UNIWERSYTET WARMIŃSKO- MAZURSKI

W OLSZTYNIE

Wydział Medycyny Weterynaryjnej





lek. wet. Magdalena Morawska-Kozłowska

Określenie częstotliwości występowania powikłań oraz zmiany kąta nachylenia plateau kości piszczelowej w długoterminowym leczeniu psów po wykonanym zabiegu TPLO

Rozprawa doktorska wykonana w

Katedrze Chirurgii i Rentgenologii z Kliniką

Promotor

Dr hab. Yauheni Zhalniarovich, prof. UWM

Olsztyn 2023

UNIVERSITY OF WARMIA AND MAZURY

IN OLSZTYN

Faculty of Veterinary Medicine





Magdalena Morawska-Kozłowska DVM

Determining the frequency of complications and changes in the tibial plateau angle in the long-term treatment of dogs after TPLO surgery

Doctoral Thesis was written in

Department of Surgery and Radiology with Clinic

Under supervision of

Dr hab. Yauheni Zhalniarovich, prof. UWM

Olsztyn 2023

Podziękowania

Szczególne podziękowania należą się moim rodzicom

i przyjaciołom za wiarę i wsparcie w dążeniu do celów

Oświadczenie promotora pracy

Oświadczam, że niniejsza praca została przygotowana pod moim kierunkiem i stwierdzam, że spełnia ona warunki do przedstawienia jej w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego.

Data…….. Podpis promotora pracy…….

Oświadczenie autora pracy

Świadoma odpowiedzialności prawnej, w tym odpowiedzialności karnej za złożenie fałszywego oświadczenia, oświadczam, że niniejsza praca doktorska została napisana przeze mnie samodzielnie i nie zawiera treści uzyskanych w sposób niezgodny z obowiązującymi przepisami prawa, w szczególności z ustawą z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. Nr 90 poz. 631 z późn. zm. 91).

Oświadczam, że przedstawiona praca nie była wcześniej podstawą procedur związanych z uzyskaniem stopnia naukowego w uczelni wyższej.

Oświadczam, że niniejsza wersja pracy jest identyczna z załączono wersją elektroniczną. Przyjmuję do wiadomości, że praca dyplomowa poddana zostanie procedurze antyplagiatowej.

Data…….. Podpis autora pracy……

Streszczenie

Określenie kąta nachylenia plateau kości piszczelowej u danych ras psów, częstotliwości występowania powikłań oraz zmiany kąta nachylenia plateau kości piszczelowej w długoterminowym leczeniu pacjentów po wykonanym zabiegu TPLO

Zerwanie więzadła krzyżowego przedniego jest powszechną jednostką chorobową u psów. Obecnie najbardziej polecaną metodą chirurgicznego leczenia tego schorzenia jest zabieg osteotomii niwelującej kąt nachylenia plateau kości piszczelowej. Celami niniejszej pracy było określenie kąta pochylenia wyniosłości międzykłykciowej (TPA) u wybranych ras psów, u których wystąpiło zerwanie więzadła krzyżowego doczaszkowego, określenie występowania powikłań po zabiegu osteotomii wyrównującej poziom plateau kości piszczelowej (TPLO) u psów o masie ciała powyżej 30 kg, ocena stopnia zrostu kości piszczelowej po wykonanym zabiegu osteotomii wyrównującej poziom plateau kości piszczelowej u psów o masie ciała powyżej 30 kg oraz określenie czy i w jakim stopniu zmienia się kąt pochylenia wyniosłości międzykłykciowej (TPA) po zabiegu TPLO wraz z upływem czasu.

Badanie kąta nachylenia plateau kości piszczelowej u wybranych ras psów wykonano na 60 pacjentach podzielonych na podgrupy, składających się z 10 zwierząt tej samej rasy. Pod wpływem sedacji zwierzęta poddawano badaniu radiologicznemu, mierzono kąt TPA, a z uzyskanych wyników wyznaczono średni kąt dla całej podgrupy.

Określenie częstotliwości występowania powikłań po TPLO wykonywano na 30 psach, których masa ciała przekraczała 30 kg. Najpierw oceniano chód według skali Kipfera, następnie wykonywano zabiegi operacyjne. Po wykonanym zabiegu pacjenci byli poddawani ocenie chodu w drugim, ósmym, dwunastym tygodniu oraz w szóstym

miesiącu rekonwalescencji, a dodatkowo pacjentów poddawano ocenie ortopedycznej. Powikłania dzielono na katastroficzne, poważne i mniej istotne.

W ocenie stopnia zrostu kości piszczelowej po TPLO wykorzystywano radiogramy 30 psów o masie ciała powyżej 30 kg. Badanie radiologiczne przeprowadzono w drugim, ósmym, dwunastym tygodniu oraz w szóstym miesiącu po zabiegu. Ocena zrostu kości piszczelowej dokonywana była przez trzech niezależnych lekarzy weterynarii z wykorzystaniem zmodyfikowanej skali Kieves'a.

Zmiana kąta TPA określana była z użyciem radiogramów od 60 psów, u których zastał wykonany zabieg TPLO. Badanie radiologiczne przeprowadzane było bezpośrednio po wykonanej procedurze oraz po ośmiu tygodniach, sześciu miesiącach i rok po TPLO. Na podstawie radiogramów wyliczono kąty TPA pacjentów i przeprowadzono analizy.

Wyniki prowadzonych badań pozwoliły ustalić kąt TPA dla wybranych ras psów. Dodatkowo ustalono prewalencję występowania powikłań po przeprowadzonym zabiegu TPLO w danej grupie zwierząt. Analiza oceny stopnia zrostu w długoterminowej rekonwalescencji sugeruje zmiany w postępowaniu pooperacyjnym, między innymi wyznaczenie nowych terminów rutynowej kontroli pacjentów. Z uwagi na zmianę kąta TPA podczas procesu gojenia i przebudowy tkanki kostnej należy wyznaczyć nowe normy rotacji bliższej nasady kości piszczelowej w postępowaniu operacyjnym.

