykonania przysiadu. Skalę zaliczamy do powtarzalnych oraz ukierunkowanych na dysfunkcję stawu kolanowego [49,50,77].

Chrzątka stawowa kolana ulega uszkodzeniu w wyniku wielu czynników. Mogą to być urazy powstałe w wyniku traumatycznych zdarzeń, mechaniczny uraz rzepki, zaburzenie biomechanicznej osi kończyny dolnej, całkowite lub częściowe upośledzenie funkcji łąkotek, niestabilność spowodowana uszkodzeniami więzadeł stawu kolanowego, zapalenie kości lub stawów, reumatoidalne zapalenie stawów, czynniki genetyczne, otyłość lub mikrourazy.

W przedmiotowej pracy autorka przedstawi jedną z możliwości leczenia uszkodzeń chrząstki stawowej, a konkretnie połączenie artroskopowej rekonstrukcji chrząstki metodą AMIC z przygotowanym programem rehabilitacyjnym. Celem działań jest bezpieczny powrót pacjenta do zdrowia i pełnej sprawności fizycznej. Najbardziej optymalną formą sprawdzenia skuteczności leczenia jest poddanie go ocenie. Dużą część przedstawionej pracy zajmują elementy biomechanicznej oceny funkcjonalnej. Opisany zostanie stosowany przez autorkę sposób oceny funkcji stawu kolanowego, dokładniej propriocepcji oraz siły mięśni operowanej kończyny, jak również subiektywne odczucia pacjenta w trakcie procesu leczenia. Porównanie uzyskanych wyników do oczekiwanych norm wykonywanych testów pozwala na bezpieczne pokonywanie poszczególnych etapów zaawansowanej rehabilitacji, powrót do aktywności w odpowiednim czasie, jak również zakończenie leczenia pozostawiające poczucie dobrze wykonanego zadania zarówno dla pacjenta jak i fizjoterapeuty.

2. Założenia i cele pracy doktorskiej

2.1. Założenia

2.1.1. Autorka zakłada, że pacjenci po dwóch latach od leczenia operacyjnego rekonstrukcji chrząstki stawowej metodą AMIC oraz zastosowaniu protokołu rehabilitacyjnego uzyskają pełną funkcję stawu kolanowego oraz powrócą do aktywności fizycznej,

2.2. Cel główny pracy

Głównym celem pracy jest potwierdzenie skuteczności protokołu rehabilitacyjnego zastosowanego u pacjentów po zabiegu artroskopowej rekonstrukcji chrząstki stawu kolanowego metodą AMIC, na podstawie uzyskanych wyników subiektywnej i obiektywnej oceny stanu funkcjonalnego operowanego stawu.

2.3. Cele szczegółowe

- 2.3.1.** Wykazanie wartości zmian oceny propriocepcji oraz oceny izokinetycznej siły i wytrzymałości mięśni prostowników i zginaczy stawu kolanowego jako kryterium powrotu do aktywności fizycznej.
- 2.3.2.** Wykazanie wartości zmian obiektywnej i subiektywnej oceny pacjenta jako kryterium pozwalające na ustalenie całkowitego zakończenia procesu leczenia.
- 2.3.3.** Porównanie wyników oceny propriocepcji i oceny izokinetycznej stawu kolanowego w grupie badanej i kontrolnej, jako ocena skuteczności protokołu rehabilitacyjnego u pacjentów po zabiegu artroskopowej rekonstrukcji chrząstki.

3. Materiał badań

3.1. Charakterystyka grupy badanej

Grupę badaną stanowiło 39 pacjentów zdiagnozowanych, a następnie operowanych z powodu uszkodzenia chrząstki stawowej w stawie kolanowym przez jednego operatora. Kryteria włączające i wyłączające z badań przedstawia tabela 4.

Tabela 4. Kryteria włączające i wyłączające z badań

kryteria włączające	kryteria wyłączające
- zgoda pacjenta na udział w badaniach (załącznik 1) - artroskopowa rekonstrukcja chrząstki stawu kolanowego metodą AMIC - realizacja protokołu rehabilitacyjnego przedstawionego w pracy - spełnienie kryteriów dopuszczania do wykonania oceny sposobu kontroli postawy ciała oraz siły i wytrzymałości mięśniowej - wykonanie oceny 12 i 24 miesiące po zabiegu - brak przeciwwskazań do wykonania oceny	- brak zgody pacjenta na udział w badaniach - komplikacje pozabiegowe - problemy w trakcie rehabilitacji - niespełnienie kryteriów dopuszczania do wykonania oceny - brak wykonanej oceny w którymś z terminów

Każdy kolejno operowany pacjent kwalifikowany był do badań. Na podstawie kryteriów włączenia i wyłączenia zakwalifikowana została grupa 26 osób spełniających wyżej wymienione wymogi. Głównym kryterium wpływającym na liczebność grupy było pojawienie się pacjenta na powtórny badaniu. Aż 13 osób z grupy 39 pacjentów nie zgłosiło się na badania w drugim terminie, często z powodu ograniczonego czasu lub z powodu wystąpienia problemów w kontakcie z pacjentem. Tworząc jak najbardziej wiarygodną, czyli jednorodną grupę badaną wyeliminowano pacjentów płci żeńskiej, z uwagi na pojawiające się doniesienia o wpływie procesów zachodzących w żeńskim organizmie związanym z procesem menopauzy na stan chrząstki stawowej [78].

Ostatecznie grupę badaną stanowiło 21 pacjentów płci męskiej, w wieku $38,5 \pm 11,88$ lat, o wysokości ciała $181,6 \pm 7,09$ cm, masie ciała $89,8 \pm 7,99$ kg, u których jeden operator zrekonstruował uszkodzoną chrząstkę stawu kolanowego metodą AMIC (szczegółowy opis lokalizacji wykonanych zabiegów zawiera tabela 5) w latach 2013-2015. Każdy pacjent zgłosił się na badanie kontrolne – ocenę sposobu kontroli postawy ciała oraz siły mięśniowej 12 i 24 miesiące po zabiegu oraz rehabilitowany był według protokołu rehabilitacyjnego przedstawionego w niniejszej pracy. Wszyscy pacjenci ograniczali się do umiarkowanej aktywności fizycznej. Zgodnie z zaleceniami American Collage of Sport Medicine i Światowej Organizacji Zdrowia

(WHO) osoby zdrowe, dorosłe, w przedziale wiekowym 18–65 lat, powinny podejmować aktywność umiarkowaną, przez przynajmniej 30 minut, 5 dni w tygodniu lub bardzo intensywną, przez przynajmniej 30 minut, 3 dni w tygodniu [79,80].

Tabela 5. Lokalizacja rekonstruowanego ubytku chrząstki stawu kolanowego

Lp.	Grupa	Kod Osoby	Miejsce zabiegu chrząstki
1	badana	1	kłykieć przyśrodkowy kości udowej
2	badana	2	kłykieć przyśrodkowy kości udowej
3	badana	3	kłykieć przyśrodkowy kości udowej
4	badana	4	rzepka
5	badana	5	rzepka
6	badana	7	kłykieć przyśrodkowy kości udowej
7	badana	8	kłykieć boczny kości piszczelowej
8	badana	9	rzepka
9	badana	10	chrząstka kości udowej
10	badana	12	kłykieć przyśrodkowy kości udowej
11	badana	13	kłykieć boczny kości udowej
12	badana	14	kłykieć przyśrodkowy kości udowej i piszczelowej
13	badana	16	kłykieć boczny kości udowej
14	badana	19	kłykieć kości udowej
15	badana	21	kłykieć przyśrodkowy kości udowej
16	badana	22	powierzchnia stawowa kości udowej
17	badana	24	kłykieć przyśrodkowy kości udowej
18	badana	29	kłykieć boczny kości udowej
19	badana	34	kłykieć boczny kości udowej
20	badana	35	kłykieć przyśrodkowy kości udowej
21	badana	37	kłykieć boczny kości udowej

3.2. Charakterystyka grupy kontrolnej

W celu porównania grupy badanej do osób zdrowych, poddano ocenie biomechanicznej grupę kontrolną, spełniającą takie kryteria włączenia jak zgoda pacjenta na udział w badaniu, brak historii zabiegowej stawów kolanowych, brak dolegliwości bólowych stawów kolanowych oraz brak przeciwwskazań zdrowotnych do wykonania biomechanicznej oceny funkcjonalnej. Do przeprowadzenia badań kontrolnych zakwalifikowano grupę 21 mężczyzn. Kryteria wyłączenia dla grupy kontrolnej to brak zgody pacjenta na udział w badaniach, przebyty zabieg operacyjny stawu kolanowego, dolegliwości bólowe stawu kolanowego, jak również przeciwwskazania zdrowotne do wykonania oceny biomechanicznej. Porównanie grupy badanej z grupą kontrolną przedstawia tabela 6.

Tabela 6. Porównanie parametrów grupy badanej i kontrolnej

Parametry	badana	kontrolna	Test różnic	wartość p
Wiek [lata]	38,5 ± 11,88	39,1 ± 11,01	-0,14	0,8819
Wysokość ciała [cm]	181,6 ± 7,088	181,1 ± 6,24	0,25	0,7989
Masa ciała [kg]	89,8 ± 7,99	83,5 ± 13,29	1,65	0,1071
BMI [kg/m ²]	27,2 ± 2,57	25,4 ± 3,70	1,64	0,1097

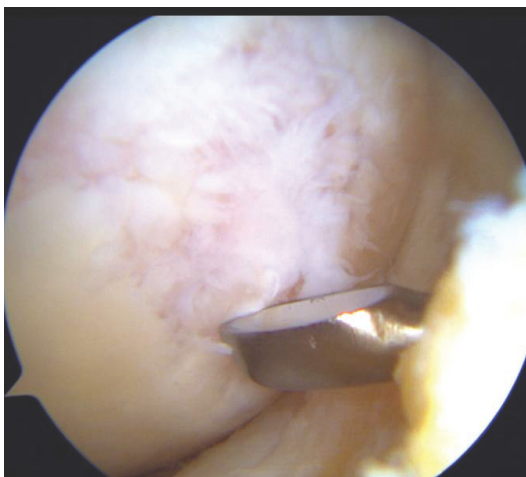
3.3. Technika operacyjna rekonstrukcji chrząstki metodą AMIC

Poniżej przedstawiono krótki opis techniki operacyjnej, która jest podstawą zastosowania protokołu rehabilitacyjnego opisanego w pracy. W opinii autorki zapoznanie się z techniką operacyjną pozwoli na lepsze zrozumienie dalszej części pracy.

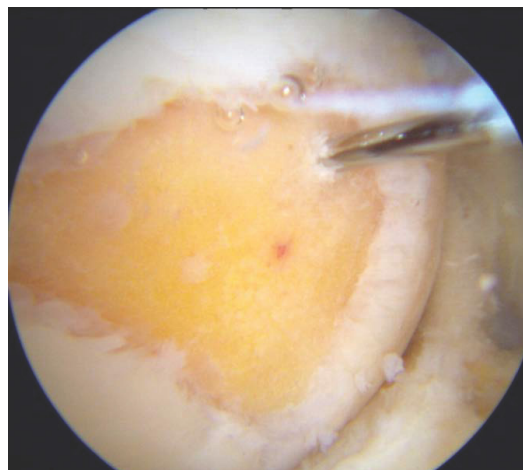
Zabieg wykonywany jest w znieczuleniu podpajęczym z niedokrwieniem operowanej kończyny. Pierwsza część zabiegu wykonywana jest w środowisku płynnym z ciągłym wlewem soli fizjologicznej do stawu kolanowego. Poprzez wejście standardowe przednio-boczne oraz przednio-przyśrodkowe artroskopem oceniany jest staw i zaopatrywane są łąkotki jak również więzadła krzyżowe. Dalej za pomocą łyżki odpowiedniej średnicy, okrągłego noża z zestawu narzędzi do rekonstrukcji chrząstki z firmy Smith&Nephew opracowywane są uszkodzone fragmenty powierzchni chrząstki. Powierzchnia uszkodzona zostaje oczyszczona z tkanki włóknistej i usuwane zostają osteofity. W wyniku tych procedur otrzymywana jest gładka, płaska powierzchnia ubytku w kształcie koła o dokładnie znanych wymiarach. Gdy ubytek chrząstki nie przekracza średnicy 11 mm to używany jest jeden nóż oraz przygotowywane jest jedno pole do rekonstrukcji chrząstki stawowej. W przypadku większego ubytku, za pomocą odpowiednio dobranej wielkości noży, przygotowywane jest więcej pól rekonstrukcji chrząstki.

Druga część operacji wykonywana jest w tak zwanej artroskopii suchej. Zgodnie z zaleceniami metody, we wszystkich przygotowanych do rekonstrukcji chrząstki polach wykonywane są liczne nawiercenia warstwy podchrząstnej kości w odległości około 5 mm od siebie za pomocą drutu Kirschnera o średnicy 1 mm. Następnie nożami do rekonstrukcji chrząstki stawowej firmy Smith&Nephew wycinana jest odpowiednia ilość okręgów w zwilżonej uprzednio w soli fizjologicznej membranie kolagenowej produkcji Geistlich Pharma. Następnie przy pomocy zacisku układane są one na poszczególnych polach odpowiadającą im średnicą okręgu membrany Chondro-Gide. Zgodnie z oryginalną techniką porowata część błony zwrócona jest w stronę powierzchni kości. Na wszystkie pokryte membranami pola nanoszony jest klej fibrynowy. Następnie oddzielany jest nadmiar kleju od otaczających tkanek miękkich i następuje czas oczekiwania wynoszący 5 minut – potrzebny na związanie kleju. W kolejnym etapie zabiegu operator wykonuje 10 ruchów zgięcia i wyprostu stawu kolanowego w celu sprawdzenia

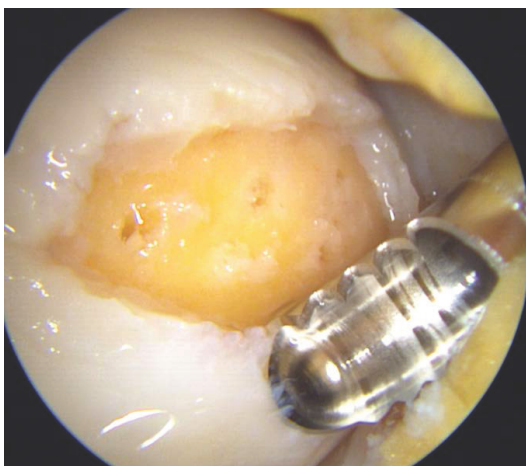
stabilności zrekonstruowanych powierzchni chrząstki. W przypadku gdy membrany nie zmieniają swojego miejsca położenia, oceniany jest dokładny zakres ruchu stawu kolanowego, przy którym rekonstruowana powierzchnia chrząstki stawowej nie jest obciążana. Celem powyższego jest ustalenie tak zwanego bezpiecznego przedziału ruchu niezbędnego do zaplanowania wczesnej fazy rehabilitacji. Zakończeniem zabiegu jest zamknięcie ran po dostępach artroskopowych. Co istotne, przy tym typie zabiegu dren nie jest stosowany [15,44]. Poszczególne etapy zabiegów zostały przedstawione na rycinach od 2-8.



Rycina 2. Artroskopia stawu kolanowego. Oczyszczenie defektu chrząstki.



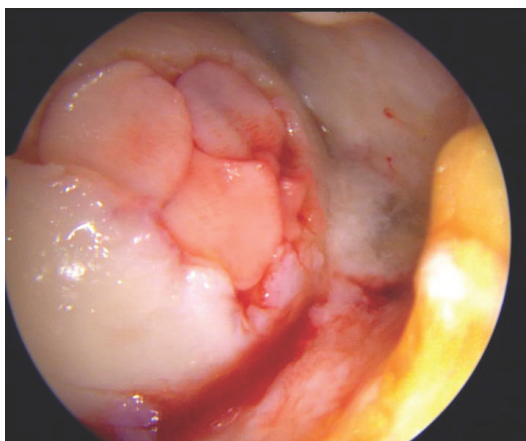
Rycina 3. Nawiercanie oczyszczonego ubytku przy użyciu drutu Kirschnera.



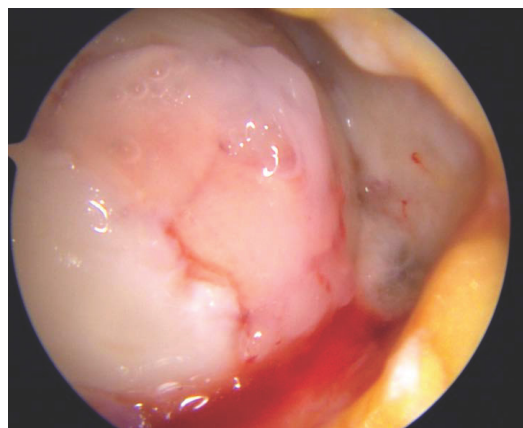
Rycina 4. Artroskopia sucha – odsysanie.



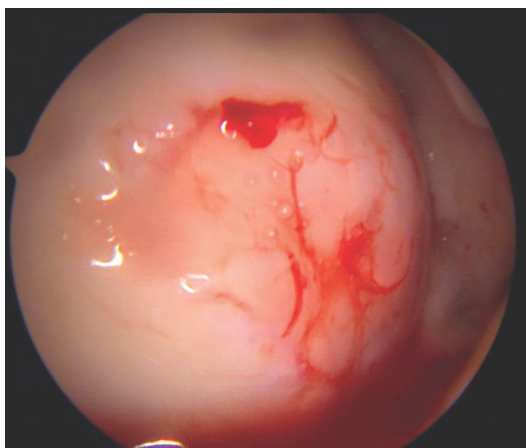
Rycina 5. Przygotowane wcześniej fragmenty membrany Chondro - Gide nakładane na ubytek chrząstki (warstwa chropowata skierowana do ubytku).



Rycina 6. Ubytek całkowicie pokryty Chondro-Gide.



Rycina 7. Stan po nałożeniu kleju tkankowego na ubytek pokryty membraną Chondro-Gide.



Rycina 8. Ubytek szczelnie pokryty membrana po 10 krotnym zgięciu stawu kolanowego.

3.4. Program rehabilitacji pacjentów po rekonstrukcji chrząstki stawu kolanowego metodą AMIC.

Celem rehabilitacji jest przywrócenie poziomu funkcjonalnego sprzed zabiegu operacyjnego. Postępowanie rehabilitacyjne to długotrwały i złożony proces, który dzieli się na poszczególne etapy. Dokładne informacje dotyczące przebiegu leczenia zostały zawarte w protokole rehabilitacyjnym. Protokół rehabilitacyjny według którego prowadzono leczenie pacjentów po rekonstrukcji chrząstki stawowej metodą AMIC, został stworzony przez zespół lekarzy i fizjoterapeutów na podstawie wieloletnich doświadczeń oraz doniesień naukowych z Polski i z zagranicy. Ważne elementy protokołu rehabilitacyjnego pacjentów po rekonstrukcji chrząstki stawu kolanowego metodą AMIC to:

- a. ćwiczenia poprawiające wydolność mięśni;

- b. ćwiczenia gibkości – zakres ruchu w stawie oraz elastyczność mięśni;
- c. ćwiczenia kontroli nerwowo-mięśniowej (propriocepcji);
- d. ćwiczenia funkcjonalne;
- e. ćwiczenia korygujące nieprawidłowości biomechaniczne;
- f. ćwiczenia utrzymujące sprawność układu krążeniowo-naczyniowego;
- g. psychoterapia.

Ćwiczenia poprawiające wydolność mięśni stanowią bardzo ważny element rehabilitacji pooperacyjnej. Aby uzyskać przyrost siły mięśniowej, mocy i wytrzymałości konieczny jest prawidłowy dobór obciążeń. Uzyskujemy takie działanie poprzez zmianę szybkości ruchu, zwiększanie oporu, zwiększanie ilości powtórzeń, zwiększanie częstotliwości lub czasu trwania ćwiczeń, zmianę rodzaju ćwiczeń oraz zakresu ich wykonywania. Ćwiczenia mające na celu poprawę wydolności mięśnia rozpoczynamy od nauki jego aktywacji. Po zabiegu operacyjnym dotyczy to głównie mięśnia czworogłowego. Zaczynamy od ćwiczeń o stopniowo wzrastającym oporze. Ćwiczenia te mają na celu, wywołanie silnego skurczu izometrycznego. Skurcz izometryczny stanowi podstawę ćwiczeń izometrycznych. Oprócz tego rodzaju ćwiczeń wyróżniamy dodatkowo ćwiczenia izotoniczne jak i izokinetyczne.

Ćwiczenia izometryczne to ćwiczenia, w trakcie których, podczas skurczu nie dochodzi do ruchu w stawie. Napięcie utrzymywane jest przez 5 sekund, przerwa zaś trwa 10 sekund (Rycina 9). Pacjent wykonuje 10 powtórzeń w jednej serii. Ilość serii zależna jest od danej fazy rehabilitacji. Ćwiczenia wykonywane są w różnych pozycjach kończyny dolnej. Początkowo wykonywany jest skurcz z submaksymalną intensywnością, z dążeniem do maksymalnej siły skurczu. Zmiana ta odbywa się stopniowo, bez dolegliwości bólowych.

Kolejny rodzaj ćwiczeń wykorzystywanych w protokole rehabilitacyjnym to ćwiczenia izotoniczne, czyli takie, w czasie których skurczowi mięśnia towarzyszy ruch w stawie. Ruch ten wykonywany jest przeciwko oporowi o stałej wartości, wadze np. ciężarki, woreczki z piaskiem lub urządzenia oporowe. Pośród ćwiczeń izotonicznych wyróżniamy ćwiczenia koncentryczne i ekscentryczne (Rycina 10). Ćwiczenia koncentryczne to skurcz izotoniczny na skutek którego dochodzi do skracania się włókien i zbliżania przyczepów mięśnia – skurcz ten powoduje skrócenie włókien mięśniowych. Natomiast ćwiczenia ekscentryczne to skurcz izotoniczny na skutek którego dochodzi do wydłużania się włókien i oddalania przyczepów mięśnia – skurcz ten powoduje wydłużenie włókien mięśniowych. Ćwiczenia te są bardzo istotne w procesie odbudowywania siły mięśniowej, gdyż skurcz ekscentryczny, wykonany bezpośrednio przed skurczem koncentrycznym, powoduje znaczne zwiększenie siły wygenerowanej podczas napięcia koncentrycznego.



Rycina 9. Ćwiczenie izometryczne mięśnia czworogłowego uda



Rycina 10. Ćwiczenie koncentryczne (strzałka w górę) i ekscentryczne (strzałka w dół)

Ćwiczenia izokinetyczne wykonywane są w późniejszym etapie rehabilitacji. Do wykonania ćwiczeń izokinetycznych niezbędne jest urządzenie umożliwiające ustawienie stałej prędkości ruchu oraz dostosowujące opór do możliwości pacjenta. Często wykonywane przy użyciu odpowiedniego systemu, który wykorzystywany jest do oceny siły i wytrzymałości mięśniowej.

Rozróżniamy ćwiczenia w otwartym łańcuchu kinematycznym – kiedy kończyna nie jest podparta i ruch wykonywany jest swobodnie (Rycina 11) oraz w zamkniętym, kiedy kończyna jest ustabilizowana bądź na podłożu (Rycina 12). Minusem ćwiczeń w otwartym łańcuchu kinematycznym jest ich ograniczona funkcjonalność. Zalety ćwiczeń w zamkniętym łańcuchu kinematycznym to głównie funkcjonalność oraz zmniejszone siły w sąsiednich stawach.

Minusem jest brak wyizolowania poszczególnych mięśni jak również zwiększona kompresja wewnątrz stawu.



Rycina 11. Ćwiczenie wykonane w otwartym łańcuchu kinematycznym – wyprost stawu kolanowego ze swobodnym ruchem stopy.



Rycina 12. Ćwiczenie wykonane w zamkniętym łańcuchu kinematycznym – wyprost stawu kolanowego z pełnym podparciem stopy.

Istotnym elementem procesu rehabilitacji są ćwiczenia mające na celu wzrost wytrzymałości mięśniowej. Ćwiczenia budujące wytrzymałość mięśniową są wysiłkiem tlenowym, mającym na celu zwiększenie aktywności enzymów utleniających w obrębie włókien mięśniowych wolno kurczących się i skutkuje zwiększoną ilością mitochondriów występujących we włóknach mięśniowych. W przedstawionym protokole wykorzystywany jest rower stacjonarny z możliwością zmiany oporu.

Praca nad zakresem ruchu to kolejny bardzo ważny etap programu rehabilitacji. W pierwszej dobie po zabiegu rozpoczynana jest praca nad zakresem ruchu, przy użyciu szyny ciągłego biernego ruchu CPM (z ang. *continuous passive motion*). Praca nad zakresem ruchu wykonywana jest również przez fizjoterapeutę poprzez pracę manualną na operowanej kończynie (mobilizacja stawu w przypadku ograniczeń ruchomości). W celu poprawy ruchomości operowanego stawu wykonywane są ćwiczenia bierne, podczas których ruch odbywa się dzięki pomocy terapeuty, pacjenta lub siły grawitacji (Rycina 13). Ćwiczenia bierne stosujemy na samym początku procesu rehabilitacji oraz w sytuacji, gdy ćwiczenia czynne wywołują ból. Ćwiczenia czynne wykonujemy w celu odzyskania zakresu ruchu oraz utrzymania prawidłowej funkcji stawu. Jeżeli nie wywołują dolegliwości bólowych wprowadzamy je w drugiej fazie protokołu rehabilitacyjnego.



Rycina 13. Ćwiczenie bierne zgięcia stawu kolanowego z wykorzystaniem siły zewnętrznej np. ręk pacjenta.

W trakcie prowadzenia procesu leczenia często występuje problem z nadmiernym napięciem lub skróceniem mięśni. Pacjent wykonuje ćwiczenia rozciągające. Rozpoczynamy od rozciągania grupy kulszowo-goleniowej, a w późniejszym etapie mięśnia czworogłowego (pozycja do rozciągania mięśnia czworogłowego wymaga zakresu zgięcia w stawie kolanowym). Nad prawidłową elastycznością mięśni pracuje również fizjoterapeuta wykonując terapię manualną oraz techniki rozciągające.

Kolejnym elementem procesu rehabilitacji są ćwiczenia kontroli nerwowo-mięśniowej. Ćwiczenia propriocepcji wprowadzamy możliwie jak najwcześniej. Głównym ćwiczeniem w przedstawionym programie jest stanie na jednej kończynie dolnej. Ćwiczenie to wykonywane jest z dodatkowymi elementami utrudniającymi takimi jak wspięcie na palce, niestabilne podłoże czy zamknięte oczy (Rycina 14 i 15).



Rycina 14. Ćwiczenie kontroli nerwowo-mięśniowej. Stanie na jednej kończynie dolnej z zamkniętymi oczami.



Rycina 15. Stanie na jednej kończynie dolnej na niestabilnym podłożu – zaawansowane ćwiczenie kontroli nerwowo-mięśniowej.

Kolejnym elementem programu rehabilitacji są ćwiczenia funkcjonalne, których celem jest praca nad prawidłowymi wzorcami ruchowymi wykorzystywanymi w czasie codziennej aktywności. Na początku pacjent wykonuje marsz, jeżeli zakres ruchu oraz siła operowanej kończyny na to pozwalają. Ważnym momentem naszego programu rehabilitacyjnego jest ocena siły mięśniowej oraz propriocepcji. Na podstawie wyników uzyskanych przez pacjenta w poszczególnych testach fizjoterapeuta decyduje o wprowadzeniu dynamicznych elementów takich jak skoki czy bieg.