Słowa klucze: TPLO, zmiana kąta TPA, zerwanie więzadła krzyżowego doczaszkowego, komplikacje, staw kolanowy, pies

Summary

Determination of the tibial plateau angle in different dog breeds, the complication rates, and changes in the tibial plateau angle in the long-term outcomes after TPLO surgery

The cranial cruciate ligament rupture is a common disease in dogs. Currently, the most recommended method of surgical treatment of this condition is tibial plateau leveling osteotomy (TPLO). The aim of this study was to determine the tibial plateau angle (TPA) in selected dog breeds with the cranial cruciate ligament rupture, determining the occurrence of complications after TPLO in dogs weighing over 30 kg of body weight, assessment of the degree of tibial healing after tibial plateau leveling osteotomy in dogs weighing over 30 kg and determining whether and to what extent the tibial plateau angle (TPA) changes over time after TPLO surgery.

The study on measuring the tibial plateau angle in selected dog breeds was performed on 60 patients divided into subgroups consisting of 10 animals of the same breed. The animals were subjected to radiological examination under sedation, the TPA angle was measured, and the average angle for the entire subgroup was determined from the obtained results.

The complications rate after TPLO was determined on 30 dogs whose body weight exceeded 30 kg. First, the gait was assessed according to the Kipfer scale, and then the surgical procedure performed. After the procedures, patients were assessed for gait in the second, eighth, and twelfth weeks and in the sixth month of recovery, and additionally, the patients underwent orthopedic assessment. Complications were divided into catastrophic, major, and minor.

Radiographs of 30 dogs weighing over 30 kg were used to assess the degree of tibial healing after TPLO. Radiological examination was performed in the second, eighth,

twelfth week and in the sixth month after the procedure. The assessment of tibial bone healing was performed by three independent veterinarians using the modified Kieves scale.

The changes in the TPA were determined using radiographs of 60 dogs after TPLO surgery. Radiological examinations were performed immediately after the procedure and in the eighth weeks, six months and one year after TPLO. Based on the radiographs, the patients' TPA angles were calculated and analyzed.

The results of the conducted research allowed to determine the TPA for selected dog breeds. Additionally, the prevention of complications after TPLO treatment in each group of animals were established. The analysis of the assessment of degree of tibial healing in long-term recovery suggests changes in postoperative management, including setting new recommendations for routine patient follow-up. Due to the change in the TPA angle during the healing process and remodeling of bone tissues, new standards for rotation of the proximal tibial epiphysis in TPLO surgical procedure should be established.

Keywords: TPLO, TPA angle change, cranial cruciate ligament rupture, complications, stifle joint, canine

Spis treści

Wykaz skrótów i oznaczeń 8

1. Wstęp 10

1.1. Budowa anatomiczna stawu kolanowego u psa 10

1.2. Więzadło krzyżowe doczaszkowe 17

1.2.1. Makro- i mikroanatomia więzadła krzyżowego doczaszkowego 17

1.2.2. Funkcja więzadła krzyżowego doczaszkowego w biomechanice stawu kolanowego 18

1.3. Biomechanika stawu kolanowego 20

1.3.1. Biomechanika zdrowego stawu kolanowego 20

1.3.2. Biomechanika stawu kolanowego z uszkodzonym CrCL 21

1.4. Zerwanie więzadła krzyżowego doczaszkowego 23

1.4.1. Etiopatogeneza zerwania więzadła krzyżowego doczaszkowego 23

1.4.2. Diagnostyka zerwanego więzadła krzyżowego doczaszkowego 26

1.4.3. Leczenie chirurgiczne 30

2. Cel pracy 35

3. Materiały i Metody 36

3.1. Grupa badawcza i schemat doświadczenia w realizacji celu badawczego określenia kąta TPA u wybranych ras psów 36

3.2. Grupa badawcza i schemat doświadczenia w realizacji celu badawczego określającego występowanie powikłań po zabiegu osteotomii wyrównującej poziom plateau kości piszczelowej (TPLO) u psów o masie ciała powyżej 30 kg 39

3.2.1. Procedura TPLO 40

3.2.2. Określenie stopnia powikłań po TPLO u psów o masie ciała powyżej 30 kg ….……... 44

3.3. Grupa badawcza i schemat doświadczenia w realizacji celu oceny stopnia zrostu kości piszczelowej po wykonanym zabiegu osteotomii wyrównującej poziom plateau kości piszczelowej (TPLO) u psów o masie ciała powyżej 30 kg 45

3.4. Grupa badawcza i schemat doświadczenia w realizacji celu określenia czy i w jakim stopniu zmienia się kąt TPA po zabiegu TPLO wraz z upływem czasu 47

3.5. Analiza statystyczna 48

4. Wyniki 49

4.1. Wyniki celu określenia kąta pochylenia wyniosłości międzykłykciowej (TPA) u wybranych ras psów, u których wystąpiło zerwanie więzadła krzyżowego doczaszkowego 49

4.2. Wyniki celu określenia występowania powikłań po TPLO u psów o masie ciała powyżej 30 kg .....…….56

4.2.1. Wyniki oceny chodu pacjentów po zabiegu TPLO 56

4.2.2. Powikłania u zwierząt poddanych zabiegowi TPLO..... 58

4.3. Wyniki celu oceny stopnia zrostu kości piszczelowej po wykonanym zabiegu TPLO u psów o masie ciała powyżej 30 kg..... 68

4.4. Wyniki celu określenia czy i w jakim stopniu zmienia się kąt pochylenia wyniosłości międzykłykciowej (TPA) po zabiegu TPLO wraz z upływem czasu 70

5. Dyskusja..... 78

5.1. Określenie kąta pochylenia wyniosłości międzykłykciowej (TPA) u wybranych ras psów, u których wystąpiło zerwanie więzadła krzyżowego doczaszkowego 78

5.2. Określenie występowania powikłań po zabiegu osteotomii wyrównującej poziom plateau kości piszczelowej (TPLO) u psów o masie ciała powyżej 30 kg 79

5.3. Ocena stopnia zrostu kości piszczelowej po wykonanym zabiegu osteotomii wyrównującej poziom plateau kości piszczelowej (TPLO) u psów o masie ciała powyżej 30 kg ……85

5.4. Określenie czy i w jakim stopniu zmienia się kąt pochylenia wyniosłości międzykłykciowej (TPA) po zabiegu TPLO wraz z upływem czasu 88

6. Wnioski..... 92

7. Piśmiennictwo..... 93

Wykaz skrótów i oznaczeń

CrCL - ang. cranial cruciate ligament- więzadło krzyżowe doczaszkowe

CaCL- ang. caudal cruciate ligament- więzadło krzyżowe doogonowe

CrMed- ang. cranial cruciate ligament part cranio-medial- część przednio-przyśrodkowa więzadła krzyżowego doczaszkowego

CrLat- ang. cranial cruciate ligament part caudo-lateral- część tylno-boczna więzadła krzyżowego doczaszkowego

CR- ang. cruciate ligament rupture- zerwanie więzadła krzyżowego doczaszkowego

ES- ang. extracapsular stabilization- stabilizacja zewnątrztorebkowa

CTWO- ang. cranial tibial wedge osteotomy- doczaszkowa klinowa osteotomia kości piszczelowej

TPA- ang. tibial plateau angle – kąt nachylenia wyniosłości międzykłykciowej

TPLO- ang. tibial plateau leveling osteotomy- osteomia wyrównująca plateau kości piszczelowej

TTA- ang. tibial tuberosity advancement- wysunięcie guzowatości kości piszczelowej

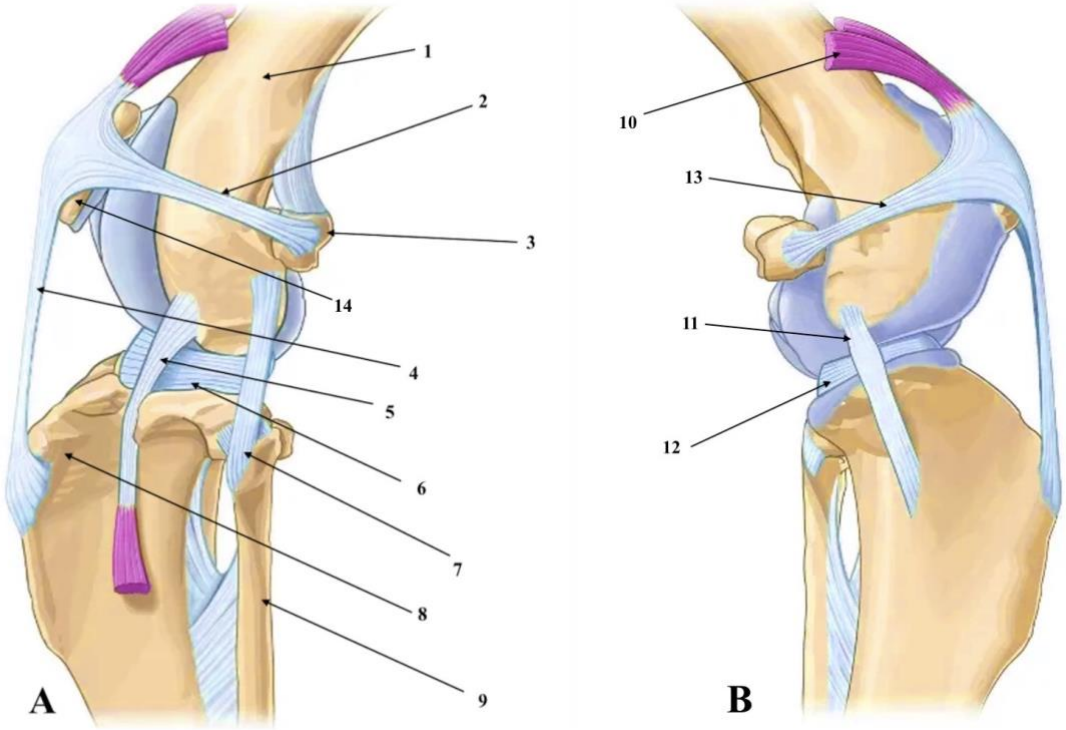
PO- ang. preoperative- przedoperacyjny (tutaj przedoperacyjna ocena chodu)