W trakcie całego programu rehabilitacji oceniana jest przez fizjoterapeutę prawidłowa biomechanika ruchów, rozpoczynając od prawidłowej mechaniki chodu. Przy użyciu ćwiczeń reedukacji ruchowej, rozciągających, wzmacniających, plastrowania (taping), wykorzystania

wkładek ortopedycznych, fizjoterapeuta pracuje nad korekcją nieprawidłowej biomechaniki. Nad poprawą pracy układu sercowo-naczyniowego pacjent pracuje na rowerze lub na basenie, według planu rozpisanego przez terapeutę, mającego na celu zwiększenie wydolności. Ćwiczenia te mają charakter treningu interwałowego lub anaerobowego [52].

Każdy pacjent w pierwszej dobie po zabiegu ma zapewnioną konsultację psychologiczną. W trakcie trwania leczenia jest ona możliwa na prośbę pacjenta lub według zalecenia fizjoterapeuty.

3.4.1. Protokół rehabilitacyjny

W protokole określone są podstawowe ramy czasowe dotyczące poruszania się przy pomocy kul łokciowych:

- a) do 4 tygodni zaleca się chodzenie o dwóch kulach,
- b) pomiędzy 4 a 6 tygodni ogranicza się do jednej kuli (jeżeli u pacjenta pojawia się wysięk, brak odpowiedniej siły w mięśniu czworogłowym albo pojawia się problem z zakresem ruchu wówczas pozostawiamy w użyciu dwie kule do 6 tygodnia lub ustąpienia dolegliwości);

Oдноśnie zaś zakresu obciążania:

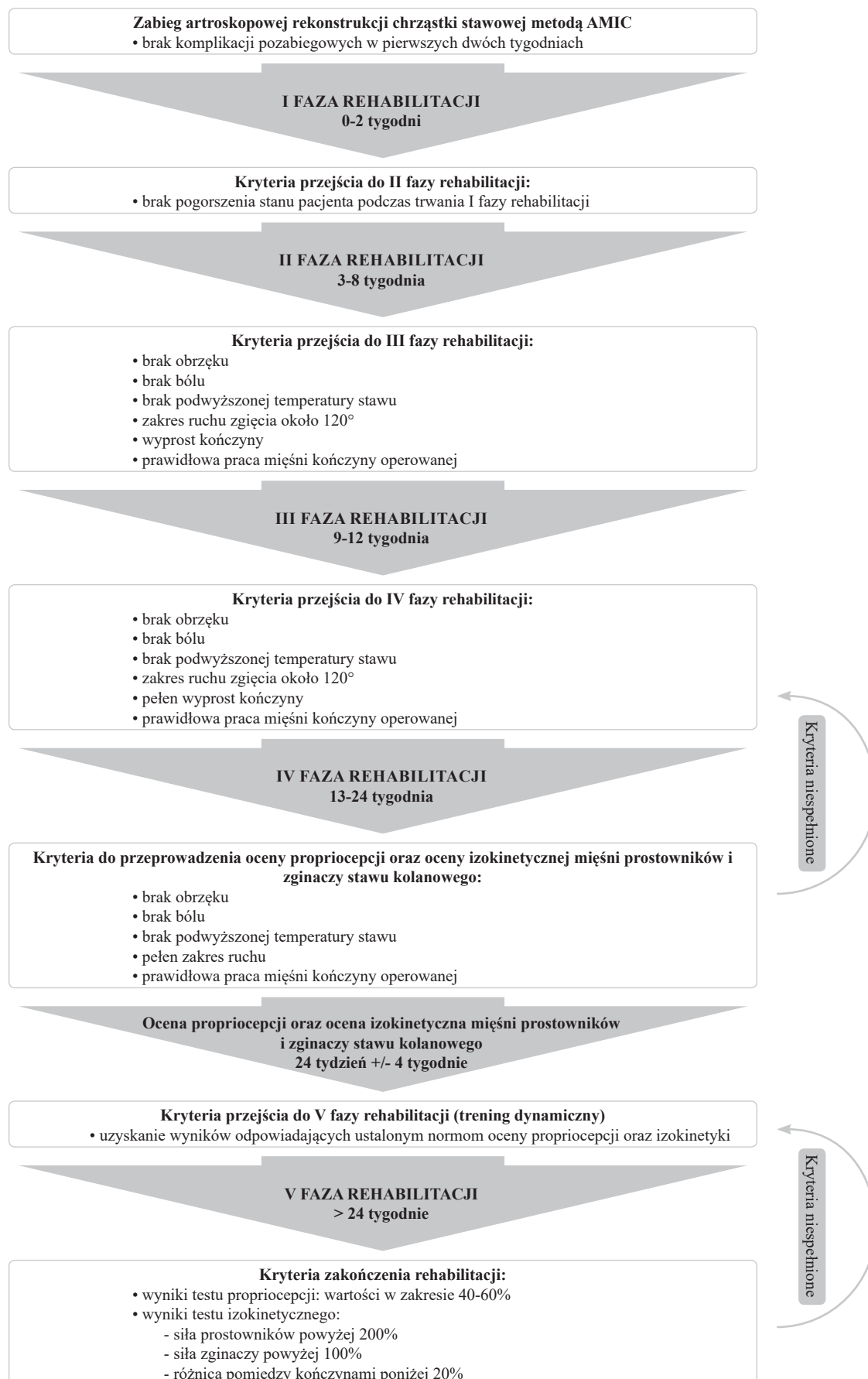
- a) do 4 tygodnia kontakt stopy z podłożem bez obciążania,
- b) od 4 tygodnia dodaje się obciążanie około 50%,
- c) pełne obciążanie osiągnęte jest w 6 tygodniu.

Wskazania do zakresu ruchu są następujące:

- a) zakresu ruchu na szynie CPM do 4 tygodnia 90-100°,
- b) od 6 tygodnia powyżej 100°.

Protokół rehabilitacyjny podzielony jest na 3 główne etapy: wczesny etap pooperacyjny, pośredni oraz powrotu do aktywności. Poszczególne etapy dzielą się na fazy, które przedstawiają ramy czasowe, które mają charakter orientacyjny. Najważniejszym elementem są kryteria umożliwiające przejście z jednej fazy do drugiej, schemat przedstawia rycina 16.

Rycina 16. Schemat faz rehabilitacji.



1. FAZA I (okres 1-14 dnia) wczesny etap pooperacyjna

W fazie I pacjent wykonuje ćwiczenia przeciwzakrzepowe. Stosowana jest również profilaktyka przeciwobrzękowa - wysokie ułożenie operowanej kończyny, schładzanie stawu oraz pończocha przeciwzakrzepowa. Zalecane zostają ćwiczenia rozciągające mięśnie kulszowo-goleniowe - w siadzie prostym. Ćwiczenia wzmacniające polegają na napięciu izometrycznym mięśnia czworogłowego, mięśni pośladków, przywodzicieli i odwodzicieli. Pacjent biernie ćwiczy zakres ruchu zgięcia operowanej kończyny do 90 stopni. Ćwiczenia są wykonywane przez pacjenta głównie w domu.

2. FAZA II (okres 3-8 tygodnia) – etap pośredni

Pacjent powraca do kliniki celem rozpoczęcia procesu rehabilitacji. Planuje się sesje z fizjoterapeutą 50-60 minut każda, 2-3 razy w tygodniu. W fazie II pacjent kontynuuje ćwiczenia przeciwzakrzepowe, działania przeciwobrzękowe, ćwiczenia zakresu ruchu, jak również ćwiczenia izometryczne mięśnia czworogłowego, mięśni pośladkowych, kulszowo-goleniowych i trójgłowego łydki. Zastosowanie znajduje szyna CPM w celu uzyskania ciągłego, biernego ruchu w zakresie 60-120 stopni w trakcie całej fazy II. Dodatkowo wykonywane są ćwiczenia czynne w leżeniu oraz ćwiczenia czynne stawu biodrowego w staniu (na nodze nieoperowanej ruchy kończyny operowanej z gumą Thera-Band w czterech kierunkach). Kolejno wprowadza się ćwiczenia propriocepcji w odciążeniu np. wciskanie piłki w ścianę operowaną kończyną w leżeniu na plecach oraz ćwiczenia wyprostu stawu kolanowego z ciężarkiem. Wykonywany jest również zestaw ćwiczeń „core stability” np. podpory przodem i bokiem. Jeżeli pacjent osiąga zakres ruchu operowanego stawu większy niż 120 stopni może rozpocząć ćwiczenia na rowerze stacjonarnym z minimalnym obciążeniem. W przypadku całkowitego zagojenia rany pacjent rozpoczyna zajęcia w basenie pływakim. Ćwiczenia w wodzie mają na celu zmniejszenie dolegliwości bólowych, zmniejszenie napięcia mięśniowego jak i poprawę zakresu ruchu. Ćwiczenia w wodzie rozpoczynamy od prostych wzorców np. chód (w pasie wypornościowym), a dzięki wyporności wody często łatwiej w tym środowisku wykonać zadane ruchy. Brak obrzęku, bólu, podwyższonej temperatury stawu, zakres ruchu zgięcia ok 120 stopni oraz wyprost jak i prawidłowa praca mięśnia czworogłowego są warunkiem przejścia do III fazy oraz poruszania się bez asekuracji kul łokciowych

3. FAZA III (okres 9-12 tygodni) – etap pośredni

W tej fazie sesje z fizjoterapeutą planuje się 2-3 razy w tygodniu po 50-60 minut każda. W fazie III wprowadzane są ćwiczenia w staniu. Początkowo pacjent uczy się prawidłowego obciążania operowanej kończyny na platformie dynamometrycznej, która obrazuje reakcję podłoża

za na siły nacisku, a dokładniej obciążanie kończyn w czasie wykonywania zadanych wzorców ruchowych. Kolejno wprowadzane są przysiady obunóż wykonywane do 1/3 zakresu ruchu, ćwiczenia propriocepcji w pełnym obciążeniu np. stanie na niestabilnym podłożu jednonóż oraz ćwiczenia rozciągające mięsień czworogłowy. Pacjent wykonuje również ćwiczenia naprzemienne na schodku, przysiady do 90° na stabilnym i niestabilnym podłożu oraz ćwiczenia wzmacniające mięśnie pośladkowe, czworogłowe, kulszowo-goleniowe w pełnym obciążeniu, lecz statycznie. Kontynuowane są ćwiczenia czynne stawu biodrowego z gumą Thera-Band, ale w staniu na kończynie operowanej. Wprowadzona zostaje bieżnia w celu zweryfikowania prawidłowego chodu. Kontynuacja zajęć w basenie pływakim, takich jak ćwiczenia siłowe ze zmianą stopnia trudności poprzez wykorzystanie siły wyporności, zmianę prędkości oraz wzorców ruchowych. Zaleca się wykonywanie ćwiczeń w domu.

Brak obrzęku, bólu i podwyższonej temperatury stawu oraz zakres ruchu zgięcia > 120 stopni, pełen wyprost i prawidłowa praca mięśni operowanej kończyny są warunkiem do rozpoczęcia fazy IV.

4. Faza IV (okres 13-24 tygodni) – etap powrotu do aktywności

W tej fazie sesje z fizjoterapeutą planuje się 1-2 razy w tygodniu po 50-60 minut każda. W fazie IV do wykonywanych wcześniej ćwiczeń dodaje się obciążenie zewnętrzne w zależności od kondycji i możliwości pacjenta oraz etapu tej fazy – od 5 do 20 kg. Kontynuowana jest rozgrzewka na rowerze stacjonarnym ze wzrastającym obciążeniem oraz ćwiczenia w zamkniętych łańcuchach kinematycznych na stabilnym i niestabilnym podłożu. Pacjent wykonuje przysiad jednonóż na stabilnym i niestabilnym podłożu oraz przysiady obunóż z obciążeniem zewnętrznym jak i przysiady jednonóż z obciążeniem zewnętrznym. Wprowadzenie ćwiczeń jednonóż jest bardzo ważnym elementem procesu rehabilitacji. Zwracamy uwagę na sposób wykonania jak i zakres ruchu. To ćwiczenie zalecane jest dla pacjentów, u których widać znaczną poprawę siły mięśniowej. Ćwiczenie to powinno być dopasowane do wieku jak i rodzaju przeprowadzonego zabiegu operacyjnego. Dodatkowo wprowadza się wykroki oraz tzw. martwy ciąg. Zaleca się wykonywanie ćwiczeń w domu. Brak obrzęku, bólu, podwyższonej temperatury operowanego stawu oraz pełen zakres ruchu i prawidłowa praca mięśni operowanej kończyny są warunkiem do wykonania oceny operowanego stawu.

Ocena składa się z oceny sposobu kontroli postawy ciała według testu Rivy na platformie Delos oraz oceny siły i wytrzymałości mięśni czworogłowych oraz zginaczy uda przy użyciu testu izokinetyki.

5. Faza V (okres 24-48 tygodni) – etap powrotu do aktywności

W tej fazie sesje z fizjoterapeutą planuje się 1-2 razy w tygodniu po 50-60 minut każda. Dodatkowo zaleca się kontynuację planu ćwiczeń w domu. Wysokie wyniki uzyskane w w/w testach pozwalają na rozpoczęcie ćwiczeń dynamicznych w ramach fazy V. W przypadku uzyskania przez pacjenta niskich wyników przeprowadzonej oceny zalecana jest kontynuacja ćwiczeń z fazy IV i wykonanie ponownego testu po upływie minimum 4 tygodni.

Trening taki powinien zawierać następujące elementy: skoki obunóż, skoki jednonóż, przeskoki oraz plyometria (ćwiczenia skocznościowe mające na celu zwiększenie dynamiki i mocy). Kolejno wprowadzane są marszo-biegi oraz finalnie bieg na bieżni.

W czasie całego programu rehabilitacyjnego wykonywane są przez fizjoterapeutę zabiegi terapii manualnej mającej na celu przywrócenie bezbolesnego, prawidłowego zakresu ruchu w stawie kolanowym. Terapia manualna jest wykonywana na stawy: mobilizacja, manipulacja oraz trakcja, na mięśnie: terapia tkanek miękkich oraz techniki relaksacji mięśniowej, jak i na struktury nerwowe: neuromobilizacje.

Wizyty rehabilitacyjne odbywały się od pierwszej do trzeciej fazy 2-3 razy w tygodniu a w fazie czwartej i piątej 1-2 razy w tygodniu po 60 minut, dodatkowo zalecane były ćwiczenia wykonywane w domu do momentu wykonania pierwszej oceny sposobu kontroli postawy ciała na platformie Delos oraz oceny izokinetycznej siły i wytrzymałości mięśniowej. Po uzyskaniu zadowalających wyników (odpowiadającym założonym normom) pacjent raz w miesiącu miał zaplanowaną wizytę kontrolną, na której weryfikowano wykonywane ćwiczenia jak również stan ogólny operowanego stawu. Pacjenci, którzy nie uzyskali zadowalających wyników oceny kontynuowali proces rehabilitacji 2 razy w tygodniu do momentu pozytywnych wyników oceny, która powtarzana była co 4 tygodnie.

Graficzne przedstawienie protokołu rehabilitacyjnego zestawione zostało w tabeli stanowiący załącznik nr 2 do przedmiotowej pracy.

4. Metodyka badań

4.1. Harmonogram badań

Ocenę propriocepcji według teorii Rivy (ocenę sposobu kontroli postawy ciała) oraz ocenę izokinetyczną przeprowadzono dwukrotnie u każdego pacjenta w okresie 12 i 24 miesiące po zabiegu. Wyniki badań naniesiono do wcześniej opisanych norm oraz porównano wyniki otrzymane dla kończyny operowanej, z wynikami kończyny nieoperowanej, jak również porównano wyniki kończyny operowanej w grupie badanej, z wynikami kończyny niedominującej w grupie kontrolnej.

4.2. Ocena sposobu kontroli postawy ciała

W celu określenia poziomu stabilności posturalnej wykonano test statyczny (ang. *Static Riva Test - SRT*) oraz dynamiczny (ang. *Dynamic Riva Test - DRT*) wg koncepcji Rivy z wykorzystaniem urządzenia Delos Postural Proprioceptive System.

W tym miejscu dla porządku należy wskazać, że system DELOS tworzą:

1. Kontroler Pionu (ang. *Delos Vertical Controller - DVC*) – czytnik kontroli postawy. Rejestruje oraz wizualizuje w czasie rzeczywistym przednio-tyłne ruchy tułowia oraz boczne jego pochylenie,
2. Asystent Postawy (ang. *Delos Postural Assistant - DPA*) – jest metalową poprzeczką, na której zamontowany jest czujnik podczerwieni, który rejestruje każde podparcie i przesyła tę informację do programu komputerowego. Informuje o nieprzerwanym, najdłuższym czasie, w którym badana osoba utrzymała równowagę,
3. Platforma Równowagi (ang. *Delos Equilibrium Board - DEB*) – ruchoma (o nieskończonej liczbie stopni swobody), elektroniczna platforma pozwalająca na ocenę czucia głębokiego badanej kończyny na podstawie kontroli pozycji platformy,
4. Analizator Systemu Postawy (ang. *Postural System Analyzer - PSA*) – oprogramowanie zainstalowane na komputerze, które pozwala na analizę danych z DVC i DEB jak również przedstawia graficznie dane na monitorze. Dzięki temu programowi jest możliwe organizowanie spersonalizowanego programu treningowego, wybranego spośród 40 kursów i 100 automatycznych protokołów, jakie są do wyboru [81].

Za pomocą systemu DELOS określone są współrzędne takie jak:

1. średnie współrzędne osiowe: średnia wychyleń tułowia w stosunku do pionowej osi ciała (*Postural Strategy*- PS). Współrzędne obliczane są dla osi X – wychylenie boczne oraz dla osi Y - wychylenie przednio-tyłne (DVC) określone w stopniach;
2. odchylenie od wypadkowej średnich osi: dotyczy odchyleń chorego od wypadkowej średnich osi próby. Obliczone w odniesieniu do osi X lub osi Y (DVC), określone w stopniach;
3. średnia błędu: dotyczy średniej wartości wychylenia platformy w stosunku do płaszczyzny poziomej. Określana w stopniach lub milimetrach. Wysokie wartości świadczą o niskim stopniu precyzji ruchu i słabej kontroli proprioceptywnej (DEB);
4. średnia prędkości kołysania: określa średnią prędkości przesunięcia równoległego punktu podparcia platformy (DEB). Określana jest w centymetrach na sekundę;
5. wypadkowa średnich osi: wyrażona w stopniach, odnosi się do średniej wartości nachylenia platformy w odniesieniu do płaszczyzny poziomej (DEB). Określana w stopniach;
6. czas utrzymania platformy bez ruchu: to średniej wartości przedział czasu, w którym badana osoba utrzymała platformę bez ruchu (DEB). Określony ilorazem 0°/ sekundę;
7. niestabilność układu człowiek-platforma – to suma elementów takich jak: „średnie współrzędnych osiowych” i „średnia błędu”. Przedstawia całkowitą niestabilność układu, określona jest w procentach;
8. wskaźnik sposobu utrzymania pionowej postawy (*Postural Priority* - PP) – jest to iloraz parametrów: „Odchylenia od wypadkowej średnich osi” i „średnia błędu”. Określona w procentach. Wymiar wskaźnika przedstawia sposób kontroli postawy: wartości wskaźnika >60% świadczy o prawidłowym wzrokowo-proprioceptywnym sposobie kontroli postawy; przedział wartości 40-60% ukazuje zaburzony wzrokowo-proprioceptywny sposób kontroli postawy; wartości <40% świadczą o przedsionkowym (ratunkowym) sposobie kontroli [81].

Test SRT składa się z czterech prób: dwóch z oczami otwartymi i dwóch z oczami zamkniętymi, trwającymi każda po 20 sekund. Podczas trwania próby pacjent stoi na boso na jednej kończynie dolnej, naprzemiennie, zaczynając od lewej. Kończyna dolna nie biorąca udziału w teście, niebędąca nogą podporową jest rozluźniona i nie dotyka podłoża. Kończyny górne

ułożone są wzdłuż ciała (Rycina 17). W sytuacji utraty równowagi grożącej upadkiem możliwe jest podparcie na Asystencie Postawy w celu powrotu do pozycji wyjściowej. Kontroler Pionu zamocowany na klatce piersiowej osoby badanej rejestruje wychylenia tułowia od osi x i y z dokładnością do 0,1 stopnia, Analizator Systemu Postawy oblicza czas trwania podporu i częstość z jaką badana osoba musiała go wykorzystywać, aby utrzymać równowagę. Test ten pozwala na ocenę w jakim stopniu badana osoba polega na kompensacji wzrokowej w czasie utrzymywania równowagi stojąc na jednej kończynie dolnej, dzięki czemu można pośrednio rozróżnić jaka jest wydolność systemu archeoproprioceptywnego.

W teście DRT osoba badana stoi jednonóż, naprzemiennie, na boso, środek stopy ustawiony na środku Platformy Równowagi. Test składa się z dwunastu prób, każda po 30 sekund. W trakcie pierwszych ośmiu kończyny górne ułożone są swobodnie wzdłuż ciała i wykorzystywane są do podparcia w przypadku utraty równowagi (Rycina 18). Ostatnie 4 próby wykonywane są ze splecionymi kończynami górnymi za tułowiem. Obliczany jest tzw. Wskaźnik Sposobu Utrzymania Pionowej Postawy (*Postural Priority*).



Rycina 17. Pozycja pacjenta badanego podczas próby statycznej testu kontroli postawy ciała.



Rycina 18. Pozycja pacjenta badanego podczas próby dynamicznej testu kontroli postawy ciała.

Urządzenie *Delos Postural System* służy zarówno do oceny stabilności dynamicznej i statycznej ciała dającej obraz poziomu kontroli proprioceptywnej, jak i do treningu pomagającego zwiększać jej obniżony poziom. Pozwala znacznie zmniejszyć liczbę kontuzji i odtworzyć prawidłową stabilność stawu po już zaistniałych kontuzjach czy zabiegach operacyjnych. Jest to przydatne narzędzie, dzięki któremu możemy obiektywnie ocenić poziom kontroli proprioceptywnej oraz efektywność prowadzonego przez fizjoterapeutów programu rehabilitacji [63-65].

W badaniach przeanalizowany został parametr określający wychylenia tułowia w trakcie wykonywania testu statycznego (*Postural Strategy*) oraz wskaźnik sposobu utrzymania pionowej postawy podczas próby dynamicznej (*Postural Priority*) w celu określenia sposobu kontroli postawy ciała.

4.3. Ocena izokinetyczna

Drugim etapem badania jest przystąpienie do oceny siły i wytrzymałości mięśniowej, do czego wykorzystywana jest izokinetyczna ocena stawu kolanowego. Ocena ta dotyczy mięśni prostowników i zginaczy stawu kolanowego. Została wykonana u pacjentów po rekonstrukcji chrząstki stawowej metodą AMIC na stanowisku do badań izokinetycznych „Biodex 3”. Biodex System 3 to zestaw do oceny i treningu nerwowo-mięśniowego w warunkach: pracy izometrycznej, izotonicznej (koncentrycznej i ekscentrycznej), izokinetycznej (ekscentrycznej i koncentrycznej), reaktywnej ekscentrycznej i ruchu biernego z możliwością pełnej archiwizacji i eksportu danych do analizy statystycznej. Urządzenie wyposażone jest w regulowany elektrycznie, wygodny, obrotowy, przesuwany na podstawie fotel oraz dynamometr elektryczny regulowany w trzech płaszczyznach do testów/ćwiczeń na zróżnicowanej grupie pacjentów. Do analizy wykonanych badań lub ćwiczeń służy mobilna stacja robocza z panelem kontrolnym.

Przed wykonaniem testu pacjent poddawany był rozgrzewce w skład, której wchodziła 15 minutowa jazda na rowerze stacjonarnym oraz zestaw dynamicznych ćwiczeń rozciągających.

W trakcie badania pacjent został unieruchomiony na fotelu, za pomocą pasów, w celu wyizolowania ruchu w badanym stawie.

W trakcie każdego badania ustalony był zakres ruchu stawu kolanowego 0° - 90° . Test polegał na wykonywaniu ciągłego, powtarzalnego ruchu zgięcia i wyprostu (Rycina 19 i 20). Każdy pacjent wykonywał trzy próby przy wysiłkach poniżej maksymalnego oraz stopniowo rosnącym obciążeniu (50%, 75% i około 100% maksymalnej zdolności). Na test maksymalnego momentu siły składają się trzy powtórzenia, a na test wytrzymałości mięśniowej, czyli pracy całkowitej – 30 powtórzeń. Test rozpoczynał się od kończyny nieoperowanej [74].



Rycina 19. Pozycja osoby badanej podczas testu izokinetycznego.



Rycina 20. Ruch wyprostu w stawie kolanowym podczas testu izokinetycznego.

Podczas testu izokinetycznego oceniane są parametry prędkościowo-siłowe oraz wytrzymałościowe mięśni przy prędkościach kątowych $60^{\circ}/s$ i $240^{\circ}/s$ z ich interpretacją kliniczną:

1. szczytowa wartość maksymalnego momentu siły prostowników i zginaczy stawu kolanowego (Peak Torque) – najwyższa wartość momentu siły w każdym momencie trwania testu. W niniejszym opracowaniu określana jest liczbowo dla najwyższej wartości. Parametr ten może być również oznaczony jako maksymalna wartość momentu siły w 20 sekundzie wykonywanej próby lub w zależności od kąta ustawienia kończyny w momencie, kiedy kończyna zgięta jest pod kątem 20° . W przypadku różnych rodzajów schorzeń oraz badanych stawów wykorzystywane są różne parametry. Dla celów badań naukowych w opracowaniach statystycznych wykorzystywane są do analizy wyniki szczytowej wartości maksymalnego momentu siły najwyższe dla danej próby. Dzięki temu poznajemy maksymalne możliwości siłowe badanej grupy mięśniowej. Analizujemy, czy nastąpił spadek, a jeśli tak to jak duży, w stosunku do nieoperowanej kończyny;
2. szczytowa wartość maksymalnego momentu siły prostowników i zginaczy stawu kolanowego w stosunku do masy ciała (Peak Torque/BodyWeight) (%) – współczynnik najwyższej wartości maksymalnego momentu siły w stosunku do masy ciała. Parametr ten dokładniej opisuje możliwości pacjenta, gdyż w sytuacji, gdy osoba badana o większej masie ciała wygeneruje identyczne co do wartości momenty siły, w porównaniu z osobą o mniejszej masie, to w rzeczywistości są to wyniki funkcjonalnie słabsze. Współczynnik ten umożliwia wykonanie analizy statystycznej w grupie niejednorodnej pod względem masy ciała;
3. maksymalna moc prostowników i zginaczy stawu kolanowego (Max. Power) – stosunek wartości maksymalnej pracy wykonanej w określonym czasie do tego czasu;
4. całkowita praca prostowników i zginaczy stawu kolanowego w czasie testu (Total Work) – wartość całej pracy wykonanej podczas wszystkich powtórzeń jednego testu. Ukazuje w jakim stopniu badana osoba jest w stanie utrzymać najwyższe wartości maksymalnych momentów sił dla wszystkich wykonanych powtórzeń. Przy analizie tego parametru niezwykle ważne jest ustawienie prawidłowego zakresu ruchu oraz korygowanie, aby test wykonany był przez pacjenta w pełnym zakresie ruchu. Zmniejszony zakres ruchu będzie skutkował mniejszymi wartościami całkowitej pracy, mimo że szczytowe momenty sił mogą być generowane na wysokim poziomie;
5. stosunek procentowy najwyższych maksymalnych momentów sił zginaczy do prostowników (FLX/EXT Ratio%) – informuje o prawidłowym lub zaburzonym bilansie sił mięśni zginaczy i prostowników kolana. Zaburzony bilans mięśniowy może zwiększać prawdopo-

dobieństwo doznania urazu [72].