MDR- ang. multidrug-resistant- bakterie wielolekooporne

Wstęp

1.1. Budowa anatomiczna stawu kolanowego psa

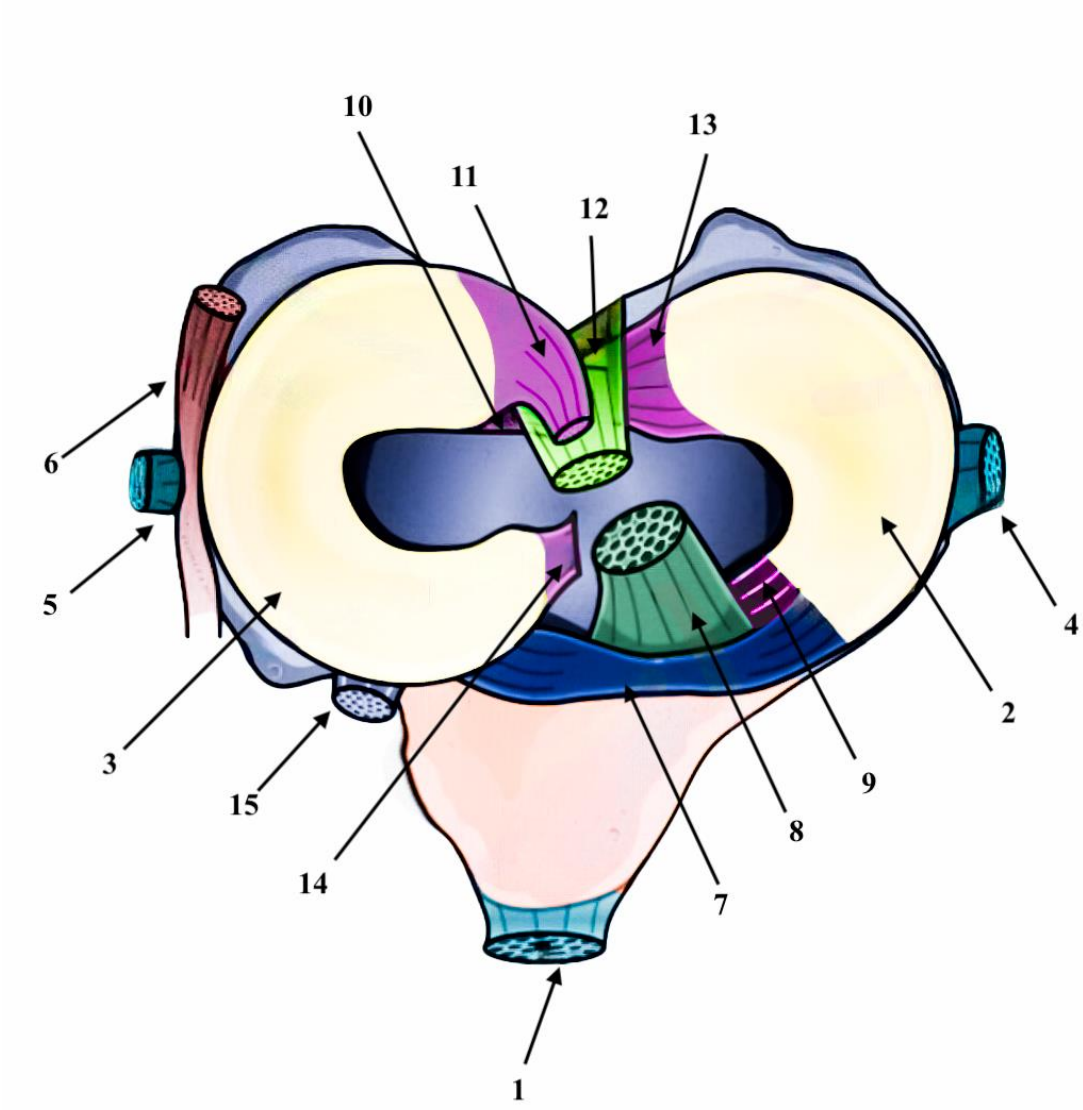
Staw kolanowy jest stawem złożonym, który zapewnia ruchy zginania i prostowania, jak również ruchy osiowe i boczne (Hulse 1985). Składa się on ze stawów udowo-piszczelowego (*articulatio femorotibialis*) oraz udowo-rzepkowego (*articulatio femeropatellaris*). Główną część stawu udowo-piszczelowego stanowią półkoliste kłykcie kości udowej, łączące się przegubowo ze spłaszczonymi kłykciami kości piszczelowej (Miller 2013). Powierzchnie stawowe kości udowej i piszczelowej nie są do siebie idealnie dopasowane, stąd też w stawie kolanowym znajdują się dwie półksiężycowate łąkotki zbudowane z chrząstki włóknistej, które niwelują niezgodność anatomiczną (Rycina 1).



Rycina 1. Ilustracja przestawiająca staw kolanowy A. od strony bocznej; 1- kość udowa; 2- więzadło udowo-rzepkowe boczne; 3- trzeszczka Vesala; 4- więzadło proste rzepki; 5- ścięgno mięśnia prostownika długiego palców; 6- łąkotka boczna; 7- więzadło poboczne boczne; 8- kość piszczelowa (guzowatość kości piszczelowej); 9- kość strzałkowa; 14- rzepka. B. od strony przyśrodkowej; 10- ścięgno mięśnia prostego uda; 11- więzadło poboczne przyśrodkowe; 12-łąkotka przyśrodkowa; 13- więzadło udowo-rzepkowe przyśrodkowe.

W stawie kolanowym psa wyróżniamy łąkotkę przyśrodkową (*meniscus medialis*), znajdującą się między kłykciami przyśrodkowymi kości udowej i piszczelowej oraz łąkotkę boczną (*meniscus lateralis*), znajdującą się między kłykciami bocznymi kości udowej i piszczelowej. Oprócz wypełniania luki anatomicznej w stawie kolanowym, obie łąkotki absorbują siły nacisku działające na staw (Payne 1993), ale również biorą udział w rozprowadzaniu mazi stawowej (Hulse 1985). Łąkotka przyśrodkowa jest większa niż boczna i ma bardziej jajowaty kształt (Carpenter i Cooper 2000). Obie łąkotki leżą w zagłębieniach plateau kości piszczelowej i przytwierdzone są do odpowiednich elementów kostnych za pomocą struktur łącznotkankowych, które wpływają na ich ruchomość i funkcje w biomechanice stawu kolanowego. Łąkotka przyśrodkowa jest mocno połączona z kością piszczelową przez więzadła łąkotkowo-piszczelowe doczaszkowe i doogonowe oraz przez krótkie struktury łącznotkankowe łączące centralną część łąkotki przyśrodkowej z więzadłem pobocznym przyśrodkowym. Dodatkową stabilizację tej struktury zapewniają krótkie więzadła łączące łąkotkę przyśrodkową z torebką stawową stawu kolanowego (Muir 2018). Łąkotka boczna przytwierdzona jest do wyniosłości międzykłykciowej kości piszczelowej za pomocą dwóch więzadeł łąkotkowo-piszczelowego doczaszkowego i łąkotkowo-piszczelowego

doogonowego. Dodatkowym elementem stabilizacji łącznotkankowej łąkotki bocznej jest więzadło łąkotkowo-udowe, które przyczepia się doogonowo do przyśrodkowej strony wcięcia międzykłykciowego kości piszczelowej, tylnie w stosunku do więzadła krzyżowego doogonowego. Ponadto odosiowy brzeg łąkotki bocznej nie jest połączony z więzadłem pobocznym bocznym ani z torebką stawu kolanowego, a zamiast tego tworzy rowek, w którym ścięgno podkolanowe wykonuje ruch ślizgowy między łąkotką a torebką stawową podczas ruchów zginania i prostowania stawu kolanowego (Ralphs i Whitney 2002, Muir 2018). Dodatkową strukturą stabilizującą dwie łąkotki względem siebie jest więzadło poprzeczne, które łączy bieguny doczaszkowe łąkotek bocznej i przyśrodkowej. Więzadło to leży doczaszkowo w stosunku do więzadła krzyżowego doczaszkowego (CrCL) i amortyzowane jest przez podrzepkowe ciało tłuszczowe (*corpus adiposum infrapatellare*), którego grubość zwiększa się w kierunku doogonowym. Budowa anatomiczna aparatu więzadłowego łąkotki bocznej zapewnia tej strukturze większą mobilność podczas chodu zwierzęcia w porównaniu do łąkotki przyśrodkowej, która jest bardziej przytwierdzona do kości piszczelowej psa. Z tego względu aż u około 40% psów z uszkodzeniem CrCL dochodzi do urazu łąkotki przyśrodkowej (Kalff 2011) (Rycina 2).



Rycina 2. Ilustracja przedstawiająca przekrój poprzeczny przez staw kolanowy. 1- więzadło proste rzepki; 2- łąkotka przyśrodkowa; 3- łąkotka boczna; 4- więzadło poboczne przyśrodkowe; 5- więzadło poboczne boczne; 6- ścięgno mięśnia podkolanowego; 7- więzadło poprzeczne łąkotek; 8- więzadło krzyżowe doczaszkowe; 9- więzadło łąkotkowo-piszczelowe doczaszkowe; 10- więzadło łąkotkowo-piszczelowe tylne; 11- więzadło łąkotkowo-udowe; 12- więzadło krzyżowe doogonowe; 13- więzadło łąkotkowo-piszczelowe tylne; 14- więzadło łąkotkowo-piszczelowe doczaszkowe; 15- ścięgno mięśnia prostownika długiego palców.

Staw udowo-rzepkowy położony jest między rzepką a bloczkiem kości udowej. Rzepka jest trzeszczką umiejscowioną w ścięgnie mięśnia prostego uda, a odcinek ścięgna od rzepki do guzowatości kości piszczelowej nazywany jest więzadłem prostym rzepki (*ligamentum patellae*) (Miller 2013). U psa rzepka jest łukowato wygięta, a jej długość jest dwukrotnie większa niż szerokość (Carpenter i Cooper 2000). Więzadło rzepki jest oddzielone od błony maziowej torebki stawowej ciałem tłuszczowym podrzepkowym. Tuż obok dalszego przyczepu więzadła prostego rzepki znajduje się kaletka maziowa. Rzepka utrzymywana jest w bloczku kości udowej przez grubą powięź, zwaną powięzią szeroką (*fascia lata*) oraz przez znacznie cieńszą przyśrodkową powięź kości udowej. Dodatkowo w utrzymaniu rzepki w jej bloczku biorą udział mniejsze więzadła udowo-rzepkowe przyśrodkowe i boczne (*ligamentum femoropatellare mediale et ligamentum femoropatellare laterale*). Boczne powierzchnie rzepki łączą się z powięzią kości udowej za pomocą przyśrodkowej i bocznej chrząstki włóknistej przyrzepkowej (*cartilago parapetellaris mediale et laterale*). Chrząstki te poruszają się po grzbietach bloczka kości udowej i zapobiegają zwichnięciu się rzepki (Miller 2013). Obydwa stawy udowo-piszczelowy i udowo-rzepkowy są od siebie zależne i ich prawidłowe funkcjonowanie zapewnia właściwą biomechanikę stawu kolanowego (Muir 2018).

Ważnym elementem anatomicznym stawu kolanowego jest torebka stawowa. Jest to największa torebka stawowa w organizmie psa. Zbudowana jest ona z trzech torebek wtórnych, które swobodnie się ze sobą komunikują. Dwie torebki znajdują się pomiędzy kłykciami przyśrodkowymi i bocznymi kości udowej i piszczelowej (*saccus medialis et lateralis*), a trzecia znajduje się pod rzepką. Doczaszkowo torebka stawowa sięga powyżej rzepki na 1cm do ścięgna mięśnia czworogłowego uda, bocznie i przyśrodkowo rozciąga się na około 2cm od grzbietowych części bloczka kości udowej w kierunku