W badaniach do analizy wykorzystano wartości parametrów określających szczytową wartość momentu siły prostowników (EXT Peak Torque 60) i zginaczy (FLX Peak Torque 60), szczytową wartość maksymalnego momentu siły prostowników i zginaczy stawu kolanowego w stosunku do masy ciała (EXT i FLX Peak Torque/BW 60), całkowitą pracę prostowników i zginaczy (EXT i FLX Total Work 240) oraz stosunek procentowy najwyższych maksymalnych momentów sił zginaczy do prostowników. Wyniki mają na celu określenie deficytów operowanej kończyny w stosunku do nieoperowanej, uzyskanie oczekiwanych wyników w stosunku do masy ciała jak i porównanie uzyskanych wyników z wynikami grupy kontrolnej.

4.4. Ocena subiektywna stawu kolanowego

Do oceny subiektywnej stawu kolanowego zastosowano dwie skale zawierające informacje o dolegliwościach stawu kolanowego i ich wpływie na funkcjonowanie chorego w życiu codziennym. Wybrano formularz subiektywnej oceny kolana IKDC 2000 (załącznik nr 3) ponieważ jest obecnie jedną z najbardziej popularnych i najczęściej używanych kwestionariuszy [82,83] oraz 100 punktowej skali oceny stawu kolanowego wg Lysholma (załącznik nr 4), która również jest stosowana powszechnie [84,85]. Popularność i częste zastosowanie użytych skal daje możliwość porównania uzyskanych wyników z innymi badaczami. Zaznaczyć należy, że pacjent każdorazowo samodzielnie wypełniał formularze.

4.5. Metodyka oceny wyników

4.5.1. Metodyka oceny badania sposobu kontroli postawy ciała

Analiza statystyczna wyników oceny sposobu kontroli wzrokowoproprioceptywnej została przeprowadzona dla wartości parametrów średnich współrzędnych osiowych (Postural Strategy) oraz wskaźnika sposobu utrzymania pionowej postawy.

Do celów analitycznych zebrano dane w trakcie badania sposobu kontroli postawy ciała według norm dla wybranych parametrów dynamicznych testów Rivy na urządzeniu Delos *Postural Proprioceptive System* (DPPS) [63-65].

Wykonano analizę wyników dla:

1. średnich współrzędnych osiowych: średnia wychyleń tułowia w stosunku do pionowej osi ciała. Współrzędne obliczane są dla osi X – wychylenie boczne oraz dla osi Y - wychylenie przednio-tyłne (DVC) określane w stopniach – parametru PS. Wyniki klasyfikowane są w następujących przedziałach i określają stopień kontroli:
 - 0-1° – doskonały
 - 1-2,5° – bardzo dobry
 - 2,5-5° – dobry
 - 5-9° – dostateczny
 - >9° – niedostateczny
2. wskaźnika sposobu utrzymania pionowej postawy – parametru PP. Uzyskane wyniki świadczą o sposobie kontroli postawy ciała:
 - 60% - prawidłowa strategia posturalna
 - 40-60% – zaburzona
 - < 40% – zła

4.5.2. Metodyka oceny badania izokinetycznego

W celu określenia siły i wytrzymałości mięśniowej wykonano analizę statystyczną oceny izokinetycznej dla wartości maksymalnego momentu siły prostowników i zginaczy (Peak Torque), szczytowej wartości maksymalnego momentu siły prostowników i zginaczy stawu kolanowego w stosunku do masy ciała (Peak Torque/BodyWeight), dla wartości pracy całkowitej prostowników i zginaczy (Total Work) oraz dla stosunku procentowego najwyższych maksymalnych momentów sił zginaczy do prostowników (Flx/Ext Ratio%). Na tej podstawie

stworzono zmienne dotyczące kończyn nieoperowanych i operowanych. Stosowane są skale z wytycznymi według norm, które określają czy wartości uzyskanych parametrów odpowiadają wynikom w stosunku do masy ciała jak i różnic pomiędzy kończynami [71,74].

Skala wyników dla wartości szczytowego maksymalnego momentu siły prostowników i zginaczy stawu kolanowego w stosunku do masy ciała (Peak Torque/BodyWeight) [71,74].

a) prostowniki:

- <200% niedostateczny
- 200-249% dostateczny
- 250-299% dobry
- 300-349% bardzo dobry
- >350% doskonały

b) zginacze:

- <100% niedostateczny
- 100-149% dostateczny
- 150-199% dobry
- 200-249% bardzo dobry
- >250% doskonały

c) różnica pomiędzy kończynami:

- >20% zły
- 11-20% dostateczny
- <10% dobry

d) stosunek procentowy siły zginaczy do prostowników (Flx/Ext Ratio%)

- <50(przewaga prostowników) i >71(przewaga zginaczy) - zły
- 50- 56 (przewaga prostowników) i 68-71(przewaga zginaczy) - dobry
- 57-61 (przewaga prostowników) i 63-67(przewaga zginaczy) – bardzo dobry
- 62 - doskonały

4.5.3. Metodyka subiektywnej oceny stawu kolanowego

4.5.3.1. Formularz subiektywnej oceny kolana IKDC 2000

Według wytycznych dotyczących interpretacji formularza subiektywnej oceny kolana IKDC 2000, dla oceny odpowiedzi na każde pytanie zastosowano technikę liczebników po-

rządkowych. Odpowiedzi przedstawiające najwyższy poziom dolegliwości oceniane były na 0 punktów, podobnie jak te świadczące o najniższym poziomie aktywności. Wskaźnik IKDC odczytujemy jako ocenę funkcji stawu kolanowego, gdzie wysokie wyniki świadczą o wyższym poziomie aktywności i niższym poziomie dolegliwości. Wyniki wskaźnika kolana IKDC przedstawiają ocenę funkcji stawu kolanowego [74]:

- bardzo dobry – 90-100,
- dobry – 76-89,
- dostateczny – 50-75,
- niedostateczny - < 50.

4.5.3.2. 100 punktowa skala oceny stawu kolanowego wg Lysholma

Przy drugim wykonywanym badaniu skala składa się z 8 grup pytań, w której każda odpowiedź ma przyporządkowaną odpowiednią, według formularza, ilość punktów. Uzyskana wysoka suma punktów świadczy o wysokim poziomie funkcjonalnym pacjenta po zabiegu stawu kolanowego. Łącznie pacjent może otrzymać 100 punktów. Wyniki subiektywnej oceny dolegliwości wg Lysholma przedstawiają ocenę funkcji stawu kolanowego [74]:

- doskonała - 90-100,
- bardzo dobra – 80-89,
- dobra – 70-79,
- dostateczna – 60-69,
- niedostateczna - < 60.

4.5.4. Metody statystyczne użyte w pracy

W celu analizy zebranego materiału badawczego zastosowano szereg metod statystycznych. Powyższe było uwarunkowane różnorodnością zawartych problemów badawczych. Do prezentacji wyników dla zmiennych ilościowych użyto statystyk opisowych takich jak średnia arytmetyczna, odchylenie stand, 95 % przedział ufności (95%CI). Natomiast zmienne jakościowe przedstawiono za pomocą liczności i procentu.

Dla wszystkich parametrów ilościowych sprawdzono zgodność ich rozkładu z rozkładem normalnym. Ocenę zgodności przeprowadzono testem Schapiro-Wilka, a jednorodność wariancji sprawdzono testem Levene'a. Jako krytyczny poziom istotności przyjęto poziom $p=0,05$.

Analizę istotności różnic pomiędzy grupą badaną, a kontrolną dla parametrów o rozkładzie normalnym i jednorodnych wariancjach, sprawdzono testem t-Studenta. Dla zmien-

nych, które miały rozkład normalny, lecz nie spełniały warunków jednorodności wariancji zastosowano test t z niezależną estymacją wariancji. Natomiast różnicę między grupami, kiedy przynajmniej jedna zmienna nie miała spełnionego warunku normalności sprawdzono testem U Manna-Whitneya.

Analizę istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi, a dwoma terminami badań oraz kończynami dolnymi dla parametrów o rozkładzie normalnym, sprawdzono testem t-Studenta. Dla zmiennych, które nie spełniały warunków normalności przynajmniej w jednym z terminów sprawdzono testem kolejności par Wilcoxona.

Analizę istotności różnic, pomiędzy wartościami średnimi pomiędzy trzema terminami badań dla parametrów o rozkładzie normalnym sprawdzono testem analizy wariancji (ANOVA) oraz post-hoc Tukeya (HSD). Dla zmiennych o rozkładzie różnym od normalnego, sprawdzono analizą wariancji Friedmana oraz testem post-hoc Friedmana.

W celu zbadania efektów i interakcji pomiędzy kończynami dolnymi (operowana i nieoperowana) po zastosowaniu operacji (termin pierwszy i drugi) zastosowano test analizy wariancji dla powtarzalnych pomiarów (ANOVA 2x2).

Dla par parametrów o rozkładach normalnych obliczono współczynnik korelacji Pearsona, dla parametrów o rozkładach różnych od normalnego (przynajmniej jeden z parametrów miał rozkład różny od normalnego) obliczono współczynnik korelacji porządku rang Spearmana.

Dla oznaczenia poziomu istotności stwierdzających związek lub różnicę zastosowano następujące oznaczenia: $p < 0,05$, – wartości istotne statystycznie, $p \geq 0,05$ – wartość nieistotna statystycznie [86-87]. Analizę statystyczną wyników badań wykonano przy pomocy pakietu statystycznego STATISTICA 13.1 (StatSoft Inc.).

5. Wyniki

W pracy przedstawiono wyniki testu wykonywanego według koncepcji Rivy na platformie Delos oraz wyniki oceny izokinetycznej siły i wytrzymałości mięśniowej, a dokładniej prostowników i zginaczy stawu kolanowego. Ocena odbywała się 12 miesięcy i 24 miesięcy po zabiegu. Porównano wyniki kończyny operowanej do nieoperowanej, porównano dwa terminy oraz zestawiono uzyskane rezultaty z grupą kontrolną. Odniesiono uzyskane wyniki do określonych norm, zaś na końcu przedstawiono subiektywną ocenę pacjenta i skorelowano ją z wartościami uzyskanymi przez pacjenta w sile i wytrzymałości mięśniowej.

5.1. Wyniki przeprowadzonych testów 12 miesięcy po zabiegu (pierwszy termin).

5.1.1. Analizując wyniki sposobu kontroli postawy ciała pacjentów 12 miesięcy po zabiegu nie zanotowano różnic istotnych statystycznie dla PP $p=0,4400$ – w teście dynamicznym oraz dla PS $p=0,7182$ – w teście statycznym. Wartość parametru Postural Priority dla kończyny operowanej była nieznacznie niższa niż dla kończyny nieoperowanej. Wartość parametru Postural Strategy świadczyła o dostatecznym stopniu kontroli (wychyleniach tułowia). Rozkład wyników uzyskanych dla oceny parametrów sposobu kontroli postawy ciała zawiera tabela 7.

Tabela 7. Wartości parametrów badanych w czasie oceny kontroli postawy ciała 12 miesięcy po zabiegu

Parametry	Kończyna dolna			
	nieoperowana	operowana	test t	wartość p
PP [%]	48,42 ± 10,39	47,04 ± 10,25	0,79	0,4400
PS [°]	7,42 ± 8,59	7,79 ± 8,32	-0,37	0,7182

PP- Postural Priority

PS- Postural Strategy

Wartość $p \leq 0,05$ istotne statystycznie; $p > 0,05$ nieistotne statystycznie

5.1.2 W wynikach oceny izokinetycznej 12 miesięcy po zabiegu różnice istotne statystycznie wystąpiły we wszystkich mierzonych parametrach. Największe dotyczą maksymalnego momentu siły w stosunku do masy ciała (Peak Torque/Body Weight) $p \leq 0,0001$ oraz pracy całkowitej (Total Work) $p=0,0038$ dla mięśni prostowników stawu kolanowego. Zestawienie wszystkich analizowanych parametrów przedstawia tabela 8.

Tabela 8. Wartości parametrów mierzonych w czasie oceny izokinetycznej 12 miesięcy po zabiegu (pierwszy termin).

Ruch	Parametry	Kończyna dolna			
		nieoperowana	operowana	test t	wartość p
EXT	PeakTorque/BW 60 [%]	240,8 ± 53,56	174,7 ± 67,91	5,73	≤0,0001
	Total Work 240 [J]	3046,3 ± 725,85	2609,6 ± 778,50	3,37	0,0038
FLX	PeakTorque/BW 60 [%]	143,9 ± 41,28	130,8 ± 40,47	2,83	0,0119
	Total Work 240 [J]	2032,9 ± 525,74	1897,9 ± 516,33	2,47	0,0249

EXT - extension

FLX – flexion

Wartość $p \leq 0,05$ istotne statystycznie; $p > 0,05$ nieistotne statystycznie

Analizując parametry EXT i FLX maksymalny moment siły Peak Torque oraz maksymalny moment siły w stosunku do masy ciała (Peak Torque/Body Weight) udowodniono, że wybór parametru nie ma wpływu na różnice statystyczne, dlatego w dalszej analizie wyników przeprowadzonych badań oceny izokinetycznej zostanie wykorzystany parametrem EXT i FLX Peak Torque/BW. Dodatkowo zostanie podana wartość parametrów w porównaniu z oczekiwaną w stosunku do masy ciała osoby badanej.

5.2. Wyniki przeprowadzonych testów 24 miesiące po zabiegu (2 termin).

5.2.1. Analizując wyniki sposobu kontroli postawy ciała pacjentów 24 miesiące po zabiegu nie zanotowano różnic istotnych statystycznie dla PP (Postural Priority) $p=0,1858$ – w teście dynamicznym oraz dla PS (Postural Strategy) $p=0,6481$ – w teście statycznym. Wartość parametru Postural Priority dla kończyny operowanej była nieznacznie niższa niż dla kończyny nieoperowanej. Wartość parametru Postural Strategy świadczyła o bardzo dobrym stopniu kontroli.

Wartości uzyskane przez kończynę operowaną i nieoperowaną świadczą o zaburzonym sposobie kontroli postawy ciała. Rozkład wyników uzyskanych dla oceny parametrów sposobu kontroli postawy ciała zawiera tabela 9.

Tabela 9. Wartości parametrów badanych w czasie oceny kontroli postawy ciała 24 miesiące po zabiegu

Parametry	Kończyna dolna			
	nieoperowana	operowana	test t	wartość p
PP [%]	49,11 ± 9,45	46,4 ± 9,92	1,38	0,1858
PS [°]	2,02 ± 3,36	1,78 ± 2,42	0,46	0,6481

PP- Postural Priority

PS- Postural Strategy

Wartość $p \leq 0,05$ istotne statystycznie; $p > 0,05$ nieistotne statystycznie

5.2.2. W wynikach oceny izokinetycznej 24 miesiące po zabiegu różnice istotne statystycznie wystąpiły w parametrach mierzonych dla mięśni prostowników: maksymalnego momentu siły w stosunku do masy ciała (Peak Torque/Body Weight) $p=0,0169$ oraz pracy całkowitej (Total Work) $p=0,0448$. Zestawienie wszystkich analizowanych parametrów przedstawia tabela 10.

Tabela 10. Wartości parametrów mierzonych w czasie oceny izokinetycznej 24 miesiące po zabiegu (drugi termin)

Ruch	Parametry	Kończyna dolna			
		nieoperowana	operowana	test t	wartość p
EXT	PeakTorque/BW 60 [%]	227,9 ± 53,69	199,8 ± 68,37	2,66	0,0169
	Total Work 240 [J]	3024,5 ± 594,28	2821,3 ± 595,44	2,17	0,0448
FLX	PeakTorque/BW 60 [%]	135,8 ± 40,29	128,9 ± 40,27	1,52	0,1467
	Total Work 240 [J]	1860,6 ± 548,06	1784,7 ± 565,33	1,08	0,2950

EXT - extension

FLX – flexion

Wartość $p \leq 0,05$ istotne statystycznie; $p > 0,05$ nieistotne statystycznie

5.3. Porównanie wyników uzyskanych w pierwszym terminie badania (12 miesięcy) i drugim terminie (24 miesiące) po zabiegu.

5.3.1. Porównując wyniki oceny sposobu kontroli postawy ciała kończyny operowanej do nieoperowanej w pierwszym oraz drugim terminie po zabiegu nie wystąpiły różnice istotne statystycznie. Dokładne zestawienie wyników znajduje się w tabeli 11.

Tabela 11. Porównanie wyników parametrów PP i PS w 1 oraz 2 terminie badania

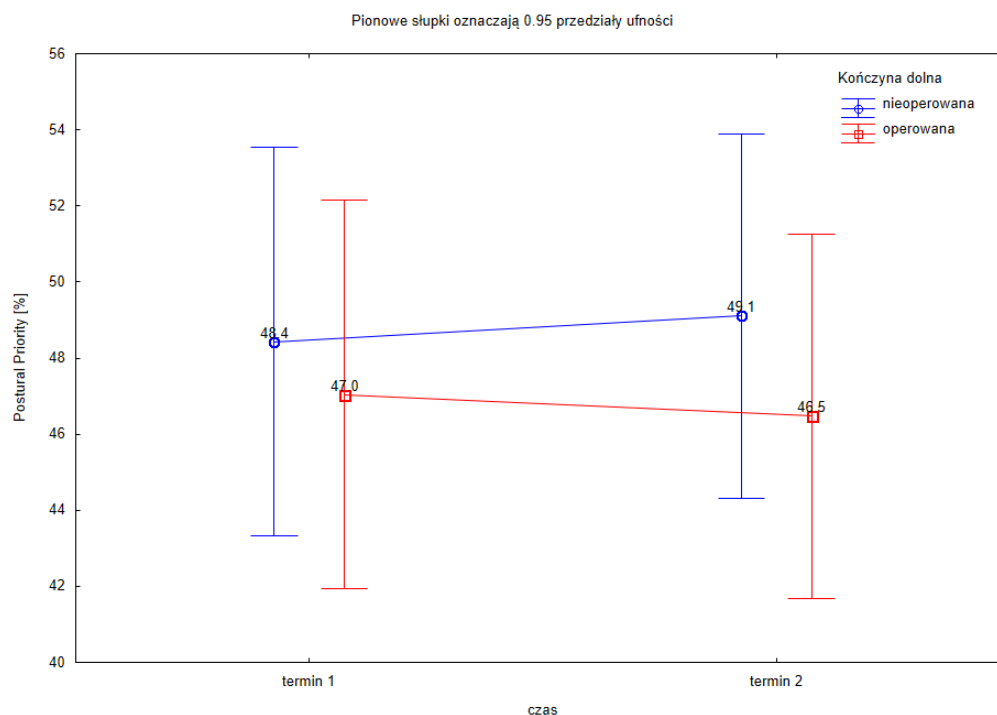
termin 1		termin 2		
Parametry	Kończyna dolna			
	nicoperowana	operowana	nicoperowana	operowana
PP [%]	48,4 ± 10,39	47,0 ± 10,25	49,1 ± 9,45	46,5 ± 9,92
PS [°]	7,4 ± 8,59	7,8 ± 8,32	2,0 ± 3,36	1,8 ± 2,42

PP- Postural Priority

PS- Postural Strategy

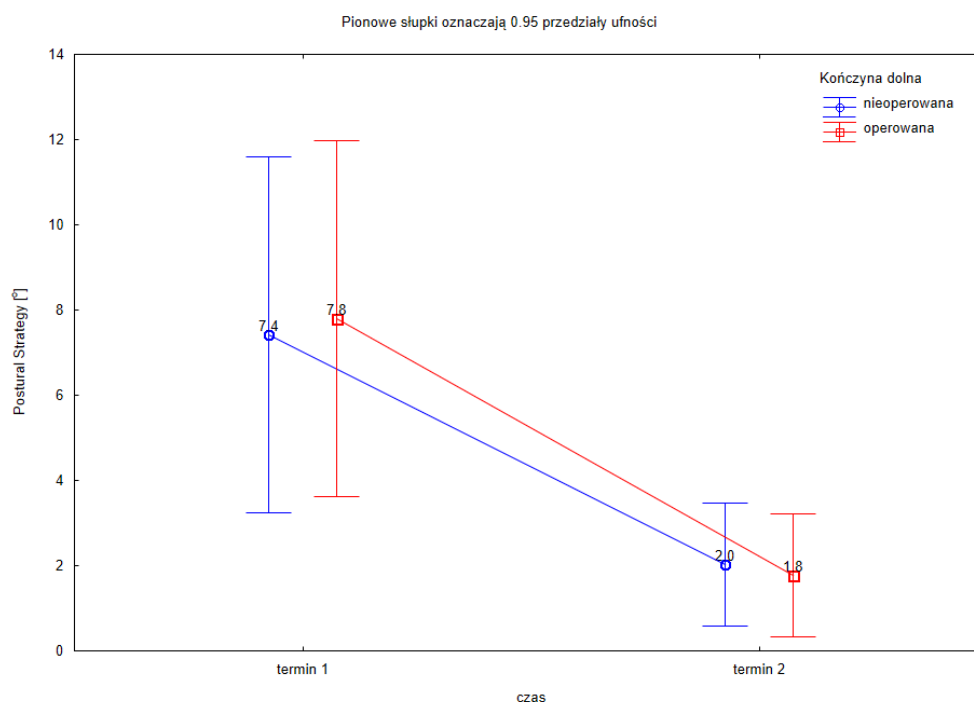
Analiza wariancji z powtarzalnymi pomiarami badająca wpływ czasu i kończyny na PP nie wykazała istotnego statystycznie wpływu czasu na badany parametr $p=0,9690$. Brak istotnego statystycznie zróżnicowania między kończynami (nieoperowaną i operowaną) $p=0,5389$ nie odnotowano również istotnej statystycznie interakcji (kończyna x termin) $p=0,5918$. Zmianę tego parametru przedstawia wykres 1.

Wykres 1. Zmiana wartości parametru PP w 1 oraz 2 terminie badania, $p=0,5919$



Analiza wariancji z powtarzalnymi pomiarami badająca wpływ czasu i kończyny na PS wykazała istotny statystycznie wpływ czasu na badany parametr $p=0,003$. Brak istotnego statystycznie zróżnicowania między kończynami (nieoperowaną i operowaną) $p=0,9658$, nie odnotowano również istotnej statystycznie interakcji (kończyna x termin) $p=0,8296$. Zmianę tego parametru przedstawia wykres 2.

Wykres 2. Zmiana wartości parametru PS w 1 oraz 2 terminie badania, $p=0,8296$



5.3.2. Porównując wyniki oceny izokinetycznej wykonanej 12 i 24 miesiące po zabiegu uzyskano różnice istotne statystycznie w ruchu wyprostu w dwóch pomiarach, czyli maksymalnego momentu siły (Peak Torque) oraz pracy całkowitej (Total Work). Pełna analiza porównawcza parametrów została zawarta w tabeli 12.

Tabela 12. Porównanie wyników parametrów izokinetycznych w 1 oraz 2 terminie badania

Ruch	Parametry	termin 1		termin 2	
		nieoperowana	operowana	nieoperowana	operowana
EXT	PeakTorque/BW 60[%]	240,8 ± 53,56	174,6 ± 67,90	227,9 ± 53,69	199,8 ± 68,37
	Total Work 240 [J]	3046,2 ± 725,85	2609,5 ± 778,50	3024,4 ± 594,28	2821,2 ± 595,44
FLX	PeakTorque/BW 60[%]	143,9 ± 41,28	130,8 ± 40,47	135,8 ± 40,29	128,9 ± 40,27
	Total Work 240 [J]	2032,8 ± 525,74	1897,8 ± 516,33	1860,5 ± 548,06	1784,6 ± 565,33

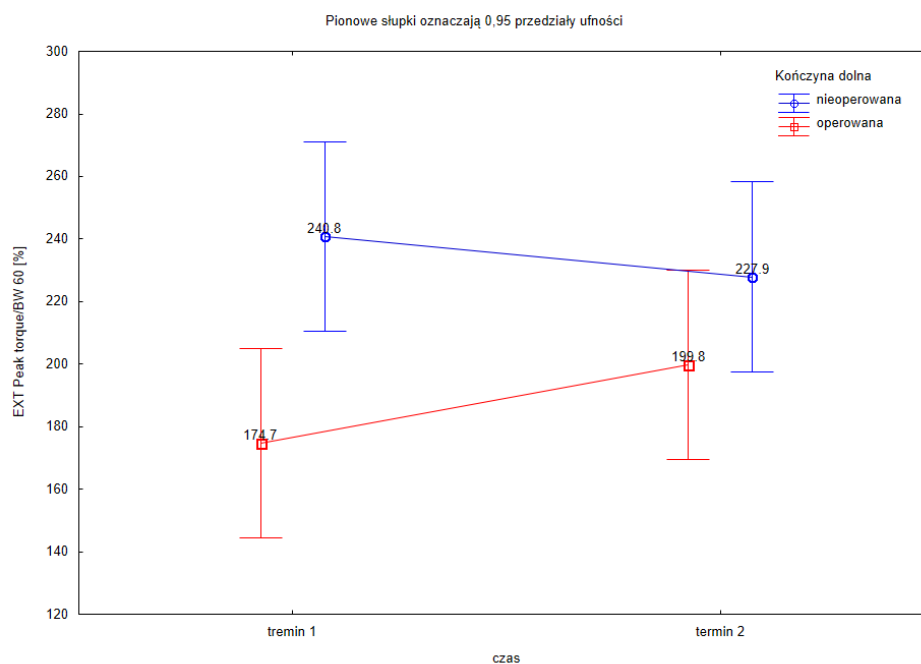
EXT - extension

FLX – flexion

5.3.2.1. Podczas analizy poszczególnych parametrów oceny izokinetycznej odnotowano interakcje kończyn i czasu

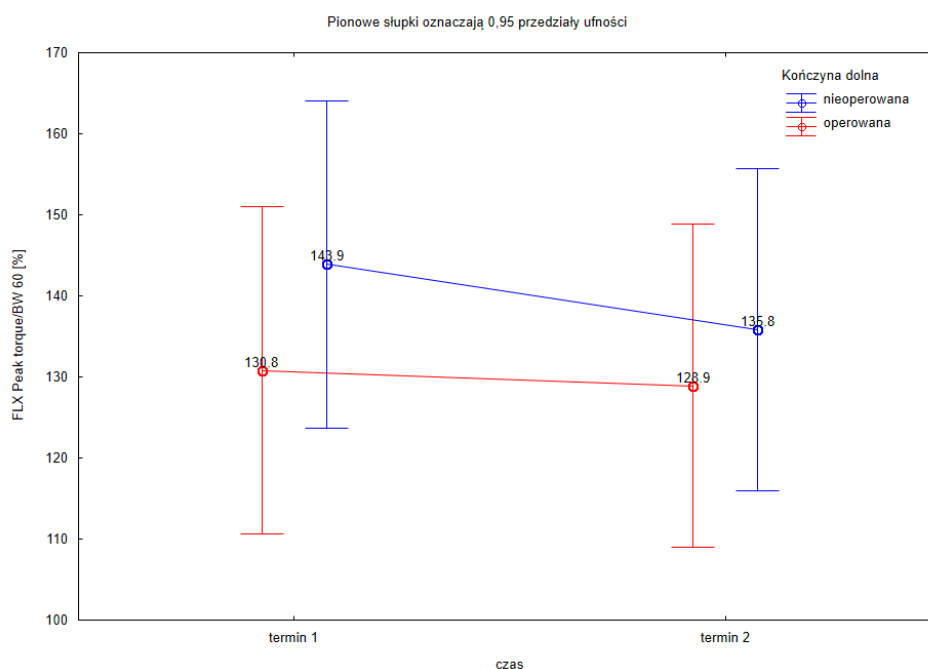
Analiza wariancji z powtarzalnymi pomiarami badająca wpływ czasu i kończyny na EXT 60 wykazała brak istotnego statystycznie wpływu czasu na badany parametr $p=0$. Istotne statystycznie zróżnicowanie wystąpiło między kończynami (nieoperowaną i operowaną) $p=0,0194$. Wystąpiła istotna statystycznie interakcja czasu i kończyny ($p=0,0005$). Na to statystycznie istotne zróżnicowanie miała wpływ różnica pomiędzy I terminem a II terminem w kończynie operowanej $p=0,0041$. Nie wystąpiło zróżnicowanie istotne statystycznie między terminami w przypadku kończyny nieoperowanej (Wykres 3, Tabela 12).

Wykres 3. Porównanie wartości parametru EXT 60 w pierwszym oraz drugim terminie badania, $p=0,0005$



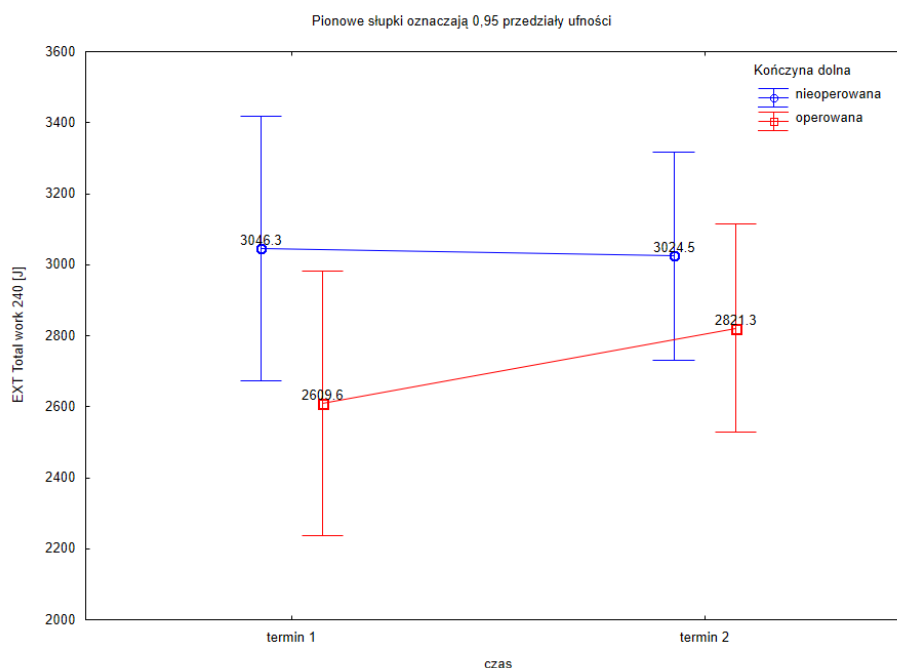
Analiza wariancji z powtarzalnymi pomiarami badająca wpływ czasu i kończyny na FLX 60 nie wykazała istotnego statystycznie wpływu czasu na badany parametr $p=0,1639$. Nie wystąpiło również istotne statystycznie zróżnicowanie między kończynami (nieoperowaną i operowaną) $p=0,4150$, nie odnotowano również istotnej statystycznie interakcji (kończyna x termin) $p=0,3556$ (Wykres 4).

Wykres 4. Porównanie wartości parametru FLX 60 w 1 oraz 2 terminie badania, $p=0,3556$



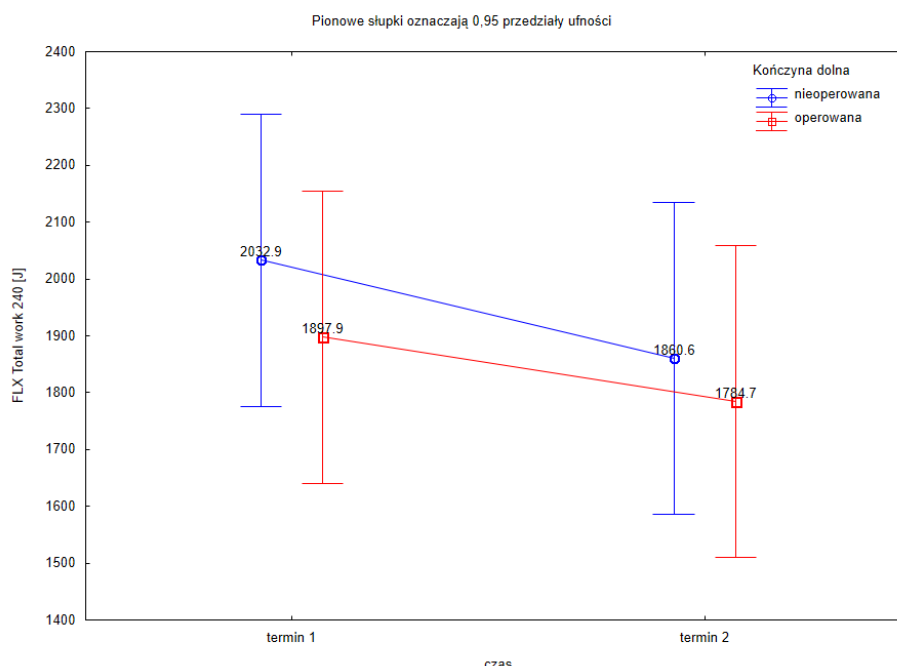
Analiza wariancji z powtarzalnymi pomiarami badająca wpływ czasu i kończyny na EXT 240 nie wykazała istotnego statystycznie wpływu czasu na badany parametr $p=0,2483$. Nie wystąpiło również istotne statystycznie zróżnicowanie między kończynami (nieoperowaną i operowaną) $p=0,1524$, nie odnotowano również istotnej statystycznie interakcji (kończyna x termin) $p=0,1578$ (Wykres 5).

Wykres 5. Porównanie wartości parametru EXT 240 w 1 oraz 2 terminie badania, $p=0,1578$



Analiza wariancji z powtarzalnymi pomiarami badająca wpływ czasu i kończyny na FLX 240 wykazała istotny statystycznie wpływ czasu na badany parametr $p=0,0071$. Brak istotnego statystycznie zróżnicowania między kończynami (zdrową i operowaną) $p=0,5581$, nie odnotowano również istotnej statystycznie interakcji (kończyna x termin) $p=0,5559$ (Wykres 6).

Wykres 6. Porównanie wartości parametru FLX 240 w 1 oraz 2 terminie badania, $p=0,5558$



5.3.3. Różnica pomiędzy kończynami (operowaną i nieoperowaną).

Zmiana między operowaną i nieoperowaną kończyną w pierwszym terminie dla parametru EXT 60 wynosiła średnio 31%. W przypadku 82% pacjentów wynosiła powyżej 20%, czyli 18% badanych mieściło się w normie do 20%. W drugim terminie nastąpiła znaczna, istotna statystycznie $p<0,0048$ poprawa, średnie zróżnicowanie pomiędzy kończynami obniżyło się o 13% (Tabela 13). Zbadana w I i II terminie różnica pomiędzy operowaną i nieoperowaną kończyną obniżyła się u 89% badanych.

Zmiana między operowaną i nieoperowaną kończyną w pierwszym terminie dla parametru EXT 240 wynosiła średnio 16%. W przypadku 35% było powyżej 20% normy, czyli 65% badanych mieściło się w normie. W drugim terminie nastąpiła tendencja do istotności statystycznej $p\leq 0,0684$ poprawa, średnie zróżnicowanie pomiędzy kończynami obniżyło się o 6% (Tabela 13). Zbadana w I i II terminie różnica pomiędzy operowaną i nieoperowaną kończyną obniżyła się u 65% badanych.

Zmiana między operowaną i nieoperowaną kończyną w pierwszym terminie dla parametru FLX 60 wynosiła średnio 14%. W przypadku 24% było powyżej 20% normy, czyli 76% badanych mieściło się w normie. Nie było istotnego statystycznie zróżnicowania pomiędzy terminami $p\geq 0,4347$. Średnie zróżnicowanie pomiędzy kończynami obniżyło się o 2,4% (Tabela 13). Zbadana w I i II terminie różnica pomiędzy operowaną i nieoperowaną kończyną obniżyła

się u 59% badanych.

Zmiana między operowaną i nieoperowaną kończyną w pierwszym terminie dla parametru FLX 240 wynosiła średnio 11%. W przypadku 6% było powyżej 20% normy, czyli 94% badanych mieściło się w normie. Nie było istotnego statystycznie zróżnicowania pomiędzy terminami $p \geq 0,4348$. Średnie zróżnicowanie pomiędzy kończynami wzrosło o 4% (Tabela 13). Zbadana w I i II terminie różnica pomiędzy operowaną i nieoperowaną kończyną obniżyła się u 59% badanych.

Tabela 13. Porównanie wyników średnich delt parametrów izokinetycznych w 1 i 2 terminie badania

	Parametry	termin 1	termin 2	wartość p
EXT	PeakTorque/BW 60 [%]	$31,1 \pm 15,30$	$17,77 \pm 14,04$	0,0048
	Total Work 240 [J]	$16,24 \pm 6,54$	$10,69 \pm 8,04$	0,0684
FLX	PeakTorque/BW 60[%]	$14,03 \pm 11,23$	$11,63 \pm 9,67$	0,4347
	Total Work 240 [J]	$10,79 \pm 6,65$	$14,96 \pm 13,23$	0,4348

EXT - extension

FLX – flexion

Wartość $p \leq 0,05$ istotne statystycznie; $p > 0,05$ nieistotne statystycznie

5.4. Porównanie wyników grupy badanej z grupa kontrolną

W trakcie analiz statystycznych udowodniono, że nie ma wpływu na istotność statystyczną porównanie wyników operowanej kończyny do dominującej lub niedominującej. Dlatego w pracy założono porównanie kończyny operowanej do niedominującej oraz nieoperowanej do dominującej.

5.4.1.1. Analizując wyniki parametrów oceny sposobu kontroli postawy ciała nie zano-towano różnic istotnych statystycznie dla wskaźnika PP (Postural Priority). Zarówno pomiędzy kończyna nieoperowaną i dominującą $p=0,1745$ jak i pomiędzy operowaną i niedominującą $p=0,5296$. Wyższe wartości współczynnika PP zostały uzyskane przez grupę badaną. Wyniki parametru PS (Postural Strategy) różnią się istotnie zarówno w przypadku kończyny nieoperowanej i dominującej jak i operowanej i niedominującej $p=0,0001$. W grupie badanej uzyskano bardzo dobry wynik parametru PS a w grupie kontrolnej niedostateczny. Zestawienie wyników przedstawia tabela 14 (Wykres 7 i 8)

Tabela 14. Porównanie wartości parametrów PP i PS grupy badanej i kontrolnej

Parametr	Kończyna dolna	badana	kontrolna	test różnic	wartość p
PP [%]	no/d	49,1 ± 9,45	44,1 ± 10,64	1,39	0,1745
	o/nd	46,4 ± 9,92	44,0 ± 11,22	0,63	0,5296
PS [°]	no/d	2,02 ± 3,36	13,4 ± 10,30	-4,3	0,0001
	o/nd	1,78 ± 2,42	12,9 ± 10,31	-4,3	0,0001

no/d – nieoperowana w grupie badanej i dominująca w grupie kontrolnej

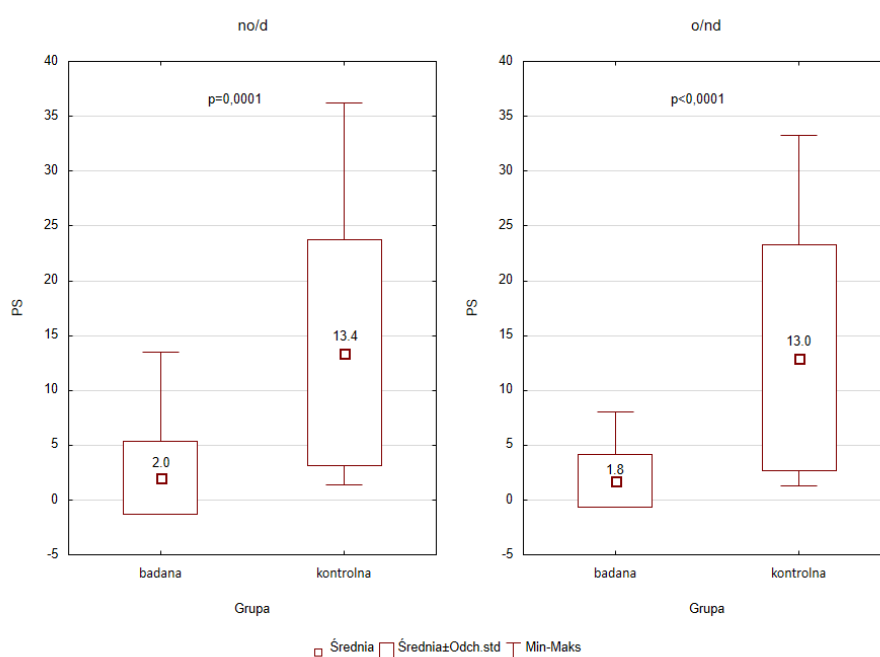
o/nd – operowana w grupie badanej i niedominująca w grupie kontrolnej

PP – Postural Priority

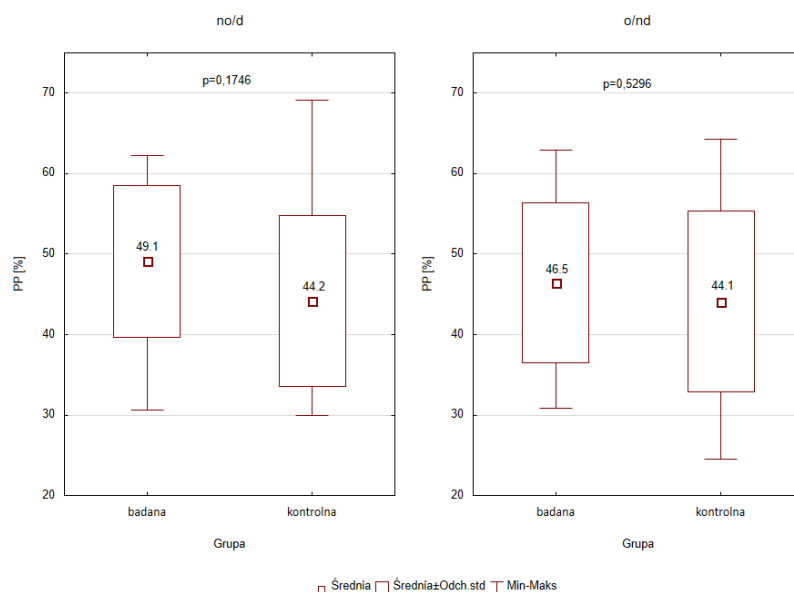
PS– Postural Strategy

Wartość $p \leq 0,05$ istotne statystycznie; $p > 0,05$ nieistotne statystycznie

Wykres 7. Porównanie parametru PS kończyny nieoperowanej do dominującej oraz operowanej do nie-dominującej w 2 terminie badania.



Wykres 8. Porównanie parametru PP kończyny nieoperowanej do dominującej oraz operowanej do niedominującej w 2 terminie badania.



5.4.1.2 Analizując wyniki parametrów oceny izokinetycznej dla grupy badanej i kontrolnej odnotowano różnicę istotną statystycznie dla parametru EXT/BW 60 $p=0,0099$ określającego maksymalnego momentu siły w stosunku do masy ciała (Peak Torque/Body Weight). Szczegółową analizę porównawczą parametrów oceny izokinetycznej w grupie badanej i kontrolnej zawiera tabela 15 (Wykres 9, 10, 11 i 12).

Tabela 15. Porównanie wartości parametrów izokinetycznych grupy osób badanych do grupy kontrolnej

Ruch	Parametry	Kończyna dolna	badana	kontrolna	test różnic	wartość p
EXT	PeakTorque/BW60[%]	no/d	227,9 ± 53,69	258,5 ± 38,27	-1,92	0,0643
		o/nd	199,8 ± 68,37	253,08 ± 34,3	-2,74	0,0099
	Total Work 240 [J]	no/d	3024 ± 594,2	3163 ± 731,3	-0,60	0,5466
		o/nd	2821 ± 595,4	3162 ± 744,5	-1,47	0,1499
FLX	PeakTorque/BW60[%]	no/d	135,8 ± 40,29	130,6 ± 34,99	1,28	0,2081
		o/nd	128,9 ± 40,27	126,2 ± 29,77	1,14	0,2589
	Total Work 240 [J]	no/d	1860 ± 548,0	1669 ± 629,3	0,94	0,3524
		o/nd	1784 ± 565,3	1680 ± 366,9	0,63	0,5269

no/d – nieoperowana w grupie badanej i dominująca w grupie kontrolnej

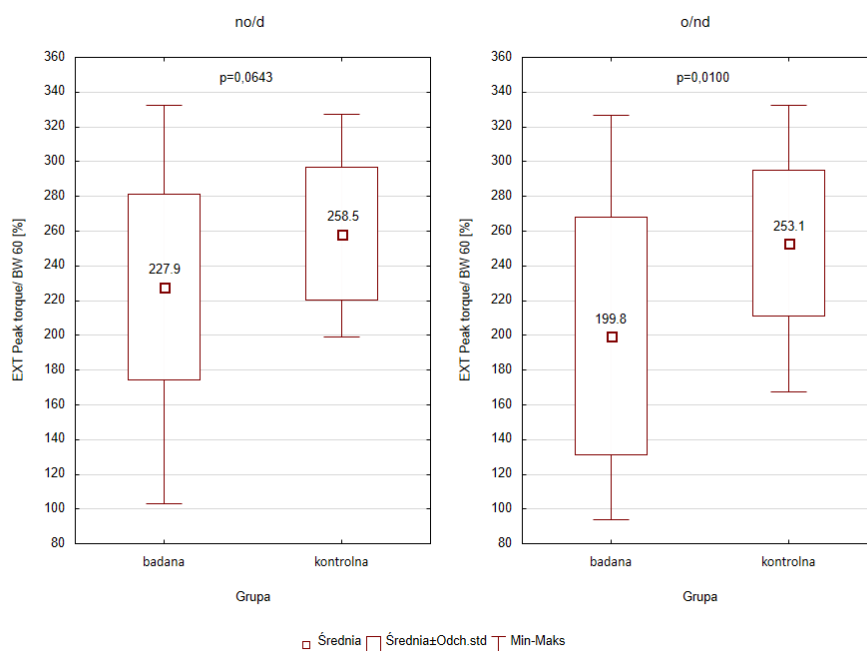
o/nd – operowana w grupie badanej i niedominująca w grupie kontrolnej

EXT - extension

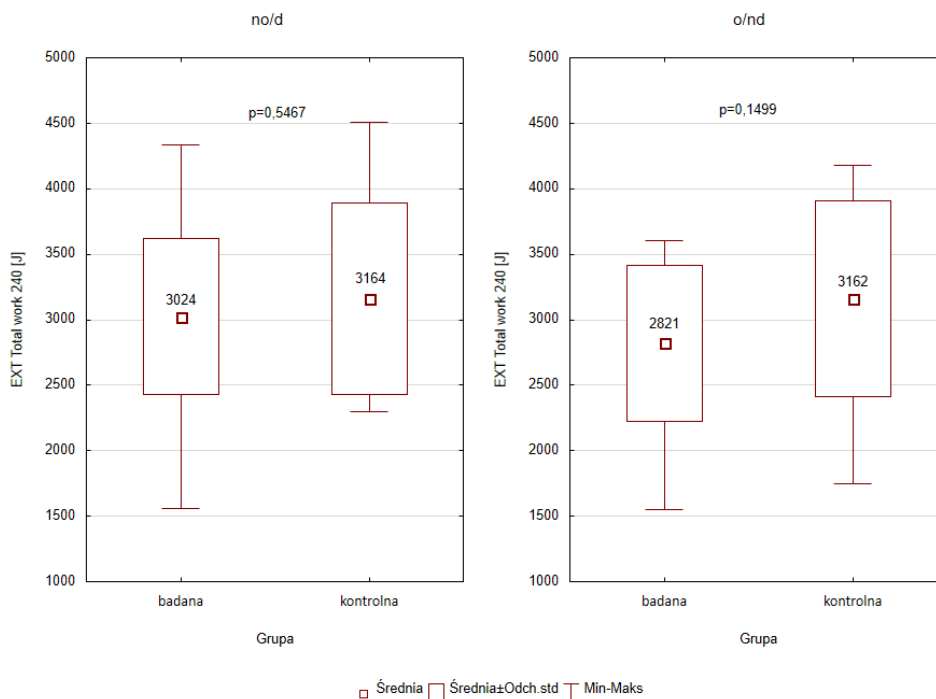
FLX – flexion

Wartość $p \leq 0,05$ istotne statystycznie; $p > 0,05$ nieistotne statystycznie

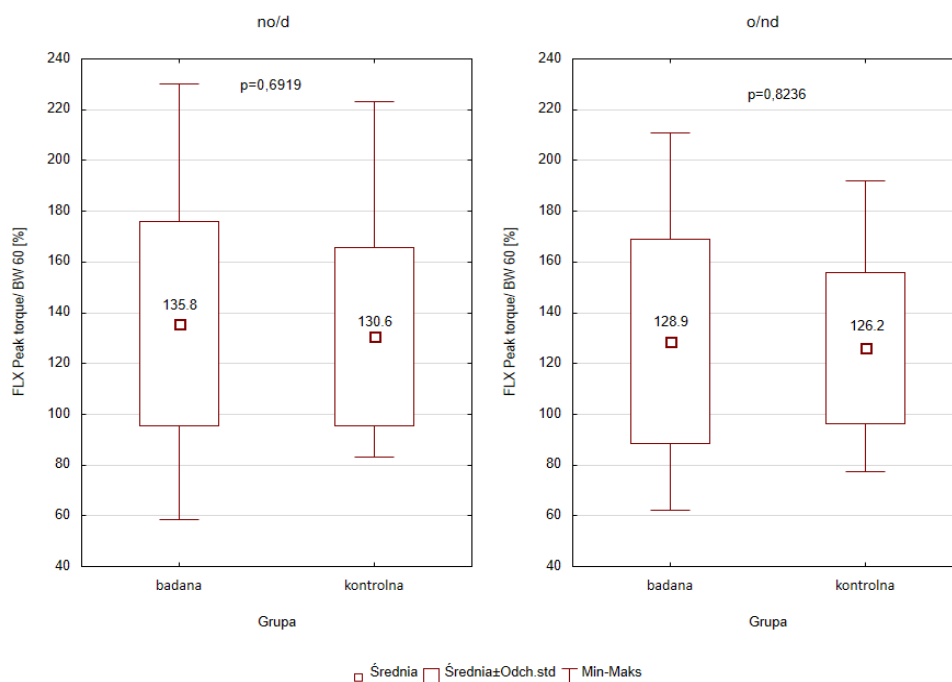
Wykres 9. Porównanie parametru EXT Peak torque/BW 60 kończyny nieoperowanej do dominującej oraz operowanej do niedominującej w 2 terminie badania.



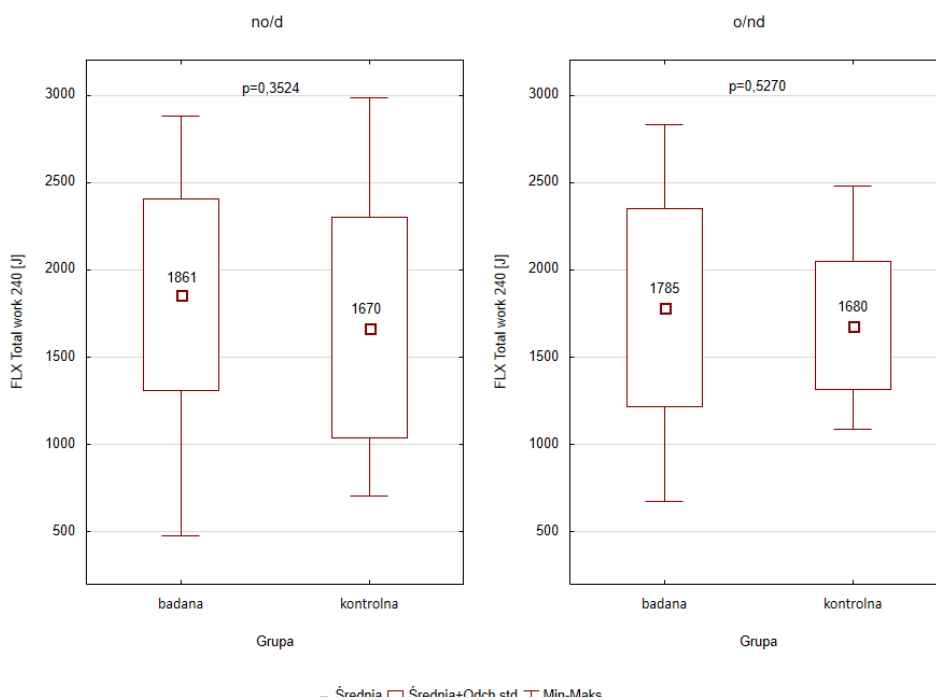
Wykres 10. Porównanie parametru EXT Total work 240 kończyny nieoperowanej do dominującej oraz operowanej do niedominującej w 2 terminie badania.



Wykres 11. Porównanie parametru FLX Peak torque/BW 60 kończyny nieoperowanej do dominującej oraz operowanej do niedominującej w 2 terminie badania.



Wykres 12. Porównanie parametru FLX Total work 240 kończyny nieoperowanej do dominującej oraz operowanej do niedominującej w 1 i 2 terminie badania.



5.5. Analiza wyników subiektywnych ocen stawu kolanowego.

Zmiana oceny subiektywnej pacjenta na podstawie wyników uzyskanych w formularzu IKDC 2000 oraz Lysholm przedstawia tabela 16 (Wykres 13 i 14).