nadkłykci kości udowej u dużych ras psów. Dystalnie od rzepki, w warstwie włóknistej torebki stawowej w życiu płodowym rozwija się ciało tłuszczowe podrzepkowe. Wtórne torebki stawowe w części udowo-piszczelowej są znacznie mniejsze niż w części przyrzepkowej. Obydwie torebki wtórne- boczna i przyśrodkowa- są częściowo podzielone przez łąkotki, które również rozwijają się we włóknistej części torebki stawu kolanowego. Te dwie części torebki stawowej łączą się ze sobą w osiowej części stawu, gdzie stykają się ze sobą kłykcie kości piszczelowej i udowej. Boczna torebka stawowa udowo-piszczelowa ma dwie mniejsze kieszonki, które mają swój zasięg aż do trzeszczek Vesala. Dostopowo torebka stawowa rozciąga się w bruździe mięśniowej kości piszczelowej, bocznie do guzowatości kości piszczelowej, tworząc osłonę dla ścięgna mięśnia prostownika długiego palców. W miejscu bliższego stawu piszczelowo-strzałkowego, na powierzchni kłykcia bocznego kości piszczelowej istnieje komunikacja między przestrzeniami maziowymi stawów udowo-piszczelowego i piszczelowo-strzałkowego (Miller 2013).

Do aparatu więzadłowego stawu kolanowego należą więzadła krzyżowe doczaszkowe i doogonowe (*ligamentum cruciatum cranialis et ligamentum cruciatum caudalis*), więzadła poboczne boczne i przyśrodkowe (*ligamentum collaterale laterale et ligamentum collaterale mediale*) oraz więzadła łąkotek i rzepki, które zostały opisane powyżej. Oba więzadła krzyżowe znajdują się w jamie stawowej, natomiast więzadła poboczne rozwijają się w warstwie włóknistej torebki stawowej po obu stronach stawu kolanowego. Więzadło poboczne przyśrodkowe to gruba struktura rozciągająca się pomiędzy nadkłykciem przyśrodkowym kości udowej a przyśrodkowym brzegiem kości piszczelowej, łączy się z łąkotką przyśrodkową przez aparat więzadłowy łąkotki przyśrodkowej. Więzadło poboczne boczne zaczyna się na nadkłykciu bocznym kości udowej, przechodzi obok ścięgna początkowego mięśnia podkolanowego i kończy swój

przebieg na głowie kości strzałkowej, kilkoma włóknami przechodząc do bocznego kłykcia kości piszczelowej. Więzadło poboczne przyśrodkowe ma swój przebieg od kłykcia przyśrodkowego kości udowej do przyśrodkowej części bliższej nasady kości piszczelowej (Miller 2013). Oba więzadła poboczne współdziałają z więzadłami krzyżowymi, ograniczając ruchy rotacyjne boczne i przyśrodkowe kości piszczelowej względem kości udowej (Vasseur 1981).

Więzadła krzyżowe położone są centralnie w dole międzykłykciowym kości piszczelowej, ograniczając ruch translacyjny (ślizgowy) i rotacyjny kości piszczelowej względem kości udowej. CrCL biegnie od doogonowo-przyśrodkowej części kłykcia bocznego kości udowej, skośnie przez dół międzykłykciowy do doczaszkowego obszaru międzykłykciowego kości piszczelowej. CaCL ma swój początek na bocznej powierzchni kości udowej na jej bocznym kłykciu i rozciąga się w kierunku doogonowym do bocznego wcięcia podkolanowego kości piszczelowej. Więzadło krzyżowe doogonowe ma grubszą strukturę i jest dłuższe niż więzadło krzyżowe doczaszkowe. Oba więzadła pokryte są błoną maziową, która tworzy niekompletną przegrodę w stawie kolanowym.

1.2. Więzadło krzyżowe doczaszkowe

1.2.1. Makro- i mikroanatomia więzadła krzyżowego doczaszkowego

Przebieg więzadła krzyżowego doczaszkowego u psa ma swój początek w osiowej powierzchni kłykcia bocznego kości udowej, bardzo blisko brzegu stawowego. Rozciąga się skośnie przez szparę stawową i przyczepia się do doczaszkowego obszaru plateau kości piszczelowej (Arnoczky 1977). Dalszy przyczep ograniczony jest od strony doczaszkowej przez więzadło łąkotkowo-piszczelowe łąkotki przyśrodkowej, a od strony doogonowej przez więzadło łąkotkowo-piszczelowe łąkotki bocznej (Heffron 1978). Długość włókien CrCL jest wprost proporcjonalna do masy zwierzęcia i wynosi średnio 13,5-18,7mm (Comerford 2005). Makroskopowo widoczne są dwie odrębne wiązki w budowie więzadła doczaszkowego przedniego: doczaszkowo-przyśrodkowa i tylno-boczna. Część doczaszkowo-przyśrodkowa jest bardziej spiralna i dłuższa w porównaniu do części doogonowo-bocznej (Arnoczky 1977). CrCL jest najwęższe w obszarze środkowym i rozszerza się w kierunkach doczaszkowym i doogonowym. U psa więzadło krzyżowe doogonowe również składa się z dwóch włókien, jednak jest to słabiej wyrażone (Harari 1993).

Więzadła krzyżowe są strukturami wielowiązkowymi zbudowanymi głównie z kolagenu typu I (70-80% suchej masy) i z kolagenu typu III (3-10% suchej masy) (Muir 2018, Yahia 1989). Gęste włókna kolagenowe ułożone są równolegle w stosunku do długiej osi przebiegu więzadła, a między nimi wbudowane są nieliczne komórki chondrocytów, zwłaszcza jest to widoczne u młodszych psów (Alm 1974). Struktury te mają regularny wzór, jedynie w miejscu przyczepu CrCL regularny układ tkanki zaciera się (Muir 2018). Oprócz kolagenu w więzadłach krzyżowych występują również włókna elastyny i pęczki mikrofibryli. Tkanka CrCL charakteryzuje się hipokomórkowością. W

tkance występują nieliczne fibroblasty w obszarach międzywiązkowych, które połączone są między sobą wypustkami cytoplazmatycznymi. Różnice w ilości komórek w tkance więzadeł krzyżowych stwierdzono u psów ras o znacznym i niskim ryzyku wystąpienia zerwania CrCL. Więzadło krzyżowe doczaszkowe pochodzące od psów o niskim ryzyku zerwania CrCL mają wprost proporcjonalnie dłuższe wypustki cytoplazmatyczne w porównaniu do więzadeł od psów o wyższym ryzyku tego urazu (Smith 2012).