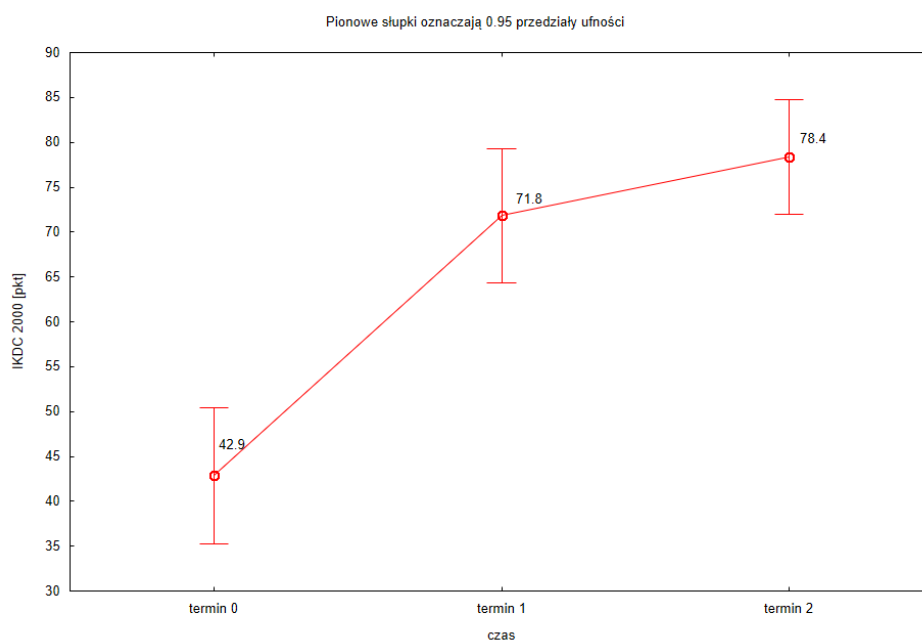
W tym zestawieniu wyników uzyskano różnice istotne statystycznie na co znacząco wpływa różnica pomiędzy terminami badań: zerowym a pierwszym oraz zerowym a drugim.

Tabela 16. Porównanie wartości parametrów IKDC 2000 i Lysholm przed zabiegiem oraz w 1 i 2 terminie badania

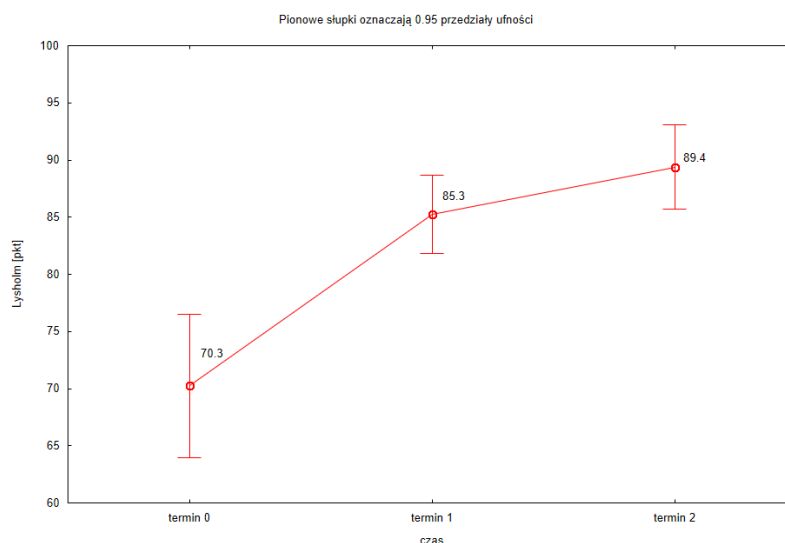
Parametry	termin 0	termin 1	termin 2	wartość p
IKDC 2000 [pkt]	42,9 ± 14,1	71,8 ± 14,0	78,4 ± 12,0	≤0,001
Lysholm [pkt]	70,2 ± 11,7	85,3 ± 6,42	89,4 ± 6,93	≤0,002

Wartość $p \leq 0,05$ istotne statystycznie; $p > 0,05$ nieistotne statystycznie

Wykres 13. Zmiana wartości parametru IKDC 2000 przed zabiegiem oraz w 1 i 2 terminie



Wykres 14. Zmiana wartości parametru Lysholm przed zabiegiem oraz w 1 i 2 terminie



5.5.1. Analizując uzyskane wyniki dobrano parametry oceny izokinetycznej z oceną subiektywną pacjenta IKDC 2000 oraz Lysholm.

5.5.1.1. W 1 terminie tylko wartość parametru maksymalnego momentu siły w stosunku do masy ciała (Peak Torque/Body Weight) okazała się istotna statystycznie w stosunku do IKDC 2000. W 2 terminie badania wszystkie parametry były istotne statystycznie. Wyższe wartości parametru EXT Peak torque/BW 60 wpływały na wyższy wynik IKDC 2000 co było wysoce istotne statystycznie i parametr ten ma najwyższą korelację z badanymi. W pierwszym terminie korelacja ta jest wysoka a w drugim bardzo wysoka. Pozostałe parametry w pierwszym terminie korelowały nisko oraz przeciętnie natomiast w drugim terminie korelacja wszystkich była wysoka. Wyniki przedstawia tabela 17 (Wykres 15 i 16)

Tabela 17. Korelacja parametrów oceny izokinetycznej z formularzem IKDC 2000 w 1 i 2 terminie badania

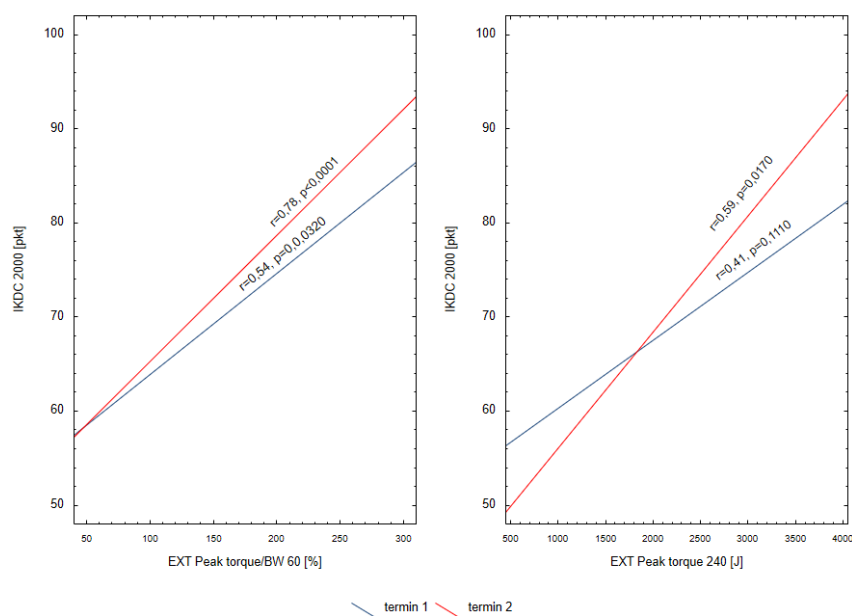
Parametry		IKDC 2000 [pkt]			
		termin 1		termin 2	
		współczynnik korelacji	wartość p	współczynnik korelacji	wartość p
EXT	PeakTorque/BW 60[%]	0,54	0,0320	0,78	0,0000
	Total Work 240 [J]	0,41	0,1110	0,59	0,0170
FLX	PeakTorque/BW 60 [%]	0,32	0,2220	0,63	0,0080
	Total Work 240 [J]	0,09	0,7420	0,53	0,0360

EXT - extension

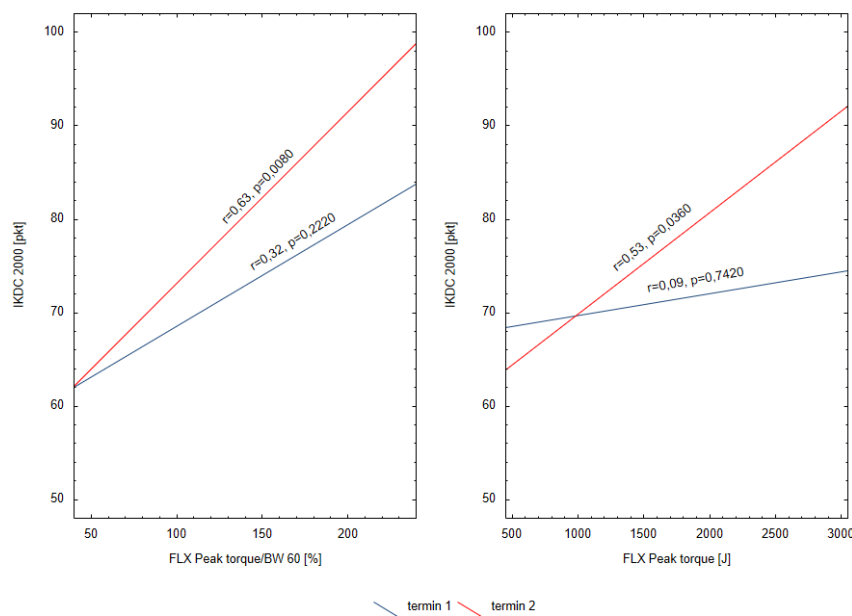
FLX – flexion

Wartość $p \leq 0,05$ istotne statystycznie; $p > 0,05$ nieistotne statystycznie

Wykres 15. Korelacja parametrów EXT Peak torque/BW 60 oraz EXT Peak torque 240 z IKDC 2000 w 1 i 2 terminie.



Wykres 16. Korelacja parametrów FLX Peak torque/BW 60 oraz FLX Peak torque 240 z IKDC 2000 w 1 i 2 terminie.



5.5.1.2. Zarówno w pierwszym jak i drugim terminie żaden parametr nie był istotny statystycznie w stosunku do oceny Lysholm. Korelacja dla parametrów oceniających siłę mięśni prostowników oraz zginaczy była przeciętna, zarówno w pierwszym jak i drugim termi-

nie. Korelacja dla parametrów określających wytrzymałość mięśni prostowników była niska w pierwszym terminie oraz słaba w drugim terminie. Dla zginaczy natomiast zmienne nie zostały skorelowane w pierwszym terminie, a w drugim terminie korelacja była przeciętna. Wyniki przedstawia Tabela 18.

Tabela 18. Korelacja parametrów oceny izokinetycznej z formularzem Lysholm w 1 i 2 terminie badania

Parametry		Lysholm [pkt]			
		termin 1		termin 2	
		współczynnik korelacji	wartość p	współczynnik korelacji	wartość p
EXT	PeakTorque/BW 60[%]	0,36	0,1690	0,32	0,2270
	Total Work 240 [J]	0,10	0,7170	0,29	0,2760
FLX	PeakTorque/BW 60 [%]	0,37	0,8920	0,31	0,2380
	Total Work 240 [J]	0,12	0,6490	0,39	0,1290

EXT - extension

FLX – flexion

Wartość $p \leq 0,05$ istotne statystycznie; $p > 0,05$ nieistotne statystycznie

6. Dyskusja

Na dzień sporządzania przedmiotowej pracy, nie ulega wątpliwości, że metoda AMIC jest stosowana przez wielu operatorów. Potwierdzenie skuteczności działania tej metody znaleźć można w licznych artykułach naukowych, chociażby przykładowo omówionych poniżej.

Na uniwersytecie niemieckim (Department of Trauma and Reconstructive Surgery, University Of Schleswig-Holstein, Campus Lübeck, Lübeck, German) przeprowadzono badania, do których zakwalifikowano 57 pacjentów. W grupie badanych wielkość ubytku chrząstki mieściła się w przedziale od 1,0 cm² do maksymalnie 12 cm², a jej uszkodzenie miało charakter III stopnia zmian. Grupa pacjentów obserwowana była przez okres dwóch lat. Wyniki przedstawiono za pomocą rejestru AMIC i objawów według skali Lysholm i VAS. Większość pacjentów była zadowolona z wyników pooperacyjnych, zgłaszając znaczny spadek bólu (średnia wartość VAS przed rozpoczęciem badania = 7,0 - 1 rok po operacji = 2,7 - 2 lata po operacji = 2,0). W podsumowaniu stwierdzono, że AMIC jest skuteczną i bezpieczną metodą leczenia objawowych wad chrzęstnych kolana [88].

Włoscy lekarze również przedstawili pozytywne wyniki przeprowadzanych zabiegów. W artykule zawarte są wyniki siedmioletniej obserwacji pacjentów po zabiegach AMIC, przy ubytkach większych niż 2cm², zakładając, że pozytywne wyniki krótkoterminowe nie ulegną pogorszeniu. W badaniach brało udział 21 pacjentów, u których wielkość ubytku chrząstki wynosiła od 2,9 cm² do 8cm². Po ostatnim badaniu 76,2% pacjentów było zadowolonych lub bardzo zadowolonych z wyników przeprowadzonego leczenia, u 66,6% pacjentów wynik rezonansu potwierdzał dobrą jakość naprawianej tkanki.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że AMIC jest skuteczną metodą leczenia uszkodzenia chrząstki stawu kolanowego większego niż 2 cm², z istotną poprawą kliniczną i funkcjonalną utrzymywaną przez 7-letnią obserwację [89].

Francuscy lekarze w 2018 r. przedstawili swoje wyniki leczenia dużych zmian zwyrodnieniowych chrząstki na grupie 13 pacjentów. Głównym celem badania była ocena średnioterminowych wyników funkcjonalnych po zabiegu AMIC. Drugi cel to potwierdzenie braku zdarzeń niepożądanych. Uzyskali następujące wyniki: 11 osobom zabieg pomógł w znacznym stopniu, 2 osoby miały gorsze wyniki, z czego jeden pacjent po wcześniejszych zabiegach chirurgicznych badanego stawu, zaś drugi z bardzo dużą leczoną powierzchnią - 6,9 cm². W podsumowaniu stwierdzają, że AMIC jest niezawodną jednostopniową metodą, która jest zarówno odtwarzalna, jak i szeroko dostępna. AMIC znacząco poprawia wyniki funkcji stawu kolanowego u pacjentów z dużymi wadami kostno-chrzęstnymi z powodu zaawansowanego zapalenia osteochondropatii [90].

Z kolei w Niemczech w 2018 r. analizowano wyniki procedury AMIC u pacjentów z wadami chrząstki stawowej i nadwagą. Pacjentom z nadwagą leczonych metodą AMIC wykonano badania kliniczne i MRI. Badaniu poddano 9 pacjentów ze średnią wielkością zmian chrząstki stawowej. Uzyskano wynik pozytywny; Lysholm został znacznie poprawiony z 38 do 67, natomiast wynik VAS był znacząco niższy po procedurze z 9 na 3. W pooperacyjnej skali MOCART rusztowanie osiągnęło pokrycie defektowe w wysokości 80%, zaś 2 pacjentów z powodu bólu zostało poddanych ponownemu zabiegowi. W podsumowaniu zaznaczono, że procedura AMIC wpłynęła na zmniejszenie bólu i wzmocnienie funkcji stawu kolanowego u pacjentów z wadami chrząstki i nadwagą [91].

Włoscy lekarze w 2019 roku przedstawili wyniki leczenia metodą AMIC w porównaniu z AMIC+ (AMIC + BMAC) na grupie 24 pacjentów. Autorzy stwierdzili, że wyniki ich badań są zgodne z doniesieniami naukowymi dotyczącymi odległych obserwacji, w których rezultaty oceny Lysholm i IKDC są istotnie wyższe niż ich wartości przedoperacyjne. Zauważono również poprawę obrazu rezonansu magnetycznego. W podsumowaniu autorzy twierdzą, że AMIC jest skuteczną metodą leczenia pacjentów z ubytkami chrząstki stawu kolanowego, która pozwala na znaczącą i trwałą poprawę kliniczną oraz funkcjonalną pacjentów [92].

Na podstawie przeanalizowanych powyżej artykułów potwierdzić można, że zabieg rekonstrukcji chrząstki stawowej metodą AMIC jest wykonywany w różnych klinikach przez wielu lekarzy. Jednak nadal bardzo trudno odnaleźć doniesienia związane z procesem rehabilitacji po takim zabiegu, który to proces zdaniem autorki ma znaczący wpływ na finalny wyniki skuteczności przeprowadzonego zabiegu.

Stworzenie skutecznego a zarazem bezpiecznego programu rehabilitacji pacjentów poddanych leczeniu operacyjnemu ubytków chrząstki stawowej wymaga wnikliwego poznania procesu jej gojenia i zrozumienia potencjalnych nacisków, którym jest poddawana w trakcie ćwiczeń. Aby program był skuteczny należy pamiętać o podstawowych zasadach. Przede wszystkim pracujemy z ludźmi, którzy są osobniczo odmienni i wymagają indywidualnego podejścia do procesu leczenia. Tutaj bardzo ważną rolę odgrywa fizjoterapeuta, który na podstawie własnego doświadczenia dopasowuje standardowy program do możliwości i oczekiwań pacjenta. Skuteczny plan rehabilitacji powinien zostać przedstawiony pacjentowi na samym początku, z zaznaczeniem, że proponowane przedziały czasowe są orientacyjne i zależą od postępów leczenia. Ważnym elementem jest, aby ustalić krótkoterminowe cele, takie jak odstawienie kul, jazda samochodem, a także cele długoterminowe takie jak jazda na rowerze czy wycieczki górskie. To terapeuta jest odpowiedzialny za poprawność wykonywanych ćwiczeń, monitorowanie procesu leczenia oraz modyfikowanie go w razie zaistnienia takiej potrzeby. Według Levina program rehabilitacji powinien się rozpocząć możliwie jak najwcześniej i dla-

tego też w prezentowanym przez autorkę programie ćwiczenia rozpoczynają się już od pierwszej doby po zabiegu [93]. Podążając za autorami Bruknerem i Khanem program rehabilitacji pacjentów po rekonstrukcji chrząstki stawowej metodą AMIC zawiera takie elementy jak: ćwiczenia poprawiające wydolność mięśni, ćwiczenia rozciągające, ćwiczenia kontroli nerwowo-mięśniowej (równoważne i propriocepcji), ćwiczenia funkcjonalne, ćwiczenia doskonalące zdolności motoryczne, ćwiczenia korygujące nieprawidłową biomechanikę, ćwiczenia utrzymujące sprawność układu krążeniowo-naczyniowego oraz psychoterapię (zawsze wizyta poza-biegowa, w trakcie trwania leczenia na prośbę pacjenta lub zalecenia fizjoterapeuty) [52]. Z obserwacji prowadzonych na zwierzętach wiemy już, że nie zaleca się pełnego unieruchomienia po zabiegach operacyjnych na chrząstce stawowej [32]. Pozwala to na wczesne rozpoczęcie ćwiczeń zakresu ruchu przy użyciu szyny CPM oraz ćwiczeń czynnych wspomaganych lub w odciążeniu [52]. Na skutek urazu lub zabiegu bardzo szybko dochodzi do atrofii mięśni z powodu bólu, procesu zapalnego czy unieruchomienia. Nawet po krótkim czasie unieruchomienia dochodzi do osłabienia siły mięśniowej. Ból występujący po zabiegu ma wpływ na spadek siły mięśniowej w wyniku spadku impulsacji nerwowej. Pojawiający się wysięk w operowanym stawie może doprowadzić do wyhamowania aktywności w mięśniach [52]. Z uwagi na zmiany zachodzące na skutek zabiegu w mięśniach operowanej kończyny tak ważna jest praca nad przywróceniem siły i wytrzymałości mięśniowej. W tym pierwszym etapie pracujemy również nad przywracaniem siły mięśniowej w bezpiecznej formie, a mianowicie poprzez zastosowanie ćwiczeń izometrycznych. Istotną rolę ćwiczeń izometrycznych we wczesnym okresie rehabilitacji pooperacyjnej potwierdzają również Brukner i Khan, gdyż zapobiegają one atrofii dzięki poprawie statycznej siły mięśnia, a aktywacja pompy mięśniowej wpływa na zmniejszenie obrzęku stawu kolanowego [52]. W kolejnych etapach skupiamy się na wprowadzeniu obciążeń w celu zwiększenia siły mięśniowej operowanej kończyny. Zmiana rodzaju ćwiczeń pozwala na zwiększenie siły mięśniowej. Według Clarksona siła mięśniowa, którą generuje jednostka mięśniowa w trakcie skurczu ekscentrycznego jest większa, niż w czasie skurczu koncentrycznego [94]. Potwierdza to zastosowanie w programie rehabilitacyjnym ćwiczeń izotonicznych w formie ćwiczeń koncentrycznych i ekscentrycznych. Oczywiście każda progresja ćwiczeń uzależniona jest od aktualnego stanu operowanego stawu kolanowego. W szczególności ważne są takie parametry jak: obrzęk, temperatura, ból i zakres ruchu.

W ostatnich latach medycyna manualna stała się szeroko stosowaną metodą leczenia [16]. Niezmiernie cieszy fakt, że wielu lekarzy, operatorów zauważa korzyści z połączenia pracy manualnej fizjoterapeuty i proponowanych programów rehabilitacji, z przeprowadzanymi przez nich zabiegami operacyjnymi. Obecnie wiele metod medycyny manualnej posiada opracowane schematy postępowania w stosunku do różnych uszkodzeń tkanek. Dotyczy to terapii ran pourazowych jak i pooperacyjnych, uszkodzeń kostnych, zwichnięć, skręceń, stłuczeń, przeciążeń mięśni i ścięgien. Leczą one również zaburzenia funkcjonalne narządu ruchu takie

jak: zablokowanie czynnościowe stawów obwodowych, strefy podrażnienia i wzmożonego napięcia tkankowego w mięśniach, ścięgnach, powięziach, więzadłach i innych tkankach, punkty spustowe bólu w tkankach miękkich, nadmierne napięcie i przykurcze mięśniowe lub obniżenie aktywności mięśniowej, zaburzenia przesuwalności powięzi, naczyń [16]. W trakcie pracy manualnej z pacjentem stosowane są jedynie certyfikowane metody takie jak Maitland, Kaltenborn, Cyriax. Celem technik mobilizacyjnych jest odbudowa pełnego, bezbolesnego zakresu ruchu [95-97]. Połączenie technik mobilizacyjnych z metodami terapeutycznymi stosowanymi na tkanki miękkie oraz prawidłowymi ćwiczeniami staje się efektywnym procesem leczenia [98]. Dlatego właśnie te elementy stosowane są w protokole rehabilitacyjnym pacjentów po rekonstrukcji chrząstki metodą AMIC.

Porównanie przedstawionego w pracy protokołu rehabilitacyjnego z innymi stosowanymi w Polsce i na świecie ogranicza się do podstawowych informacji związanych z procesem rehabilitacji, z uwagi na niewielką ilość publikowanych prac dotyczących szczegółowego przedstawienia postępowania rehabilitacyjnego pacjentów po rekonstrukcji chrząstki metodą AMIC. Według włoskiego protokołu rehabilitacja jest znacznie krótsza. Plan rehabilitacji zawiera wczesne, częściowe obciążanie operowanej kończyny jak również bierny i czynny zakres ruchu do 90°. Od pierwszego dnia po operacji zalecane jest wykonywanie izometrycznych ćwiczeń wzmacniających mięśnie operowanej kończyny. Od 30 dnia po zabiegu dopuszczalne jest zwiększenie zakresu powyżej 90° oraz pełne obciążanie operowanej kończyny. Zgoda na powrót do aktywności o wysokiej intensywności wydawana jest w 3 miesiącu, a do zawodowego sportu w 6 miesiącu po operacji. Niestety, autorzy nie przedstawiają żadnego sposobu oceny powrotu funkcji stawu kolanowego, które spełniałyby kryteria pozwalające na rozpoczęcie aktywności fizycznej [89].

Ostrożniejsze postępowanie w stosunku do włoskiego systemu przedstawia Voltz, który wraz z zespołem opisując pięcioletnie obserwacje pacjentów po zabiegu AMIC przedstawił podstawowe informacje dotyczące przebiegu rehabilitacji. Przez pierwsze 10 dni od zabiegu zalecany jest zakres ruchu utrzymywany na szynie CPM do 60°, a przez kolejne 6 tygodni do 90°, orteza ustawiona przez pierwsze 10 dni w zakresie 0 °do 60°, a przez kolejne 3 tygodnie do 90°. Pełne obciążanie kończyny dozwolone jest od ukończonego 8 tygodnia po zabiegu. Powrót do truchtu możliwy w 6 miesiącu po zabiegu, zaś powrót do sportu po 18 miesiącach od zabiegu [99].

Kusano wraz z zespołem przedstawili wyniki swoich ponad dwuletnich obserwacji (zakres 13-51 miesięcy) pacjentów po zabiegu AMIC. Informacje dotyczące rehabilitacji określały obciążanie operowanej kończyny ograniczone do 15-20kg w okresie 6 tygodni od zabiegu (zalecano kule). Zakres ruchu aktywowany był na szynie CPM od 10 dnia do 4 tygodnia po za-

biegu w zakresie 0-60° zgięcia. Rekomendowano odstawienie kul po 6 tygodniach od zabiegu operacyjnego. Określano przewidziany powrót do sportu po 12 miesiącach od zabiegu [100].

Geistlich Pharma, firma produkująca membranę wykorzystywaną do zabiegu rekonstrukcji chrząstki, rekomenduje swój program rehabilitacji po zabiegu AMIC w stawie kolanowym. Przedstawiony przez firmę protokół wczesnego usprawniania potwierdza przedstawione w niniejszej pracy zalecenia. Dokładnie wskazane jest poruszanie się przy pomocy kul łokciowych przez pierwsze 6 tygodni, praca nad prawidłowym wzorcem chodu dzięki utrzymywaniu kontaktu stopy z podłożem w trakcie przemieszczania. Zalecane jest także stosowanie szyny biernego ruchu CPM w zakresach do 90° w okresie pierwszych czterech tygodni oraz powyżej 120° od 6 tygodnia po operacji. W trakcie procesu rehabilitacji zalecana jest manualna mobilizacja jak również elektrostymulacja mięśni operowanej kończyny. Po 6 tygodniu od operacji można rozpocząć zajęcia w na basenie pływackim. Po przekroczeniu 8 tygodni zaleca się rozpoczęcie jazdy na rowerze stacjonarnym. Wprowadzenie truchtania możliwe jest w 6 miesiącu, a powrót do sportu 12-18 miesięcy po zabiegu [101].

Podczas procesu rehabilitacji należy wziąć pod uwagę możliwości pacjenta, a także jego wiek, masę ciała, ogólny stan zdrowia, dotychczasową aktywność fizyczną a przede wszystkim motywację i zaangażowanie. W przeprowadzeniu prawidłowego procesu leczenia pomaga wiedza o ubytku chrząstki – lokalizacja jak również rozmiar. Warto przedyskutować z lekarzem prowadzącym (operatorem) jak przebiegał zabieg i czy wewnątrz stawu nie zauważył czegoś niepokojącego, co miałyby wpływ na długość powrotu pacjenta do pełnej sprawności. Znajomość etapów gojenia chrząstki jak i biomechaniki kolana sprawia, że nasza rehabilitacja jest jeszcze bardziej celowana. Protokół rehabilitacyjny jest dopasowywany do indywidualnych potrzeb i możliwości pacjenta.

W przedmiotowej pracy autorka przedstawia obiektywne kryteria pozwalające na bezpieczny powrót pacjenta do aktywności fizycznej. W wielu pracach autorzy określają satysfakcję z zastosowanego leczenia operacyjnego na podstawie badań obrazowych oraz odczuć pacjenta [102]. Podsumowanie procesu rehabilitacji pacjentów autorki poparte są konkretnymi wynikami oceny biomechanicznej.

Zmniejszona aktywność fizyczna, jak uważa twórca Systemu Delos – prof. Dario Riva, powoduje zmniejszenie dostarczanych informacji proprioceptywnych, co prowadzi do zmniejszenia kontroli nerwowo-mięśniowej, powodując funkcjonalną niestabilność stawów oraz zmniejszenie możliwości równoważnych. W konsekwencji może prowadzić do niestabilności posturalnej [63,103]. Niezaburzona kontrola równowagi jest konieczna, aby bezpiecznie uprawiać aktywność fizyczną. Hrysomallis w swoich badaniach dowodzi, że zaburzenia równowagi

zwiększają ryzyko wystąpienia kontuzji w trakcie uprawiania sportu [104]. Powyższe stanowi potwierdzenie słuszności wykonania testu na platformie Delos, jak również analizy uzyskanych wyników w kontekście bezpiecznego zakończenia leczenia oraz powrotu do aktywności fizycznej.

Drugim analizowanym przez autorkę testem, a dokładniej wynikami jego parametrów, jest ocena izokinetyczna. Stanowi ona jedną z najczęściej wykonywanych metod badań funkcji stawu kolanowego po zabiegach. Wykorzystywana jest również w prewencji jako zapobieganie urazom [105-106]. Wyniki tego badania dostarczają informacji o stanie fizycznym osoby badanej, a także o ryzyku wystąpienia kontuzji spowodowanej nierównomierną siłą i wytrzymałością mięśniową okolic badanego stawu.

Do przedmiotowej pracy zakwalifikowano pacjentów po artroskopowym leczeniu chrząstki stawu kolanowego, którzy leczeni byli według przedstawionego protokołu rehabilitacyjnego. Z uwagi na fakt wpływu procesów zachodzących u kobiet w okresie okołomopauzalnym na zmiany zwyrodnieniowe chrząstki stawowej, opublikowanych przez Stefana Daniuka z Zespołu Badawczego Polskiej Fundacji Osteoporozy, podjęto decyzję o wyeliminowaniu pacjentów płci żeńskiej z grupy, w celu stworzenia jednorodnego zbioru osób [78]. Ważnym kryterium włączenia do grupy badawczej było wykonanie oceny biomechanicznej w dwóch terminach – 12 i 24 miesiące po zabiegu. Osoby z grupy badanej charakteryzowały się umiarkowaną aktywnością fizyczną. Grupę kontrolną stanowili zdrowi mężczyźni o zbliżonych parametrach do grupy badanej (wiek, wzrost, masa ciała) oraz wykazywali umiarkowaną aktywność fizyczną [79,80].

Na liczebność badanej grupy wpłynął fakt, iż 13 z 39 pacjentów nie stawiało się na ponowną ocenę przeprowadzoną w drugim terminie, czyli po 24 miesiącach od operacji. Brak możliwości wykonania oceny w danym terminie okazał się głównym utrudnieniem stworzenia liczniejszej grupy badawczej. Analizując wyniki pierwszego badania tej grupy okazało się, że 42% osiągnęło wyniki badania izokinetycznego mieszczące się w założonych normach. W czasie rozmowy telefonicznej z pacjentami, głównym wskazywanym powodem niestawienia się na badaniu było dobre samopoczucie oraz brak czasu.

Analizując grupy badawcze autorów publikujących rezultaty pacjentów po rekonstrukcji chrząstki metodą AMIC autorka doszła do wniosku, że wielkość grup jest zbliżona do przedstawionej w niniejszej pracy. Przykładowo Sadlik przedstawia swoje wnioski po przeanalizowaniu 12 pacjentów [107], Dhollander 10 [108], Hoburg 15 [109], Kusano 38 [100] zaś Gille 57 pacjentów [88]. Przedstawiona grupa badawcza składa się z pacjentów, u których zrekonstruowano chrząstkę na różnych powierzchniach stawowych. Wielu autorów przedstawia

swoje badania na podstawie analizy wyników uzyskanych w badanej grupie, u której wykonano zabieg rekonstrukcji chrząstki metodą AMIC ubytków chrząstki znajdującej się na kłykciu przyśrodkowym lub bocznym kości udowej lub rzepce [89,90,99-100].

Analiza wyników

Wyniki w pierwszym terminie badania, 12 miesięcy po zabiegu wykazały, że pacjenci w statycznym teście oceny propriocepcji odznaczeni się dostateczną kontrolą ciała w trakcie utrzymywania pozycji jedno nogi z zamkniętymi oczami. Natomiast w trakcie dynamicznej próby, ich sposób kontroli postawy został określony jako zaburzony według norm ustalonych przez prof. Rive [64].

Analiza wyników siły i wytrzymałości mięśniowej według założonych norm przez Daviesa wykazała, że mięsień czworogłowy oraz zginacze w kończynie nieoperowanej są silniejsze i bardziej wytrzymałe, niż w kończynie operowanej, a różnice pomiędzy parametrami określającymi te wartości są istotne statystycznie. Według norm siła prostowników kończyny operowanej uzyskała niedostateczną wartość w stosunku do masy ciała osoby badanej, natomiast wartość generowana przez zginacze okazała się dostateczna. Stosunek procentowy siły zginaczy do prostowników w kończynie nieoperowanej kształtował się na bardzo dobrym poziomie a w kończynie operowanej określony został jako zły – przesunięty w stronę zginaczy [71].

Warto zwrócić uwagę na analizę wyników poszczególnych pacjentów. 30% z badanej grupy, ocenianej 12 miesięcy po zabiegu, uzyskało wyniki wszystkich mierzonych parametrów – oceny propriocepcji jak i siły i wytrzymałości mięśniowej, mieszczące się w zakładanych normach. Dało to możliwość bezpiecznego powrotu do aktywności fizycznej.

Wyniki uzyskane przez pacjentów w drugim terminie badania, 24 miesiące po zabiegu ukazały bardzo dobrą kontrolę ciała w trakcie wykonywania testu statycznego z zamkniętymi oczami. W teście dynamicznym badani pacjenci posługiwali się zaburzonym sposobem kontroli postawy ciała.

Ocena izokinetyczna pokazała różnice istotne statystycznie w parametrach dotyczących mięśni prostowników stawu kolanowego, czyli moment siły w stosunku do masy ciała oraz praca całkowita. Wartości zarówno prostowników jak i zginaczy osiągnęły wartości znajdujące się w dostatecznym przedziale.

Podczas szczegółowej analizy wyników parametrów oceny izokinetycznej grupy bada-

nej w drugim terminie, jedynie u 2 osób zaobserwowano znaczącą różnicę pomiędzy operowaną, a nieoperowaną kończyną w ocenie parametru maksymalnej siły mięśniowej w stosunku do masy ciała, natomiast u 3 badanych wartość ta była przekroczona w sposób nieznaczny (ok. 5%).

W porównaniu wyników z pierwszego terminu badania z drugim zanotowano znaczną poprawę parametru Postural Strategy, w statycznym teście propriocepcji, której wartość świadcząca, w pierwszym terminie, o dostatecznym sposobie kontroli ciała poprawiła się do poziomu bardzo dobrego. To porównanie jest potwierdzeniem pozytywnego wpływu ćwiczeń zalecanych w przedstawionym przez autorkę protokole rehabilitacyjnym na testowany poziom propriocepcji.

W porównaniu parametrów oceny siły i wytrzymałości mięśniowej otrzymujemy potwierdzenie na efektywność prezentowanego protokołu rehabilitacyjnego. Odpowiednie ćwiczenia wpłynęły na wyrównanie istniejących deficytów siły i wytrzymałości w odniesieniu do zginaczy stawu kolanowego, jak również wytrzymałości mięśni prostowników stawu kolanowego. Jedynym parametrem, gdzie zanotowano różnicę istotną statystycznie, był pomiar maksymalnego momentu siły w ruchu wyprostu stawu kolanowego, mimo że wartości tego parametru wzrosły do dolnej granicy wyniku dostatecznego. Należy zauważyć, że wzrost parametru określającego maksymalny moment siły prostowników stawu kolanowego był znaczący i istotny statystycznie. Nieznaczny spadek wartości parametrów określających siłę i wytrzymałość zginaczy stawu kolanowego spowodowany jest znacznym wzrostem antagonistów. Wyżej opisane zmiany miały również wpływ na wartość parametru określającego stosunek procentowy siły zginaczy do prostowników, który w operowanej kończynie kształtował się w przedziale bardzo dobrym w drugim terminie badania, w kończynie nieoperowanej pozostawał bez zmian.

Posiadając wiedzę na temat dopuszczalnych różnic pomiędzy kończynami operowaną, a nieoperowaną, możemy określić w jakim okresie i jaki procent pacjentów utrzymywał się w normie. Wskazać należy, że optymalne wyniki dla zdrowego człowieka to deficyt nie większy niż 10% pomiędzy kończyną dominującą, a niedominującą, zaś wynik w normie, określany jako dostateczny kształtuje się w przedziale 11 – 20% deficytu. Kwoty procentowe przewyższające 20% świadczą o uzyskaniu złego wyniku deficytu.

Dokonując porównania w pierwszym terminie badania różnica pomiędzy siłą prostowników operowanej, a nieoperowanej kończyny wynosiła średnio 31%. W badaniach przeprowadzonych w drugim terminie nastąpiła istotna poprawa, obniżenie różnicy o 13%. Różnica pomiędzy wytrzymałością prostowników jak i siłą zginaczy kończyny operowanej, a nieoperowanej obniżyła się w drugim terminie badania w stosunku do pierwszego. Zarówno w jednym

jak i drugim pomiarze średnia wartość tych parametrów znajdowała się w przedziale poniżej 20%. Wskazać należy także, że średnia różnica pomiędzy wytrzymałością zginaczy w pierwszym i drugim terminie badania, pomiędzy operowaną a nieoperowaną kończyną wzrosła o 4% i w obydwóch terminach wynosiła średnio poniżej 20%.

Porównanie wyników uzyskanych przez grupę badaną w drugim terminie, z wynikami grupy kontrolnej bardzo dobrze obrazuje pozytywny wpływ ćwiczeń równowagi, stabilizacji i propriocepcji wykonywanych przez pacjentów po zabiegu rekonstrukcji chrząstki metodą AMIC w trakcie opisanego protokołu rehabilitacyjnego. Autorzy tacy jak Rozzi czy McKeon wyciągnęli podobne wnioski przy prowadzonych badaniach mających na celu sprawdzenie wpływu stosowania treningu proprioceptywnego na wynik testów [110-111]. Grupa kontrolna w trakcie oceny propriocepcji w teście statycznym wykazała się niedostatecznym stopniem kontroli, czyli zbyt dużą ilością wychyleń tułowia, co przedstawiają wyniki parametru *Postural Strategy*, to zaś jest wynikiem braku treningu propriocepcji. Grupa badana w tym samym teście osiągnęła wynik parametru PS na poziomie bardzo dobrym.

Porównanie parametrów oceny izokinetycznej grupy badanej i kontrolnej wykazało jedynie różnice w zakresie oceny siły mięśni prostowników stawu kolanowego. Powyższe wskazuje, że pacjenci z grupy badanej uzyskali wyniki wytrzymałości mięśni zginaczy oraz prostowników, jak i maksymalnego momentu siły w stosunku do masy ciała, nieróżniące się od wyników uzyskanych przez grupę osób zdrowych.

Istotnym elementem badań było zaobserwowanie, że zdecydowanie większa część badanej grupy uzyskała pozytywne wyniki w odniesieniu do grupy kontrolnej.

W celu sprawdzenia zadowolenia pacjenta przeprowadzono subiektywną ocenę kolana IKDC 2000 oraz Lysholm. Wielu autorów wybiera właśnie te skale do oceny efektów zastosowanego leczenia. Znacznie wzrosła ilość prowadzonych projektów naukowych w powyższym temacie, często o charakterze międzynarodowym. Stosowane przez autorkę kwestionariusze zostały przetłumaczone na język polski, tak aby pacjent nie miał problemów z odpowiedzią na stawiane pytania [76]. Powszechne użycie skal IKDC 2000 jak i Lysholm daje możliwość porównania uzyskanych rezultatów z wynikami publikowanych przez innych – zagranicznych autorów.

Wskaźnik IKDC jest miarą funkcji stawu kolanowego, gdzie wyższe wyniki wskazują na wyższą aktywność i niższe dolegliwości. Przed zabiegiem wyniki uzyskane przez pacjentów świadczyły o niedostatecznej ocenie funkcji stawu kolanowego. Bardzo pozytywny jest fakt, że już po 12 miesiącach po zabiegu ocena funkcji stawu kolanowego wzrosła do dostatecznej,

co świadczyło o poprawie poziomu aktywności i niewielkich dolegliwościach w operowanym stawie kolanowym. Sprawdzając wyniki IKDC 2000 w drugim terminie badań jego wynik był wyższy i osiągnął dobry poziom.

Wyniki IKDC prezentowane w niniejszej pracy ($71,8 \pm 14,0$) są wyższe w porównaniu z wynikami uzyskanymi przez pacjentów w pracy Hoburga 12 miesięcy po zabiegu, które wynosiły $65,4 \pm 21,9$ [109].

Wyniki IKDC w owej pracy uzyskane przez pacjentów w badaniu 24 miesiące po zabiegu ($78,4 \pm 12,0$) są niższe niż od prezentowanych przez zespół Antonio Pascarella w dwuletnich obserwacjach, wynik 83 [112]. Zarówno w jednej jak i drugiej pracy wyniki te świadczą o dobrej ocenie funkcji stawu kolanowego według skali IKDC.

Ocena dolegliwości stawu kolanowego i jego funkcji według Lysholma w pierwszym terminie po zabiegu wynosiła $85,3 \pm 6,4$ a w drugim terminie $89,4 \pm 6,9$. Świadczy to o bardzo dobrej ocenie funkcji stawu dokonanej przez pacjentów po rekonstrukcji chrząstki metodą AMIC oraz po stosowaniu opisanego w pracy protokołu rehabilitacyjnego.

Uzyskane wyniki są wyższe niż te prezentowane przez autorów. Hoburg przedstawił w swojej pracy wyniki 12 miesięcy po zabiegu wynoszące $73,0 \pm 17,5$ [109]. Schagemnn zaprezentował wyniki $79,5 \pm 15,5$ 12 miesięcy po zabiegu oraz $81,8 \pm 14,5$ 24 miesięcy po zabiegu [113]. Gille przedstawił wyniki $79,9 \pm 21,2$ w pierwszym terminie badania oraz $85,2 \pm 18,4$ w drugim [88].

W celu odnalezienia przyczyny wzrostu subiektywnych skal ocen, autorka skorelowała ich wyniki z wynikami testu izokinetycznego. W przypadku oceny według Lysholma nie uzyskano żadnych różnic istotnych statystycznie i korelacja utrzymała się na słabym i przeciętnym poziomie.

Za bardzo istotne uznać należy wyniki uzyskane w korelacji skali IKDC 2000 z wynikami oceny izokinetycznej. Największy wpływ na ocenę subiektywną pacjenta ma maksymalny moment badanej siły prostowników stawu kolanowego. Co potwierdziło wcześniejsze przypuszczenia, że w rehabilitacji po zabiegu AMIC znacząca jest praca nad przywróceniem prawidłowej funkcji i siły mięśnia czworogłowego. Pozostałe parametry, takie jak maksymalny moment siły zginaczy jak i praca całkowita mięśni kończyny dolnej, czyli wytrzymałości, w pierwszym terminie korelowały z oceną subiektywną nisko, natomiast w drugim korelacja ta była wysoka. Jest to bardzo ważna informacja potwierdzająca jak ważna w planowaniu programu rehabilitacyjnego jest praca nad siłą i wytrzymałością mięśniową wszystkich grup mię-

śniowych operowanej kończyny.

Niniejsza praca wnosi protokół rehabilitacyjny pacjentów po artroskopowej rekonstrukcji chrząstki stawu kolanowego metodą AMIC z opisanymi kryteriami przejścia do poszczególnych faz. Jasno wyznaczone kryteria pozwalają na indywidualne podejście do procesu leczenia przy wykorzystaniu jednego protokołu rehabilitacyjnego. Przedstawia również obiektywny sposób oceny funkcji stawu kolanowego. Uzyskane wyniki oceny propriocepcji oraz oceny izokinetycznej siły i wytrzymałości mięśniowej w odniesieniu do podanych norm, pozwalają na podjęcie decyzji o bezpiecznym powrocie do aktywności fizycznej. Przedstawione w pracy kryteria oceny ułatwiają podjęcie decyzji o całkowitym zakończeniu leczenia pacjentów po artroskopowej rekonstrukcji chrząstki stawowej metodą AMIC.

6.1. Ograniczenia

Brak zgłoszenia się pacjenta na ocenę propriocepcji i ocenę izokinetyczną siły i wytrzymałości prostowników i zginaczy stawu kolanowego w wyznaczonym terminie okazał się głównym utrudnieniem w trakcie prowadzenia badań.

7. Wnioski

Wyniki przedstawione w pracy potwierdzają skuteczność zastosowanego protokołu rehabilitacyjnego u pacjentów po zabiegu rekonstrukcji chrząstki stawu kolanowego metodą AMIC.

1. Ocenę propriocepcji oraz ocenę izokinetyczną mięśni prostowników i zginaczy stawu kolanowego uznać należy za obiektywne kryteria pozwalające na podjęcie decyzji o bezpiecznym powrocie pacjenta do aktywności fizycznej. Zdecydowana większość pacjentów po okresie 24 miesięcy od zabiegu uzyskała zadowalające wyniki (odpowiadające założonym normom) przeprowadzonych testów, co pozwoliło na bezpieczny powrót do aktywności fizycznej. W przypadku 30% przedstawionej grupy powrót ten był możliwy po upływie 12 miesięcy.
2. Uzyskane wyniki obiektywnej oceny funkcji stawu kolanowego (tj. propriocepcji oraz oceny izokinetycznej mięśni prostowników i zginaczy stawu kolanowego) i subiektywnej oceny pacjenta (tj. IKDC 2000, Lysholm) operowanego stawu, wskazują na pozytywną ocenę skuteczności zastosowanego protokołu rehabilitacyjnego przez pacjentów po artroskopowej rekonstrukcji chrząstki metodą AMIC co pozwala na podjęcie decyzji o całkowitym zakończeniu leczenia.
3. Uzyskane wyniki oceny propriocepcji oraz oceny izokinetycznej mięśni prostowników i zginaczy stawu kolanowego przez pacjentów po artroskopowej rekonstrukcji chrząstki metodą AMIC porównane z wynikami uzyskanymi przez grupę osób zdrowych – kontrolną, w znacznej większości potwierdzają skuteczność zastosowanego protokołu rehabilitacyjnego.

8. Streszczenie

Chrzątka stawowa jest bardzo ważnym elementem budowy stawu kolanowego, który wpływa na płynność jego ruchu. Na skutek przewlekłe działających sił przeciążających lub urazu dochodzi do jej uszkodzenia, co ma znaczący wpływ na obniżenie jakości życia pacjenta. W związku z powyższym rozpoczęto działania w kierunku znalezienia odpowiedniej metody leczenia tego typu schorzeń. Kluczowym elementem tych poszukiwań było uzyskanie oczekiwanych efektów przy użyciu jak najmniej inwazyjnej metody leczenia operacyjnego. Technika operacyjna w połączeniu z kompleksową rehabilitacją oraz obiektywną oceną operowanego stawu jest sposobem na bezpieczny powrót do zdrowia, jak również do aktywności fizycznej pacjenta. Celem niniejszej pracy było potwierdzenie skuteczności przedstawionego protokołu rehabilitacyjnego zastosowanego u pacjentów po zabiegu artroskopowej rekonstrukcji chrząstki stawu kolanowego metodą AMIC, na podstawie uzyskanych wyników subiektywnej i obiektywnej oceny stanu funkcjonalnego operowanego stawu. W tym celu autorka przedmiotowej pracy dokonuje przedstawienia obiektywnych kryteriów pozwalających na bezpieczny powrót pacjenta do aktywności fizycznej. Na podstawie ustalonych obiektywnych kryteriów oceny możliwe jest podjęcie decyzji o całkowitym zakończeniu procesu leczenia. Dalej zaś, porównuje wyniki oceny propriocepcji oraz oceny izokinetycznej mięśni prostowników i zginaczy

kontrolnej - czyli zdrowych osób dobranych pod względem płci, wieku i poziomu aktywności fizycznej. Uzyskane przez autorkę wyniki świadczyć mają o skuteczności przedstawionego protokołu rehabilitacyjnego.

W badaniu wzięło udział 39 pacjentów, przy czym ostatecznie do przedstawionej pracy zakwalifikowano 21 osób, u których wykonano zabieg rekonstrukcji chrząstki stawu kolanowego metodą AMIC oraz poddano pełnemu protokołowi rehabilitacyjnemu zakończonemu oceną obiektywną oraz subiektywną w dwóch terminach – 12 miesięcy i 24 miesiące po wykonaniu zabiegu. Ocena obiektywna składała się z testu wykonanego przy użyciu platformy Delos według protokołu Rivy mającego na celu określenie sposobu kontroli postawy ciała – propriocepcji oraz z testu izokinetycznego przeprowadzonego na urządzeniu Biodex, w wyniku którego otrzymano informacje o sile i wytrzymałości mięśniowej operowanej kończyny. Do subiektywnej oceny stawu kolanowego wykorzystano dwa formularze: IKDC 2000 oraz Lysholm, a następnie otrzymane wyniki zostały porównane z grupą kontrolną.

Rezultaty oceny przeprowadzonej 12 miesięcy po zabiegu wskazywały na dostateczny wynik testu propriocepcji w statycznym teście Rivy oraz na zaburzony sposób kontroli postawy ciała wynikający z rezultatów osiągniętych w dynamicznej części tego testu, natomiast wyniki testu oceny izokinetycznej wykazały wyższe wartości mierzonych parametrów w kończynie

nieoperowanej w stosunku do operowanej. Analiza wszystkich parametrów mierzonych podczas wykonywanych testów, zarówno propriocepcji, jak i oceny izokinetycznej wykazała, że u 30% badanych wyniki mieściły się w określonych normach, co umożliwiło bezpieczny powrót do aktywności fizycznej już 12 miesięcy po wykonanym zabiegu operacyjnym. Porównując rezultaty uzyskane z dwóch terminów badania, zanotowano znaczną poprawę w statycznym teście Rivy, a wyniki pacjentów świadczą o bardzo dobrej kontroli ciała.

Poprawa wyników dotyczyła również parametrów mierzonych podczas oceny izokinetycznej. Zanotowano istotny statystycznie wzrost maksymalnego momentu siły prostowników stawu kolanowego. Wzrosła również wartość pracy całkowitej tych mięśni, co świadczy o poprawie ich wytrzymałości. Uzyskane wartości maksymalnego momentu siły mięśni prostowników jak i zginaczy w stosunku do masy ciała były dostateczne.

Wyniki propriocepcji potwierdziły zatem pozytywny wpływ prowadzonego protokołu rehabilitacyjnego, gdyż grupa badana uzyskała bardzo dobry wynik w przypadku, gdy wynik grupy kontrolnej był niedostateczny.

Analiza rezultatów oceny izokinetycznej wykazała, że grupa badana uzyskała wyniki parametrów takich jak maksymalny moment siły zginaczy, a także wytrzymałość mięśni zginaczy oraz prostowników nieróżniące się od wartości generowanych przez grupę kontrolną. Jedynie parametr świadczący o maksymalnym momencie siły prostowników różnił się w tym porównaniu.

Należy także stwierdzić, że pozytywne odczucia pacjentów potwierdzają uzyskane wyniki subiektywnych ocen pacjenta. Istotny statystycznie wzrost zarówno IKDC 2000, jak i Lysholma są tego najlepszym dowodem.

Podsumowaniem analizy wyników uzyskanych przez pacjentów było znalezienie przyczyny wzrostu subiektywnej oceny. Korelując poszczególne mierzone parametry zauważono bardzo wysoki wpływ parametru określającego maksymalny moment siły mięśnia czworogłowego na wyniki oceny IKDC 2000.

Na gruncie powyższych ustaleń poczynionych przez autorkę, należy stwierdzić, że proponowany protokół rehabilitacyjny, zastosowany u pacjentów po przebytym zabiegu stawu kolanowego metodą AMIC, ma pozytywne przełożenie na powrót pacjentów do zdrowia, w tym aktywności fizycznej, a decyzja o powrocie tym podejmowana w sposób świadomy, odpowiedzialny i przede wszystkim bezpieczny dla operowanego, na podstawie obiektywnych wyników uzyskiwanych przez pacjentów.

Podsumowując ocena propriocepcji oraz ocena izokineczna mięśni prostowników i zginaczy stawu kolanowego stanowi obiektywne kryterium pozwalające na podjęcie decyzji o bezpiecznym powrocie do aktywności fizycznej. Przedstawione przez autorkę kryteria oceny umożliwiają podjęcie decyzji o całkowitym zakończeniu leczenia. Porównanie uzyskanych wyników oceny grupy badanej z grupą kontrolną potwierdza skuteczność zastosowanego protokołu rehabilitacyjnego u pacjentów po rekonstrukcji chrząstki metodą AMIC.

9. Summary

Articular cartilage is a crucial element of a knee joint, which influences smoothness of a movement. It may come to its damage due to chronic activity of overloading forces or an injury, which seriously lowers the quality of a patient's life. According to that, there has been research to come up with a suitable method of treating this kind of disease. The key element of this research was to achieve expected effects, using the least invasive methods of surgical treatment. Surgical technique connected with comprehensive rehabilitation and objective assessment of an operated joint are the way to safe recovery, as well as a patient's physical activity. The aim of this dissertation was to confirm the effectiveness of a presented rehabilitation protocol applied to patients after arthroscopic reconstruction of knee joint cartilage with AMIC method, based on obtained results of subjective and objective assessment of a functional condition of an operated joint. For that reason the author of this dissertation presents objective criteria that allow a safe recovery to physical activity of a patient. On the basis of objective criteria of evaluation it became possible to decide on terminating the treatment process. Following that, the results of proprioception and isokinetic evaluation of the muscles of the extensors and flexors of knee joints at the patients after reconstruction of cartilage with AMIC method are compared with the results of a control group – healthy people, selected with regard to sex, age and the level of physical activity. The conclusions reached by the author testify the effectiveness of presented rehabilitation protocol.

There were 39 patients participating in the examination, eventually 21 people were qualified to the dissertation, who had the cartilage of knee joint with AMIC method reconstructed as well as they underwent the total rehabilitation protocol completed with objective assessment and subjective one in two dates – 12 months and 24 months after performing the surgery. The objective assessment is composed of a test performed with Delos platform by Riva protocol, aimed at determining the method of body posture control – proprioception as well as isokinetic test performed by Biodex device, in the result of which the information about the force and endurance of an operated limb muscle. Two templates were used to subjective assessment of a knee joint: IKDC 2000 and Lysholm and in the next stage the acquired results were compared with the control group. The results of the assessment carried out 12 months after the surgery presented a sufficient result of proprioception test in static Riva test as well as disfunctional way of a body posture stemming from the results achieved from dynamic part of this test. However, the results of the test of isokinetic evaluation pointed out higher values of measured parameters in not operated limb in relation to operated one. The analysis of all parameters measured during tests, both proprioception and isokinetic showed that the results of 30% of examined patients were in certain standards, which enabled safe recovery to physical activity already after 12 months following the surgery. Comparing the results acquired in two

dates of examination, a significant improvement was noticed in static Riva test, and the results prove a very good body control.