1.2.2. Funkcja więzadła krzyżowego doczaszkowego w biomechanice stawu kolanowego

Więzadło krzyżowe doczaszkowe przeciwdziała siłom, które powodują przemieszczanie się kości piszczelowej doczaszkowo względem kości udowej, ale także siłom rotującym kość piszczelową (Arnoczky 1977). Dwie wiązki CrCL nie są względem siebie izometryczne. Podczas wyprostu stawu kolanowego obie wiązki są napięte, lecz podczas zgięcia tylko część doczaszkowo-przyśrodkowa jest napięta, a część tylno-boczna ulega rozluźnieniu (Heffron 1978). Część doczaszkowo-przyśrodkowa w największym stopniu powoduje stabilność doczaszkowo-doogonową przy zgięciu stawu kolanowego, podczas gdy część tylko-boczna ma największy wpływ w stabilizacji stawu kolanowego, gdy pasmo doczaszkowo-przyśrodkowe ulega uszkodzeniu (Wingfield 2000) (Tabela 1).

Tabela 1. Charakterystyka funkcji więzadła krzyżowego przedniego.

	Zdrowy staw kolanowy	
	CrMed	CrLat
Wyprostowany staw kolanowy	napięte	napięte
Zgięty staw kolanowy	napięte	luźne

Główną rolę w zapobieganiu siłom rotacyjnym działającymi na staw kolanowy odgrywają więzadła poboczne boczne i przyśrodkowe. Więzadła krzyżowe zapewniają jedynie wtórną kontrolę napięcia w obu więzadłach pobocznych (Vesseur 1985), dzięki czemu przeciwdziałają koślawości i szpotawości kończyny miednicznej (Muir 2018). W przypadku uszkodzenia któregoś z więzadeł pobocznych, wiezadła krzyżowe przejmują główną rolę w hamowaniu nadmiernej rotacji kolana (Vesseur 1985).

Kolejną funkcją CrCL jest zapobieganie przeprostowi stawu kolanowego. Tutaj największe znaczenie ma część tylno-boczna więzadła krzyżowego przedniego, dlatego jego uszkodzenie będzie dawało obraz nadmiernie wyprostowanego stawu kolanowego w badaniu klinicznym (Heffron 1978).

Dodatkową rolą jaką odgrywa CrCL jest udział w propriocepcji kończyny miednicznej. Badania neurohistologiczne zidentyfikowały różne typy zakończeń nerwów czuciowych- receptory i wolne zakończenia nerwowe (Yahia 1992). Odgałęzienia nerwowe pochodzą od nerwów dostopowego (*nervus saphenus*), piszczelowego (*nervus tibialis*) oraz strzałkowego (*nervus peroneus*) (O'Connor 1982). Najwięcej mechanoreceptorów stwierdzono w jednej trzeciej bliższej CrCL (Arcand 2000). Wysoki odsetek mechanoreceptorów stwierdzono w pozostałościach więzadła krzyżowego

przedniego (ACL) u ludzi po zabiegach rekonstrukcji uszkodzonych więzadeł. Sugeruje się, że pozostawienie tych pozostałości może być ważne dla pooperacyjnej funkcji proprioceptywnej i rehabilitacji (Sha 2010).

1.3. Biomechanika stawu kolanowego

1.3.1. Biomechanika zdrowego stawu kolanowego

Staw kolanowy zapewnia ruch ślizgowy i rotacyjny w trzech płaszczyznach. Zakres ruchu stawu udowo-piszczelowego wynosi 120 stopni. Prawidłowy kąt pomiędzy kością udową a piszczelową w stawie kolanowym waha się od 160 stopni w pełnym wyproście do 40 stopni w zgięciu (Allen 2009). Podczas stępu, kłusu oraz przy wchodzeniu po schodach i siadania u psa staw kolanowy zgina się do 35 stopni i ulega wyprostowi do 145 stopni (Kim 2015). Ruch zginania i prostowania zachodzi przez połączenie ślizgania i toczenia kłykci kości udowej po kości piszczelowej. Przy samym ruchu ślizgowym kłykieć kości udowej zsunąłby się z plateau kości piszczelowej przed osiągnięciem pełnego zgięcia, a trzon kości udowej uderzałby w kość piszczelową. Ruch zginania w stawie kolanowym jest asymetryczny i większe obciążenie elementów kostnych i łącznotkankowych jest w doogonowo-bocznej części stawu niż na płaskowyżu przyśrodkowym jak podczas ruchu prostowania, co skutkuje rotacją kości piszczelowej podczas zgięcia stawu kolanowego od 6 do 15 stopni (Vasseur 1981). Ruch ślizgowy przyśrodkowo-boczny i doczaszkowo-doogonowy jest ograniczony przez więzadła poboczne, ale umożliwia rotację wokół osi przyśrodkowo-bocznej i strzałkowej. Dodatkowo u zdrowych psów możliwy jest ruch obrotowy wzdłuż osi środkowej stawu

kolanowego do 20 stopni, powodujący szpotawość i koślawość kończyny miednicznej (Korvick 1994).