The improvement of results refers also to parameters measured during isokinetic assessment. Statistically significant increase of maximum strength of a knee bend extensor was noted. The value of total work of these muscles also escalated, which testifies the improvement of their endurance. The achieved values of maximum moment of muscles extensors strength as well as flexors in relation to body weight were sufficient.

Proprioception results confirmed a positive influence of carried out rehabilitation protocol, as the examined group achieved a very positive result in case when the result of a control group was insufficient. The analysis of results of isokinetic assessment showed that the examined group achieved the parameters results such as maximum moment of flexors strength, as well as the endurance of flexors muscles and extensors, not differentiated from the values generated by the control group. The only parameter that proved maximum moment of extensors strength was different in this comparison.

It must be stated that patients' positive feelings confirm the achieved results of patients' subjective assessment. Statistically sufficient increase in both IKDC 2000 as well as Lysholm are the best proof.

The summary of results' analysis achieved at patients was to find the reason of the increase in subjective assessment. Correlating particular measured parameters, a very high influence of a parameter determining a maximum moment of quadriceps strength on the results of IKDC 2000 assessment was noticed. On the basis of above mentioned determinations made by the author, it should be noted that the proposed rehabilitation protocol, applied at the patients after the knee joint surgery with AMIC method, has a positive transmission on patients recovery, including physical activity, and the decision of coming back was made in a conscious, responsible and above all safe way for an operated person, on the basis of objective results achieved at patients.

Summing up, the proprioception and isokinetic assessment of extensors and flexors muscles of knee bend constitutes an objective criterium enabling taking a decision about safe return to physical activity. Objective criteria of assessment presented by the author enable taking a decision of full completion of the treatment. The comparison of acquired results of the examined group and the control group confirms the effectiveness of applied rehabilitation protocol at patients after cartilage reconstruction with AMIC method.

10. Piśmiennictwo

1. Sellards R.A., Niho S.J., Cole B.J.: Chondral injuries. *Curr. Opin. Rheumatol.* 2002; 14(2):134-141.
2. Areon A., Loken S., Heir S., Alvik E.: Articular cartilage lesions in 993 consecutive knee arthroscopies. *Am J Sports Med.* 2004; 32:211-215.
3. Curl W.W., Krome J., Gordon E.S., Rushing J., et al.: Cartilage injuries: a review of 31,516 knee arthroscopies. *Arthroscopy.* 1997; 13(4): 456-460.
4. Hjelle., Solheim E., Strand T., Muri R., et.al.: Articular cartilage defects in 1000 knee arthroscopies. *Arthroscopy.* 2002; 18(7): 730-734.
5. La Prade R.F., Konowalchuk B.K., Fritts H.M., Wentorf F.A.: Uszkodzenia chrząstki stawu kolanowego. *Med Dypł.* 2002; 11(1): 71-84.
6. Trzaska T.: Transpozycja chrzęstno-kostna w leczeniu ubytków chrząstki stawu kolanowego. Poznań: Akad. Med. 1999; s.157
7. Widuchowski J.: Artroskopia w diagnostyce i leczeniu uszkodzeń urazowych i schorzeń stawu kolanowego. Katowice: Śl. Akad. Med. 2002; s. 326.
8. Widuchowski W.: Analiza uszkodzeń urazowych i schorzeń chrząstki stawowej w obrazie artroskopowym kolana z uwzględnieniem wyników leczenia. Praca doktorska. Katowice: Śl. Akad. Med. 2005;
9. Wilder F.V., Hall B.J., Barrett J.P., Lemrow N.B.: History of acute knee injury and osteoarthritis of knee: a prospective epidemiological assessment. *Osteoarthritis Cartilage.* 2002; 10(8): 611-616.
10. Gersoff W.K.: Considerations prior to surgical repair of articular cartilage injuries of knee. *Oper.Tech.Sports Med.* 2000; 8(2): 86-90.
11. Kwasek B., Bogdał D.: The use of hyaluronic acid in the treatment of osteoarthritis of knee cartilage. *Technical transactions. Chemistry.* 1-Ch/2014.
12. Steinwachs M.R., Cartilage Repair – Autologous Chondrocyte Transplantation and Autologous Matrix – induced Chondrogenesis, *Orthopaedic Surgery, European Musculoskeletal Review*, 2006.
13. Lubiowski P., Manikowski W., Romanowski L., Trzeciak T. i wsp.: Doświadczalna rekonstrukcja chrząstki stawowej przy użyciu autogennych przeszczepów okostnej i ochrząstkowej. *Ortop. Traum. Rehab.* 2001: Vol. 3, no. 2, pp. 194-199.
14. Trzeciak T., Kruczyński J., Lubiowski P., Piontek T. i wsp.: Rekonstrukcja ubytków chrząstki stawowej za pomocą przeszczepów autologicznych chondrocytów. *Ortop. Traum. Rehab.* 2001: Vol. 3, no. 2, pp. 200-204.
15. Piontek T., Ciemniowska-Gorzela K., Szulc A., Naczek J. i wsp.: All-arthroscopic AMIC procedure for repair of cartilage defects of the knee, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012 May; 20(5):922-5.

16. Marczyński W.: Traumatologia narządu ruchu. Biologia i biomechanika leczenia; Wydawnictwo lekarskie PZWL, Warszawa, 2017; 1-4, 264-278, 445-452.
17. Ciszek B.: Morfologia i funkcja chrząstki stawowej. *Acta Clinica*. 2001; 1:10-14.
18. Narmoneva D.A., Wang J.Y., Setton L.A.: Nonuniform swelling-induced residual strains in articular cartilage *J. Biomech.* 1999; 32:401 – 408.
19. Miltz A., Eckstein F., Putz R.: The thickness of the subchondral plate and its correlation with the thickness of the uncalcified articular cartilage in the human patella. *Ant. Embryol.* 1995; 192:437 – 44.
20. Haberhold C., Faber S., Stammberger T., Steinlechner M., et al.: In situ measurement of articular cartilage deformation in intact femoropatellar joints under static loading *J. Biomech.* 1999; 32:1287 – 1295.
21. Frost H.M.: Joint anatomy, design, and arthroses: insights of the Utah paradigm. *Anat. Rec.* 1999; 255:162 – 173.
22. Eckstein F., Tieschky M., Faber S.C., Haubner M., Kolem H., et al.: Effect of physical exercise on cartilage volume and thickness in vivo: MR imaging study. *Radiology*. 1998; 207:243 – 248.
23. Popko J., Guszczyn T.: Biomechanical and biochemical aspects of cartilage injuries and the repair process. *Biomechanics 2012 – International Conference of the Polish Society of Biomechanics*. Białystok, 241-243.
24. Outbridge R.E.: The etiology of chondromalacia patellae. *J Bone Joint Surg Br* 1961; 43: 752-757.
25. Edmonds E.W., Shez K.G.: Osteochondritis dissecans: editorial comment. *Clin Orthop Res*. 2013; 472(4): 1105-1106.
26. Wall E.J., Polousky J.D., Shea K.G., et al.: Novel radiographic feature classification of knee osteochondritis dissecans: a multicenter reliability study. *Am J Sports Med*. 2015; 43(2): 303-309.
27. Hayashi D., Duryea J., Roemer F.W., et al.: Conventional radiography as an indirect measure for cartilage pathology. W: *Cartilage Imaging: Significance, techniques and new developments*. Springer Science- Business Media, LLC. 2011; 27-36.
28. Patel SA, Hageman J., Quatman C.E., et al.: Prevalence and location of bone bruises associated with anterior cruciate ligament injury and implications for mechanism of injury: A systematic review. *Sports Med*. 2014; 44(2): 281-293.
29. Papalia R., Torre G., Vasta S., et al.: Bone bruises in anterior cruciate ligament injured knee and long-term outcomes. A review of the evidence. *Open Access J Sports Med*. 2015; 18(6): 37-48.
30. Windt T.S., Concaro S., Lindahl A., et al.: Strategies for patient profiling in articular cartilage repair of the knee: A prospective cohort of patients treated by one experienced cartilage surgeon. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2012; 20(11): 2225-2232.

31. Behery O., Siston R.A., Harris J.D., et.al.: Treatment of cartilage defects of the knee: expanding on the existing algorithm. *Clin J Sport Med.* 2014; 24(1): 21-30.
32. S.Brent Brotzman, Kevin E.Wilk: Rehabilitacja ortopedyczna; Elsevier Urban&Partner, Wrocław, 2008; tom II, 524-532.
33. Herotin Y., Mobasheri A., Marty M.: Is there any scientific evidence for the use of glucosamine in the management of human osteoarthritis? *Arthritis Res Ther.* 2012; 14(1): 201-210.
34. Logre-Boyer V.: Viscosupplementation: techniques, indications, results. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2015; 101(1 suppl): 101-108.
35. Filardo G., Di Matteo B., Di Martino A., et al.: Platelet-rich plasma intra-articular knee injections shows no superiority versus viscosupplementation: A randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2015; 43(7):1575-1582.
36. Guszczyński T., Popko J.: Osocze bogatopłytkowe – czy aby na pewno? Konferencja Naukowa w Augustowie, „Biologia leczenia zaburzeń zrostu, powikłania jatrogenne” 22-24 maj 2014.
37. Dimarino A.M., Caplan A.I., Bonfield T.L.: Mesenchymal stem cells in tissue repair. *Front Immunol.* 2013; 4(4): 1-9.
38. Vega A., Martin-Ferrero M.A., Del Canto F., et al.: Treatment of knee osteoarthritis with allogenic bone marrow mesenchymal stem cells: A randomized controlled trial. *Transplantation.* 2015; 99(8): 1681-1690.
39. Richter D.L., Schenck R.C., Wascher D.C., et al.: Knee articular cartilage repair and restoration techniques: A review of the literature. *Sports Health.* 2015; pii 1941738115611350
40. Stanish W.D., McCormack R., Forriol F., et al.: Novel scaffold-based BST-CarGel treatment results in superior cartilage repair compared with microfracture in randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2013; 95(18): 1640-1650.
41. Skowroński J., Skowroński R., Rutka M.: Wyniki leczenia dużych ubytków chrząstki stawu kolanowego za pomocą koncentratu komórek szpiku i membrany kolagenowej. *Ortop Traumatol Reh.* 2013; 1(6): 69-76.
42. Minas T., Von Keudell A., Bryant T., et al.: The John Insall Award: A minimum 10-year outcome study of autologous chondrocyte implantation. *Clin Orthop Relat Res.* 2014; 472(1): 41-51.
43. Gracitelli G.C., Meric G., Briggs D.T., et al.: Fresh osteochondral allografts in the knee: comparison of primary transplantation versus transplantation after failure of previous subchondral marrow stimulation. *Am J Sports Med.* 2015; 43(4): 885-891.
44. Materiał multimedialny Rehasport Clinic.
45. Będziński R., Kędzior K., Kiwerski J., Morecki A. i wsp.: Biomechanika i inżynieria rehabilitacyjna tom 5 Biocybernetyki i inżynierii biomedycznej. Akademicka oficyna wydawnicza EXIT, Warszawa 2004; 173-189.

46. Będziński R.: Biomechanika Inżynierska, Zagadnienia wybrane, Wrocław 1997.
47. Będziński R., Ścigała K.: FEM analysis of strain distribution in tibia bone and relationship between strains and adaptation of bone tissue, Proceedings of 2nd European Conference on Computational Mechanics, Kraków 2001.
48. Maquet P.G.J.: Biomechanics of the knee, Berlin 1983.
49. Marx R.G.: Knee Rating Scales; Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, Vol 19, No 10 (December), 2003: pp 1103-1108.
50. Irrgang J.J., Lubowitz J.H.: Measuring Arthroscopic Outcome; Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, 2008; 24, 6: 718-722.
51. Marx R.G., Menezes A., Horovitz L., Jones E.C., et al.: A comparison of two time intervals for test-retest reliability of health status instruments; Journal of Clinical Epidemiology, 2003; 56: 730–735.
52. Brukner P., Khan K.: Kliniczna medycyna sportowa. DB Publishing, Warszawa 2011.
53. Lephart S. M., Fu F.H.: „Proprioception and neuromuscular control in joint stability”, Human Kinetics, 2000.
54. Lephart S.M., Pincivero D.M., Giraldo J.L., Fu F.H.: „The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries”; American Journal of Sports Medicine, 1997; 25: 130-140.
55. O’Connell M., George K., Stock D.: „Postural sway and balance testing: a comparison of normal and anterior cruciate ligament deficient knees”; Gait and Posture, 1998; 8: 136-142.
56. Skinner H.B., Barrack R.L.: Joint position sense in the normal and pathologic knee joint”; J Electromyography and Kines, 1991; 1(3): 180-190.
57. Barrett D.S.: Proprioception and function after anterior cruciate ligament reconstruction”; J. Bone Joint Surg [Br]. 1991; 73B(5): 833-837.
58. Beard D.J., Kyberd P.J., Fergusson C.M., Dodd C.A.F.: „Reflex hamstring contraction latency in anterior cruciate ligament deficiency”; J Orthop Res. 1994; 12(2): 219-228.
59. Beaton D, Bombardier C, Guillemin F, Ferraz M. Guidelines for the Process of Cross-Cultural Adaptation of Self-Report Measures. Spine, 2000;15:3186-91.
60. Co H.F., Cannon W.D.: “Effect of reconstruction of the anterior cruciate ligament on proprioception of the knee and the heel strike transient”; J. Orthop Res. 1993; 11: 696-704.
61. Harter R.A., Ostering L.R., Singer K.M.: “Knee joint proprioception following anterior cruciate ligament reconstruction”; J. Sport Rehab. 1992; 1: 103-110.
62. MacDonald P.B., Hedden D., Pacin O., Sutherland K.: “Proprioception in anterior cruciate ligament deficient and reconstructed knees”; Am J Sports Med. 1996; 24(6): 774-778.
63. Riva D, Soardo GP. Per Ritrovare L’equilibrio. Edi-Ermes. Sport&Medicina. 1999; 5: 55-58.
64. Riva D, Trevisson P. Il controllo posturale. Sport&Medicina. 2000; 4: 47-51.

65. Riva D.: Archeoproprioccezione: Che cos'è e come si allena. *Sport&Medicina*. 2000; 2: 49-55.
66. Chmielewski T.L., Rudolph K.S., Snyder-Mackler L.: Development of dynamic knee stability after acute ACL injury; *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 12 (2002) 267–274.
67. Croisier J.L., Malnati M., Reichard L.B., Peretz C., et al.: „Quadriceps and hamstring isokinetic strength and electromyographic activity measured at different ranges of motion: A reproducibility study”; *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2007; 17: 484–492.
68. Kendall H., Kendall F.: *Muscles testing and function*. Baltimore, Williams and Wilkins; 1949.
69. Daniels L., Worthingham C.: *Muscle Testing, Techniques of Manual Examination*. New York: W.B. Saunders Company, 1986:91–117.
70. Kapreli E., Athanasopoulos S.: The anterior cruciate ligament deficiency as a model of brain plasticity; *Medical Hypotheses*, 2006; 67: 645–650.
71. Davies G.: *A compendium of isokinetics in clinical usage and rehabilitation techniques*; USA, Onalaska, Wydanie IV, WI: S&S Publishers, 1992.
72. Dvir Z.: *Isokinetics: Muscle Testing, Interpretation, and Clinical Applications*; Wielka-Brytania, Edinburgh: Churchill Livingstone, 1995.
73. Manikowska F., Po-Jung Chen B., Józwiak M., Lebedowska M.: Validation of Manual Muscle Testing (MMT) in children and adolescents with cerebral palsy. *Neuro Rehabilitation* 42 (2018) 1-7.
74. Ciemnińska-Gorzela K., *Funkcja stawu kolanowego po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego*, Rozprawa doktorska pod przewodnictwem prof. dr hab. med. Andrzeja Szulca, Uniwersytet Medycznyim. Karola Marcinkowskiego Poznaniu, Poznań 2010: 29-32.
75. Paradowski P.T., Roos E.M.: Skale oceny stawu kolanowego. Podstawowe pojęcia. Przegląd metod badawczych. Adaptacja językowa i kulturowa, *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*, Vol.6, Nr 4, 2004, 393-405.
76. Piontek T., Ciemnińska - Gorzela K., Naczek J., Cichy i wsp.: Linguistic and cultural adaptation into Polish of the IKDC 2000 subjective knee evaluation form and the Lysholm scale. *Polish Orthopedics and Traumatology*, 2012; 77:114-119.
77. Irrgang J.J., Anderson A.F., Boland A.L.: Development and validation of the International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form. *Am J Sports Med*. 2001; 29: 600-13.
78. Daniuk S.: Antyosteoartrotyczny wpływ modulatora β -receptora estrogenowego u kobiet po menopauzie z chorobą zwyrodnieniową kolan i osteopenią. Badanie wstępne. *Postępy Nauk Medycznych*, t. XXV, nr 3, 2012.

79. Haskell W., Lee I., Pate R., Powell K., et al. Physical activity and public health: Updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39 (8): 1423–1434.
80. World Health Organization: Global recommendations on physical activity for health 2010, http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241599979_eng.pdf (data dostępu: 14.04.2014).
81. Piontek T., Ciemniowska-Gorzela K., Szulc A., Pyda A., Dudziński W. i wsp.: Sposoby kontroli postawy u chorych z niestabilnością przednią stawu kolanowego. *Chirurgia Narządów Ruchu i Ortopedia Polska.* 2009; 74 (6).
82. Shelbourne K.D., Gray T.: Results of anterior cruciate ligament reconstruction based on meniscus and articular cartilage status at the time of surgery. Five- to fifteen-year evaluations. *Am J Sports Med.* 2000; 28: 446-52.
83. Gordia V.K., Grana W.A.: A comparison of outcomes at 2 to 6 years after acute and chronic anterior cruciate ligament reconstructions using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy.* 2001; 17: 383-92.
84. Voloshin I., Schmitz M.A., Adams M.J., DeHaven K.E.: Results of repeat meniscal repair. *Am J Sports Med.* 2003; 31: 874-80.
85. Miller B.S., Steadman J.R., Briggs K.K., Rodrigo J.J., et al.: Patient satisfaction and outcome after microfracture of the degenerative knee. *J Knee Surg.* 2004; 17: 13-7.
86. Młynarski S.: Praktyczne metody analizy danych rynkowych i marketingowych. Kantor Wydawniczy Zakamycze, Kraków 2000.
87. Stanisław A.: Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISICA PL na przykładach z medycyny. StatSoft, Kraków 2007.
88. Gille J., Behrens P., Volpi P., de Girolamo L., et al.: Outcome of Autologous Matrix Induced Chondrogenesis (AMIC) in cartilage knee surgery: data of the AMIC Registry. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013 Jan; 133(1):87-93.
89. Panni A.S., Regno C., Mazzitelli G., D'Apolito R., et al.: Good clinical results with autologous matrix-induced chondrogenesis (Amic) technique in large knee chondral defects. *Knee Surg. Sports Traumatol Arthrosc.* 2017.
90. Bertho P., Pauvert A., Pouderoux T., Robert H.: Treatment of large deep osteochondritis lesions of the knee by autologous matrix-induced chondrogenesis (AMIC). Preliminary results in 13 patients. *France, Orthop Traumatol Surg Res.* 2018 Sep;104(5):695-700.
91. Lanher M., Ull C., Hagen M., Pellengahr C.S., et al.: Cartilage Surgery in Overweight Patients: Clinical and MRI Results after the Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis Procedure. *Biomed Res Int Res Int.* 2018 May 8; 2018:6363245.
92. Girolamo L., Schönhuber H., Viganò M., et al.: Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis (AMIC) and AMIC Enhanced by Autologous Concentrated Bone Marrow Aspirate (BMAC) Allow for Stable Clinical and Functional Improvements at up to 9 Years Follow

- Up: Results from a Randomized Controlled Study. *J. Clin. Med.* 2019; 8(3), 392.
93. Levin S. Early mobilization speeds recovery. *Physician Sportsmed* 1993; 21: 70-4.
 94. Clarkson P.M.: Exercise induced muscle damage – animal and human models. *Med Sci Sport Exerc.* 1992; 24: 510-11.
 95. Maitland G.D.: *Vertebral Manipulation*. 5th end. Londyn: Butterworths, 1986.
 96. Kaltenborn F.: *Manual Therapy of the Extremity Joints*. Oslo: Bokhandel, 1975.
 97. Cyriax J. *Textbook of Orthopaedic Medicine*. 6th end. Londyn: Bailliere Tindall, 1975.
 98. Jull G., Trott P., Potter H.: A randomized controlled trial of exercises and manipulative therapy for cervicogenic headache. *Spine* 2002; 27(17): 1835-43.
 99. Volz M., Schaumburger J., Frick H., Grifka J., et al.: A randomized controlled trial demonstrating sustained benefit of Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis over microfracture at five years. *International Orthopaedics (SICOT)* (2017) 41: 797-804.
 100. Kusano T, Jakob RP, Gautier E, Magnussen RA, et al.: Treatment of isolated chondral and osteochondral defects in the knee by autologous matrix-induced chondrogenesis (AMIC). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012; 20(10):2109-15.
 101. https://www.geistlich-pharma.com/fileadmin/content/Geistlich_Pharma/Pdf/pdf_Orthopaedical/AMICKnee_en.pdf
 102. Steinwachs M., Gille J., Volz M., et al.: Systematic Review and Meta-Analysis of the Clinical Evidence on the Use of Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis in the Knee. *Cartilage*. 2019; 1-15.
 103. Riva D., Trevisson P., Minoletti R., Riccio M., et al.: Sports influence on dynamic postural control during human growth. In: Benso L, Gilli G, Schell LM, eds. *Human growth from conception to maturity. Auxology advances in the study of human growth and development*, Vol. 4. London. Smith-Gordon, 2002:325–32.
 104. Hrysomallis C.: Relationship between balance ability, training and sports injury risk. *Sports Medicine*. 2007;37(6):547-56.
 105. Grygorowicz M., Kubacki J., Pilis W., Gieremek K., I wsp.: Select isokinetic tests in knee injury prevention. *Biology of Sport*. 2010; 27: 47-51.
 106. Wilkosz P: Izokinetyczna ocena prostowników i zginaczy stawów kolanowych u zawodników grających wyczynowo w piłkę siatkową. Praca doktorska. Poznań 2009.
 107. Sadlik B., Puszczarz M., Kosmala L., Wiewiorski M.: Allarthroscopic autologous matrix-induced chondrogenesis aided repair of a patellar cartilage defect using dry arthroscopy and a retraction system. *J Knee Surg.* 2017; 30(9):925-9.
 108. Dhollander A., Moens K., Van der Maas J., Verdonk P., et al.: Treatment of patellofemoral cartilage defects in the knee by autologous matrix-induced chondrogenesis (AMIC). *Acta Orthop Belg.* 2014; 80(2):251-9.
 109. Hoburg A., Leitsch J., Diederichs G., Lehnigk R., et al. Treatment of osteochondral defects with a combination of bone grafting and AMIC technique. *Arch Orthop Trauma*

- Surg. 2018; 138(8):1117-26.
110. Rozzi S. L., Lephart S. M., Sterner R., Kuligowski L.: Balance training for persons with functionally unstable ankles. *Journal of Orthopaedic&Sports Physical Therapy*, 1999; 29,8: 478–486.
 111. McKeon P.O., Ingersoll C.D., Kerrigan D. C., Saliba E., et al.: Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Medicine&Science in Sports & Exercise*, 2008; 40, 10: 1810–1819.
 112. Pascarella A., Ciatti R., Pascarella F., Latte C.: Treatment of articular cartilage lesions of the knee joint using a modified AMIC technique. *Knee Surg. Sports Traumatol Arthrosc.* 2010; 18:509-513.
 113. Schagemann J., Behrens P., Paech A., Riepenhof H., Kienast B., Mittelstadt H., et al.: Mid-term outcome of arthroscopic AMIC for the treatment of articular cartilage defects in the knee joint is equivalent to mini-open procedures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2018; 138(6):819-25.

11. Spis rycin:

- Rycina 1. Algorytm leczenia uszkodzeń chrząstki stawowej oparty na klasyfikacji ICRS i skali bólu VAS: MF- mikrołamania, AMIC – mikrołamania pokryte dwuwarstwową membraną kolagenową, BMAC – komórki multipotencjalne okryte dwuwarstwową membraną kolagenową, ACI – autologiczne przeszczepy chondrocytów, OAT – mozaikolastyka, OCA – allogeniczne przeszczepy chrzęstno-kostne [16].
- Rycina 2. Artroskopia stawu kolanowego. Oczyszczenie defektu chrząstki.
- Rycina 3. Nawiercanie oczyszczonego ubytku przy użyciu druta Kirschnera.
- Rycina 4. Artroskopia sucha – odsysanie.
- Rycina 5. Przygotowane wcześniej fragmenty membrany Chondro - Gide nakładane na ubytek chrząstki (warstwa chropowata skierowana do ubytku).
- Rycina 6. Ubytek całkowicie pokryty Chondro - Gide.
- Rycina 7. Stan po nałożeniu kleju tkankowego na ubytek pokryty membraną Chondro-Gide.
- Rycina 8. Ubytek szczelnie pokryty membrana po 10 krotnym zgięciu stawu kolanowego.
- Rycina 9. Ćwiczenie izometryczne mięśnia czworogłowego uda.
- Rycina 10. Ćwiczenie koncentryczne (strzałka w górę) i ekscentryczne (strzałka w dół).
- Rycina 11. Ćwiczenie wykonane w otwartym łańcuchu kinematycznym – wyprost stawu kolanowego ze swobodnym ruchem stopy.
- Rycina 12. Ćwiczenie wykonane w zamkniętym łańcuchu kinematycznym – wyprost stawu kolanowego z pełnym podparciem stopy.
- Rycina 13. Ćwiczenie bierne zgięcia stawu kolanowego z wykorzystaniem siły zewnętrznej – rąk pacjenta.
- Rycina 14. Ćwiczenie kontroli nerwowo-mięśniowej. Stanie na jednej kończynie dolnej z zamkniętymi oczami.
- Rycina 15. Stanie na jednej kończynie dolnej na niestabilnym podłożu – zaawansowane .
- Rycina 16. Schemat faz rehabilitacji.
- Rycina 17. Pozycja pacjenta badanego podczas próby statycznej testu kontroli postawy ciała.
- Rycina 18. Pozycja pacjenta badanego podczas próby dynamicznej testu kontroli postawy ciała.
- Rycina 19. Pozycja osoby badanej podczas testu izokinetycznego.
- Rycina 20. Ruch wyprost w stawie kolanowym podczas testu izokinetycznego.

12. Spis tabel:

- Tabela 1. Klasyfikacja uszkodzeń chrząstki wg skali A- Outerbridge’a, B- ICRS [16]
- Tabela 2. Schemat leczenia zachowawczego pacjentów po uszkodzeniu chrząstki stawowej [32]
- Tabela 3. Plan rehabilitacji pacjentów po zabiegach na chrząstce stawowej wg Fitzgeralda i Irrgangi [32]
- Tabela 4. Kryteria włączające i wyłączające z badań
- Tabela 5. Lokalizacja rekonstruowanego ubytku chrząstki stawu kolanowego
- Tabela 6. Porównanie parametrów grupy badanej i kontrolnej
- Tabela 7. Wartości parametrów badanych w czasie oceny kontroli postawy ciała 12 miesięcy po zabiegu
- Tabela 8. Wartości parametrów mierzonych w czasie oceny izokinetycznej 12 miesięcy po zabiegu (pierwszy termin).
- Tabela 9. Wartości parametrów badanych w czasie oceny kontroli postawy ciała 24 miesiące po zabiegu
- Tabela 10. Wartości parametrów mierzonych w czasie oceny izokinetycznej 24 miesiące po zabiegu (drugi termin)
- Tabela 11. Porównanie wyników parametrów PP i PS w 1 oraz 2 terminie badania
- Tabela 12. Porównanie wyników parametrów izokinetycznych w 1 oraz 2 terminie badania
- Tabela 13. Porównanie wyników średnich delt parametrów izokinetycznych w 1 i 2 terminie badania
- Tabela 14. Porównanie wartości parametrów PP i PS grupy badanej i kontrolnej
- Tabela 15. Porównanie wartości parametrów izokinetycznych grupy osób badanych do grupy kontrolnej
- Tabela 16. Porównanie wartości parametrów IKDC 2000 i Lysholm przed zabiegiem oraz w 1 i 2 terminie badania
- Tabela 17. Korelacja parametrów oceny izokinetycznej z formularzem IKDC 2000 w 1 i 2 terminie badania
- Tabela 18. Korelacja parametrów oceny izokinetycznej z formularzem Lysholm w 1 i 2 terminie badania

13. Załączniki

Załącznik 1 - Formularz świadomej zgody

FORMULARZ ŚWIADOMEJ ZGODY ORAZ ZGODA NA PRZETWARZANIE DANYCH OSOBOWYCH I ZACHOWANIE PRYWATNOŚCI

Tytuł badania: Postępowanie rehabilitacyjne po rekonstrukcji chrząstki stawowej metodą AMIC®
(Autologus Matrix-Induced Chondrogenesis)

Numer protokołu: APRU_2016_v1

Numer pacjenta:

FORMULARZ ŚWIADOMEJ ZGODY

Jeżeli chce Pan/Pani wziąć udział w eksperymencie medycznym, będzie Pan/Pani musiał/a podpisać niniejszy formularz zgody. Ten formularz informuje o Pana/Pani zgodzie na udział w eksperymencie, ale także pozwala Sponsorowi eksperymentu i Badaczowi zbierać i przetwarzać wszystkie istotne informacje osobowe zebrane od Pana/Pani w trakcie badania oraz przekazywać je właściwym władzom i powiązanym firmom oraz innym uważnie dobranym organizacjom. Są to aktywności rutynowo przeprowadzane w trakcie wszystkich eksperymentów medycznych. Niniejszy formularz zgody jest wymagany przez Sponsora eksperymentu i Badacza w celu zapewnienia zgodności z ustawą o ochronie danych z 1998 roku (albo równoważną ustawą w innych krajach Unii Europejskiej (UE) wdrażającą dyrektywę UE o ochronie danych).

- Niniejszym wyrażam pełną, świadomą i dobrowolną zgodę na udział w tym eksperymencie medycznym oraz na anonimowe przetwarzanie, udostępnianie i na publikację wyników moich badań, zgodnie z Ustawą o ochronie danych osobowych z dnia 29.08.1997 roku.
- Rozumiem, że mój udział w tym eksperymencie jest całkowicie dobrowolny.
- Jestem świadoma/y przysługującego mi prawa do odstąpienia od udziału w badaniu na każdym jego etapie, bez podania przyczyny. Wiem również, że skorzystanie z tego prawa nie wpłynie na dalszy przebieg mojego leczenia ani nie utracę żadnych świadczeń.
- Zdaję sobie sprawę, że informacje zebrane przed moim wycofaniem będą wykorzystywane jako część materiałów z eksperymentu oraz do oceny wyników takiego typu leczenia.
- Rozumiem, że wszystkie dane zebrane w moim imieniu będą traktowane poufnie.
- Wyrażam zgodę na poinformowanie mojego lekarza rodzinnego o moim udziale w tym eksperymencie medycznym.
- Otrzymałam/em do rąk własnych kopię wszystkich stron Informacji dla Uczestnika/Uczestniczki Eksperymentu Medycznego oraz Formularz Świadomej Zgody na udział w eksperymencie. Przeczytałam/am te dokumenty. Rozumiem niniejsze informacje i uzyskałam/am odpowiedzi na moje pytania. Wyrażam zgodę na udział w tym badaniu.
- Rozumiem cel tego badania, który został objaśniony mi przez..... Objasnienie obejmowało: cel i długość badania, kroki, które należy podjąć i moje obowiązki, ewentualne problemy i niedogodności związane z udziałem w badaniu, potwierdzenie, że mój udział jest całkowicie dobrowolny
- Przeczytałam/am Formularz Świadomej Zgody i miałam/am wystarczającą ilość czasu, aby podjąć decyzję.

- Mój udział w eksperymencie jest całkowicie dobrowolny. Otrzymałem/am informację że ten eksperyment medyczny został zaakceptowany przez odpowiednią komisję bioetyczną. Niemniej jednak lekarz prowadzący badanie jest odpowiedzialny za przeprowadzenie badania.
- Jeżeli wycofam zgodę na udział w badaniu, moja zgoda na przetwarzanie i przekazywanie moich danych, zgodnie z informacjami przedstawionymi powyżej, będzie nadal ważna. Jeżeli wystąpią jakiegokolwiek działania niepożądane, jak najszybciej poinformuję o tym lekarza prowadzącego.
- Podpisując niniejszy formularz zgody, potwierdzam, że zgodnie z moją najlepszą wiedzą wszystkie informacje, które podałem/am, także dotyczące mojej historii choroby, są prawdziwe i prawidłowe.
- Potwierdzam, że zostałem/am poinformowany/a o polisach ubezpieczeniowych podmiotu wykonującego działalność leczniczą – Rehasport Clinic sp. z o.o. o numerze SPO 0F59 0001, wystawionej przez towarzystwo ubezpieczeniowe PZU oraz badacza: mgr Agnieszkę Prusińską numer 440 15 457 00210272 wystawionej przez Towarzystwo Ubezpieczeniowe Allianz Polska i je akceptuję.
- Podpisując niniejszy formularz zgody, nie tracę żadnych praw, do których jestem upoważniony/a jako uczestnik eksperymentu medycznego.

.....

 imię i nazwisko uczestnika/uczestniczki
 (drukowanymi literami)

.....
 data

.....
 podpis

.....

 imię i nazwisko osoby uzyskującej zgodę
 (drukowanymi literami)

.....
 data

.....
 podpis

Załącznik 2 - Program rehabilitacji po rekonstrukcji chrząstki stawu kolanowego metodą AMIC

Czas	Sesje terapeutyczne	Zalecane zabiegi/ ćwiczenia	Szyna ciąglego biernego ruchu		Uwagi dodatkowe
0-2 tydzień	Ćwiczenia wykonywane w warunkach domowych	- instruktaż ćwiczeń - (poprawa biomechaniki) edukacja pacjenta - efekt przeciwbólowy i przeciwzapalny; ograniczenie środków farmakologicznych - rozluźnianie odruchowo napiętych mięśni - rozciąganie mięśni łydki - ćwiczenia izometryczne mięśnia czworogłowego - ćwiczenia izometryczne mięśni pośladkowych - ćwiczenia przeciwzakrzepowe	3 razy dziennie – 20 minut – maksymalnie do zakresu 90° zgięcia	Obciążanie operowanej kończyny ograniczone do kontaktu stopy z podłożem	Zalecenia dla pacjenta: - ćwiczenia 2-3 razy dziennie - ilość powtórzeń od 3x15 do 3x25 - w razie konieczności założenie pończoch przeciwzakrzepowych - zakres ruchu ograniczony do 60° - elektrostymulacja mm. Czworogłowego, kulszowo- goleniowych 3x15-20 min Zalety: - zapobieganie atrofii mięśni - aktywacja mięśnia czworogłowego - miejscowa poprawa krążenia - efekt przeciwbólowy; rozluźnienie mięśni odruchowo napiętych - zapobieganie przykurczom stawu kolanowego
Kryteria progresji do kolejnej fazy: 2 tygodnie po operacji					
3-8 tydzień	- 2-3 razy w tygodniu - sesje 50-60 minut - ćwiczenia w wodzie	- ćwiczenia zakresu ruchu w obciążeniu - rozciąganie mięśni kulszowo- goleniowych - rozciąganie mięśnia trójkątowego łydki - ćwiczenia izometryczne mięśni pośladkowych, kulszowo- goleniowych, trójkątowego łydki - ćwiczenia czynne stawu biodrowego w leżeniu - ćwiczenia propriocepcji w obciążeniu - ćwiczenia propriocepcji w pełnym obciążeniu (5-6 tydzień) - ćwiczenia czynne stawu biodrowego z taśmą w stanie na nodze nieoperowanej - mobilizacja rzepki we wszystkich kierunkach - poizometryczna relaksacja mięśni czworogłowego, kulszowo- goleniowych, trójkątowego łydki - ćwiczenia wyprost kolana z obciążeniem - rower stacjonarny bez obciążenia lub z minimalnym obciążeniem - przysiad obunóż do 1/3 zakresu ruchu zgięcia - ćwiczenia Core Stability - rozciąganie mięśnia czworogłowego - nauka prawidłowego obciążania kończyny na platformie dynamograficznej - ćwiczenia na stopniu- naprężenie - ćwiczenia wejścia na stopień bokiem w bezpiecznym zakresie ruchu operowanego stawu kolanowego w pełnym obciążeniu - ćwiczenia w wodzie wdrożone zaraz po zagojeniu się ran pooperacyjnych - Chodzenie, jogging w toni wodnej w pasie wypornościowym - Pływanie stylem dowolnym oraz kraulem na grzbiecie - Krioterapia - Efekt przeciwbólowy i przeciwzapalny; ograniczenie środków farmakologicznych - Rozluźnianie odruchowo napiętych mięśni - Czasowy skurcz naczyń krwionośnych, który powoduje zmniejszenie przepływu krwi w miejscu aplikacji; efekt przeciwbólowy - masaż funkcyjny - masaż tkanek głębokich - techniki powięziowe - mobilizacja stawu kolanowego	Ćwiczenia ciągłego biernego ruchu 3 razy dziennie 20 min do zakresu 120° zgięcia	Obciążenie operowanej kończyny: - 2-4 tydzień- 30% obciążenia - 4-5 tydzień- 50% obciążenia - 6 tydzień- chodzenie bez kul lokciowych	- zakres ruchu ograniczony do 90° przez 4 tygodnie - wartość procentowa obciążenia nogi operowanej mierzona na platformie dynamograficznej (mierzącej siły reakcji podłoża) - w przypadkach, gdy pacjent jest w stanie chodzić z zaryglowanym kolanem, możliwe odrzucenie kul - elektrostymulacja mm. Czworogłowego, kulszowo- goleniowych 3x15-20 min Zalety: - zapobieganie atrofii mięśni - aktywacja mięśnia czworogłowego - miejscowa poprawa krążenia - efekt przeciwbólowy; rozluźnienie mięśni odruchowo napiętych - zapobieganie przykurczom stawu kolanowego
Kryteria progresji do kolejnej fazy: minimalny ból lub brak bólu; minimalny obrzęk lub brak obrzęku; bezbolesny chód bez kul lokciowych; zakres ruchu zgięcia ≥100°; prawidłowa aktywacja mięśni; prawidłowy wzorzec chodu					

9-12 tydzień	- 1-2 razy w tygodniu - sesje 50-60 minut - ćwiczenia w wodzie (program ćwiczeń wzmacniających)	- ćwiczenia propriocepcji w pełnym obciążeniu - ćwiczenia rozciągające- kontynuacja - przysiad obunóż do 90° zgięcia w stawach kolanowych na stabilnym i niestabilnym podłożu - ćwiczenia Core Stability- progresja - ćwiczenia wzmacniające mm. pośladkowych, czworogłowych, kulszowo- goleniowych, obręczy biodrowej- progresja do ćwiczeń ekscentrycznych - ćwiczenia w zamkniętym łańcuchu kinematycznym na stabilnym i niestabilnym podłożu - martwy ciąg - rower stacjonarny ze wzrastającym obciążeniem - przysiad jednoonóż na stabilnym i niestabilnym podłożu - wykroki w przód - ćwiczenia wejścia na stopień przodem naprzemiennie- progresja - ćwiczenia wejścia na stopień bokiem- progresja - kontynuacja ćwiczeń w wodzie: Ćwiczenia z obciążeniem na kostkach, udach, z hantlami Pływanie stylem dowolnym oraz kraulem na grzbiecie w pletwach	W razie konieczności ćwiczenia ciągłego biernego ruchu 15-20 min		- 15 min rozgrzewka na rowerze stacjonarnym - jeśli pacjent ma dolegliwości bólowe po ćwiczeniach o dużej intensywności należy zmniejszyć intensywność ćwiczeń, w konsekwencji rehabilitacja wydłuża się - zaleca się wykonywanie ćwiczeń w domu
Kryteria progresji do kolejnej fazy: bezbolesny półprzysiad (90° zgięcia w stawach kolanowych) obunóż; brak dolegliwości bólowych po ćwiczeniach o dużej intensywności					
13-24 tydzień	- 1-2 razy w tygodniu - sesje 50-60 minut - ćwiczenia w wodzie (program ćwiczeń wzmacniających- progresja intensywności; zakaz pływania stylem klasycznym)	- ćwiczenia rozciągające- kontynuacja - progresja ćwiczeń propriocepcji- z ćwiczeń jednopłaszczyznowych do wielopłaszczyznowych: z ćwiczeń obunóż do ćwiczeń jednoonóż - kontynuacja jazdy na rowerze stacjonarnym oraz orbitreku- wydłużenie czasu ćwiczeń - przysiad jednoonóż na stabilnym i niestabilnym podłożu- progresja obciążenia - ćwiczenia w zamkniętym łańcuchu kinematycznym na stabilnym i niestabilnym podłożu- progresja obciążenia - martwy ciąg- progresja obciążenia - wykroki, ćwiczenia na stopniu- progresja obciążenia w bezpiecznym zakresie ruchu dla operowanego stawu - ćwiczenia w wodzie: Ćwiczenia z obciążeniem na kostkach, udach, z hantlami- progresja Pływanie stylem dowolnym oraz kraulem na grzbiecie w pletwach- progresja			- 15 min rozgrzewki na rowerze stacjonarnym lub orbitreku - podczas testu na platformie dynamograficznej pacjent wykonuje »prostsz« wzorce ruchowe tj.: Stanie w pozycji wyprostowanej Przysiad obunóż do 90° zgięcia w stawach kolanowych Skoki obunóż Trucht w miejscu - zaleca się wykonywanie ćwiczeń w domu
24 tygodni po operacji pacjent, który jest odpowiednio przygotowany, przechodzi Biomechaniczną Ocenę Funkcjonalną (BOF) składającą się z: 1. Testów izokinetycznych zgięcia i wyprostu w stawie kolanowym z prędkością 600/s (3 powtórzenia) oraz 2400/s (30 powtórzeń). Na podstawie tych testów określany jest odpowiednio deficyt siły i wytrzymałości 2. Badania propriocepcji i kontroli przedstonkowej na platformie Delos (badanie na stabilnym i niestabilnym podłożu, z oczami otwartymi i zamkniętymi) 3. Ocena sił reakcji podłoża na nacisk i symetrii w obciążeniu kończyn dolnych podczas wykonywania zadanych wzorców ruchowych na platformach dynamometrycznych systemu gamma. 4. Ocena jakości wykonania podstawowych wzorców ruchowych według protokołu oceny fms (functional movement screen).					
24 tydzień	- 1-2 razy w tygodniu - sesje 50-60 minut - ćwiczenia w wodzie	- progresja ćwiczeń z poprzedniej fazy - skoki obunóż - podskoki jednoonóż - skoki jednoonóż - ćwiczenia plyometryczne - ćwiczenia aerobowe - bieg na bieżni kontynuacja ćwiczeń z wzmacniających i rozciągających z poprzedniego etapu - bieganie progresywne - ćwiczenia biegowe przyspieszania i hamowania - bieg z dynamiczną zmianą kierunku - ćwiczenia koordynacyjne - ćwiczenia funkcjonalne, specyficzne dla danej dyscypliny sportu - przygotowanie motoryczne do powrotu do danej dyscypliny sportu			- Jeśli pacjent nie spełni kryteriów progresji do kolejnej fazy- rehabilitacja wydłuża się. W takich przypadkach BOF powtarzany jest po 3-4 tygodniach - zaleca się wykonywanie ćwiczeń w domu
12 miesięcy po operacji każdy pacjent, który może być dopuszczony do oceny biomechanicznej jest testowany. Kolejne kontrolne badanie wykonywane jest 24 miesiące od operacji. Jeśli pacjent spełni wymagane kryteria może bezpiecznie wrócić do aktywności.					

Załącznik 3 - Formularz subiektywnej oceny kolana 2000 IKDC

Formularz subiektywnej oceny kolana 2000 IKDC

Dane badanego _____ Data badania (rrrr.mm.dd): _____.
Nazwisko: _____ Imię: _____ Data urodzenia: _____.
Rozpoznanie kliniczne: _____

RAZEM PKT.:

Dolegliwości:

Badany ocenia dolegliwości na najwyższym poziomie aktywności, na którym uważa, że mógłby działać bez istotnych dolegliwości mimo, że zwykle nie wykonuje aktywności na tym poziomie.

1. Jaki jest najwyższy poziom aktywności, na którym dajesz sobie radę bez istotnego bólu kolana?
 - ☐ znaczne wysiłki takie jak skoki lub obroty (np. jak w koszykówce czy piłce nożnej)
 - ☐ znaczne wysiłki typu ciężkiej pracy fizycznej jazdy na nartach, gry w tenisa
 - ☐ umiarkowane aktywności jak średniego nasilenia praca fizyczna, biegi, trucht
 - ☐ lekkiego typu aktywności jak spacer, praca domowa, praca wokół domu
 - ☐ nie jestem w stanie wykona którejkolwiek z powyższych aktywności z powodu bólu kolana
2. Jak często odczuwałeś/aś ból w ciągu ostatnich 4 tygodni lub od uszkodzenia?
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
nigdy ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ stale
3. Jak ciężki jest ból, gdy go odczuwasz?
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
nie ma bólu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ najgorszy z możliwych
4. W ciągu ostatnich 4 tygodni lub od czasu uszkodzenia jak sztywne lub spuchnięte było twoje kolano?
 - ☐ nie było
 - ☐ lekko
 - ☐ średnio
 - ☐ znacznie
 - ☐ niezwykle silnie
5. Jaki jest najwyższy poziom aktywności, jaki potrafisz osiągnąć bez istotnego obrzęku twojego kolana?
 - ☐ znaczne wysiłki takie jak skoki lub obroty (np. jak w koszykówce czy piłce nożnej)
 - ☐ znaczne wysiłki typu ciężkiej pracy fizycznej jazdy na nartach, gry w tenisa
 - ☐ umiarkowane aktywności jak średniego nasilenia praca fizyczna, biegi, trucht
 - ☐ lekkiego typu aktywności jak spacer, praca domowa, praca wokół domu
 - ☐ nie jestem w stanie wykona którejkolwiek z powyższych aktywności z powodu bólu kolana
6. Czy twoje kolano blokowało się lub „haczyło” w ciągu ostatnich 4 tygodni lub od czasu uszkodzenia kolana?
☐ tak ☐ nie
7. Jaki jest najwyższy poziom aktywności, jaki udaje ci się podjąć bez załamywania się kolana?
 - ☐ znaczne wysiłki takie jak skoki lub obroty (np. jak w koszykówce czy piłce nożnej)
 - ☐ znaczne wysiłki typu ciężkiej pracy fizycznej jazdy na nartach, gry w tenisa
 - ☐ umiarkowane aktywności jak średniego nasilenia praca fizyczna, biegi, trucht
 - ☐ lekkiego typu aktywności jak spacer, praca domowa, praca wokół domu
 - ☐ nie jestem w stanie wykona którejkolwiek z powyższych aktywności z powodu bólu kolana

Aktywność sportowa

8. Jaki jest najwyższy poziom aktywności sportowej, na który możesz regularnie funkcjonować?
- ☐ znaczne wysiłki takie jak skoki lub obroty (np. jak w koszykówce czy piłce nożnej)
 - ☐ znaczne wysiłki typu ciężkiej pracy fizycznej jazdy na nartach, gry w tenisa
 - ☐ umiarkowane aktywności jak średniego nasilenia praca fizyczna, biegi, trucht
 - ☐ lekkiego typu aktywności jak spacer, praca domowa, praca wokół domu
 - ☐ nie jestem w stanie wykona którejkolwiek z powyższych aktywności z powodu bólu kolana

9. Czy twoje kolano pozwala na:

	bez trudności	sprawia drobne trudności	sprawia trudności	sprawia poważne trudności	niemożliwe
a. wchodzenie po schodach	☐	☐	☐	☐	☐
b. schodzenie po schodach	☐	☐	☐	☐	☐
c. klękanie na przedniej powierzchni kolana	☐	☐	☐	☐	☐
d. kucanie	☐	☐	☐	☐	☐
e. siadanie ze zgiętym kolanem	☐	☐	☐	☐	☐
f. wstawanie z krzesła	☐	☐	☐	☐	☐
g. bieg w przód	☐	☐	☐	☐	☐
h. skakanie i lądowanie na operowanej kończynie	☐	☐	☐	☐	☐
i. szybkie zatrzymywanie się i starowanie	☐	☐	☐	☐	☐

10. Jak oceniałbyś/oceniałabyś funkcję swojego kolana w skali 0 do 10 gdy 10 oznacza doskonałą funkcję w czasie aktywności sportowej, a 0 oznacza niezdolność przeprowadzenia zwykłych, codziennych czynności?

Funkcja przed uszkodzeniem kolana

Nie jestem w stanie wykonywać codziennych czynności

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	bez
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	ograniczeń

Bieżąca funkcja twojego kolana

Nie jestem w stanie wykonywać codziennych czynności

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	bez
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	ograniczeń

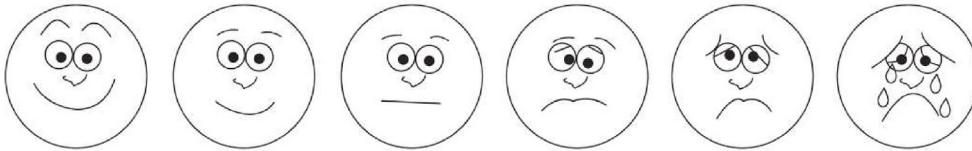
Załącznik 4 - Skala oceny dolegliwości stawu kolanowego wg Lysholma

Skala oceny dolegliwości stawu kolanowego wg Lysholma

Dane badanego	Data badania (rrrr.mm.dd): _____
Nazwisko: _____	Imię: _____ Data urodzenia: _____
Rozpoznanie kliniczne: _____	
RAZEM PKT.: 	
utykanie	brak..... 5 niewielkiego stopnia..... 3 obecne..... 0
stosowanie kul łokciowych	nie..... 5 jedna kula lub laska..... 3 chodzenie przy asekuracji dwóch kul..... 0
przeskakiwanie / blokowanie	nie..... 15 przeskakiwanie, nie blokowanie..... 10 blokowanie okresowe..... 6 blokowanie częste..... 2 blokowanie przy badaniu..... 0
niestabilność/ uczucie „uciekania nogi”	nigdy..... 25 rzadko..... 20 często podczas ćwiczeń..... 15 często podczas normalnej aktywności..... 10 zawsze..... 0
ból	nie..... 25 niewielkiego stopnia..... 20 obecny podczas wysiłku..... 15 obecny po więcej niż 2 km marszu..... 10 obecny po mniej niż 2 km marszu..... 5 stale..... 0
wysięki	nie..... 10 rzadko podczas wysiłku..... 6 często podczas wysiłku..... 2 stale..... 0
wchodzenie po schodach	bez problemu..... 10 z niewielką trudnością..... 5 po jednym stopniu..... 2 niemożliwe..... 0
przysiad	bez problemu..... 5 z niewielką trudnością..... 4 do 90° zgięcia w kolanie..... 2 niemożliwe..... 0

Faces Pain Scale

Wybierz obraz, który najlepiej opisuje natężenie odczuwanego bólu



0	2	4	6	8	10
bardzo szczęśliwy, nie boli	boli tylko troszeczkę	Średni ból	ból dość silny	silny ból	ból tak silny, że płakać mi się chce na samą myśl o nim

Załącznik 5 - Zgoda Komisji Bioetycznej



WIELKOPOLSKA
IZBA
LEKARSKA

KOMISJA BIOETYCZNA

ul. Nowowiejskiego 51, 61-734 Poznań
tel. 61 852 58 60 w. 125
kom. 783 999 030
e-mail: komisjabioetyczna@wil.org.pl
www.wil.org.pl/komisja-bioetyczna

OPINIA NR 15/2016

z dnia 17 lutego 2016 r.

Na podstawie art. 29 ust. 2 ustawy z dnia 5 grudnia 1996 r. o zawodach lekarza i lekarza dentysty (tekst jednolity Dz. U. z 2005 r. nr 226 poz. 1943) oraz rozporządzenia MZiOŚ z dnia 11 maja 1999 r. w sprawie szczegółowych zasad powoływania i finansowania oraz trybu działania komisji bioetycznych (Dz. U. z 1999 r. nr 47 poz. 480) w związku z art. 37r ustawy z 6 września 2001 r. Prawo farmaceutyczne (Dz. U. z 2004 r. nr 53, poz. 533 ze zm.) Komisja Bioetyczna przy Okręgowej Radzie Lekarskiej Wielkopolskiej Izby Lekarskiej w Poznaniu na posiedzeniu w dniu 17 lutego 2016 r. zapoznała się ze zgłoszonym badaniem pt.: „Postępowanie rehabilitacyjne po rekonstrukcji chrząstki stawowej metodą AMIC® (Autologus Matrix-Induced Chondrogenesis)”.

Koordinator badania:

mgr Agnieszka Prusińska
Rehasport Clinic
ul. Górecka 30
60-201 Poznań

Do wniosku dołączono następujące dokumenty:

1. Informacje o badaniu oraz dane kontaktowe.
2. Oświadczenia:
 - o braku korzyści materialnych głównych badaczy z wyników eksperymentu medycznego,
 - o sposobie rekrutacji pacjentów do badania,
 - o płatnościach dla pacjentów.
3. Życiorys głównego badacza w języku polskim.
4. Informacja o ośrodku.
5. Wzór informacji dla uczestnika/uczestniczki eksperymentu medycznego i formularza świadomej zgody na przetwarzanie danych osobowych i zachowanie prywatności.
6. Ubezpieczenie.
7. Warunki ubezpieczenia: ogólne i szczegółowe.
8. Streszczenie Protokołu Badania w języku polskim.
9. Protokół Badania.
10. Broszura Badacza.
11. CRF - karta obserwacji klinicznej.
12. Kwestionariusze dla pacjentów.

Strona 1 z 2

61-734 Poznań, ul. Nowowiejskiego 51
NIP: 778-10-37-302
REGON: 006212737

tel. Centrala 61 852 58 60
tel./fax 61 851 87 66

e-mail: izba@wil.org.pl, www.wil.org.pl
Konto WIL: PKO BP S.A. 4 Oddział w Poznaniu
45 1020 4027 0000 1102 0404 3501