Staw udowo-rzepkowy pełni ważną rolę w biomechanice stawu kolanowego. Rzepka przemieszcza się dostopowo wraz ze zginaniem się stawu kolanowego (Moore 2016). Trzeszczka ta wraz z więzadłem prostym rzepki działają na zasadzie mechanizmu koła pasowego, poprawiając efektywność wyprostu stawu kolanowego. Zwiększa ona ramię dźwigni mechanizmu mięśnia czworogłowego uda a środkiem rotacji zgięcia i wyprostu stawu kolanowego. W wyniku tego, podczas skurczu mięśnia czworogłowego uda, generowana jest siła w kierunku przednio-tylnym dociskająca rzepkę do kości udowej, co zapewnia stabilność dynamiczną stawu kolanowego podczas ruchu (Tepic 2002, Muir 2018).

1.3.2. Biomechanika stawu kolanowego z uszkodzonym CrCL

Zrozumienie kinematyki stawu kolanowego w trzech płaszczyznach jest ważne w leczeniu schorzeń CrCL. Badania przeprowadzone *in vivo* wykazały, że większość zmian w chodzie po przerwaniu ciągłości więzadła krzyżowego doczaszkowego zaobserwowano w fazie podparcia (Korvick 1994), podczas której kość piszczelowa wysuwa się doczaszkowo o około 10mm (Tashman 2004). Z uwagi na to, że CrCL stanowi bierne ograniczenie nadmiernej rotacji przyśrodkowej kości piszczelowej, po jego zerwaniu dochodzi do 14 stopni rotacji piszczeli względem osi głównej kończyny (Warzee 2001, Kim 2009). Jednak rotacja wewnętrzna nie jest charakterystycznym zjawiskiem przy zerwaniu więzadła krzyżowego doczaszkowego z uwagi na stabilizacje stawu kolanowego przez więzadła poboczne oraz silnie rozbudowane pokłady mięśniowe wokół stawu kolanowego. Rotacja kości piszczelowej może występować natomiast przy

przewlekłej niestabilności stawu kolanowego, gdy dochodzi do zaników danych grup mięśniowych lub podczas aktywności fizycznej wymagającej większego wysiłku, które generują wyższe momenty osiowe pokonujące kompresję mięśniową (Muir 2018).

W stawie kolanowym prawidłowe funkcjonowanie CrCL jest również ważne do utrzymania homeostazy innych struktur stawowych takich jak łąkotki i chrząstka stawowa, a w przypadku jego uszkodzenia następuje adaptacja tkanek lub ich uszkodzenie (Muir 2018). Badania *in vivo* wykazały, że psy mają niewielkie zdolności adaptacyjne do przeciwdziałania siłom nacisku przy uszkodzeniu więzadła krzyżowego doczaszkowego (Anderst 2009). Podwichnięcie kości piszczelowej doczaszkowo skutkuje przesunięciem punktów obciążeń stawowych do miejsc, w których chrząstka stawowa nie jest w stanie przyjąć tych obciążeń, czego konsekwencją jest choroba zwyrodnieniowa stawu (Andriacchi 2004).

Łąkotki są wtórnymi stabilizatorami stawu kolanowego. W kolanie z urazem CrCL łąkotka przyśrodkowa przejmuje rolę w stabilizacji pierwotnej stawu kolanowego, działając jako klin przeciwstawiający się translacji i rotacji kłykcia kości udowej. Zwiększona ruchomość łąkotki bocznej nie pozwala jej pełnić roli klina pomiędzy kością udową a piszczelą i może chronić ją przed uderzeniami i mikrouszkodzeniami (Pozzi 2006). Inne bierne stabilizatory stawu kolanowego to więzadła poboczne przyśrodkowe oraz boczne i torebka stawowa, które również mogą ulegać wtórnym uszkodzeniom po uszkodzeniu CrCL (Muir 2018).

1.4. Zerwanie więzadła krzyżowego doczaszkowego

1.4.1. Etiopatogeneza zerwania więzadła krzyżowego doczaszkowego

Historycznie, zerwanie więzadła krzyżowego doczaszkowego (CrCl) u psa uznawano za skutek przypadkowego urazu, prowadzącego wtórnie do rozwoju choroby zwyrodnieniowej stawu kolanowego. W latach 80. XX wieku hipoteza ta została zakwestionowana. Stwierdzono, że u chorych psów uszkodzenie CrCl jest wtórne do zmian zwyrodnieniowych w stawie. Mimo to, ostre uszkodzenie CrCl może zdarzyć się na skutek urazu, np. wypadku komunikacyjnego, lecz często u tych zwierząt dochodzi do całkowitego zwichnięcia stawu kolanowego z zerwaniem obu więzadeł krzyżowych oraz z uszkodzeniem więzadeł pobocznych (Hayashi 2003).

Zapalenie stawu kolanowego występuje we wczesnej fazie choroby, co predysponuje do zerwania CrCl i niestabilności stawu kolanowego (Muir 2018). Rozwój choroby obejmuje stopniową degenerację obu więzadeł krzyżowych na skutek obecności czynników zapalnych w stawie. Badania wykazały, że wraz z rozwojem choroby zwyrodnieniowej stawu kolanowego, powstają zmiany w budowie histologicznej więzadła krzyżowego doczaszkowego. Zmiany te charakteryzują się utratą fibroblastów, zwiększeniem ilości chondrocytów oraz ścienieniem włókien kolagenowych CrCL (Smith 2012). Oprócz tego dochodzi do utraty hierarchicznej budowy kolagenu- włókna zmieniają swoje ułożenie na nieregularne, a sama struktura kolagenu traci swoje karbowanie (Hayashi 2003). Największe zmiany zaobserwowano w rdzeniowej części więzadła krzyżowego doczaszkowego, a nie tak jak sądzono wcześniej w miejscach przyczepów kostnych tej struktury (Muir 2018). Po przerwaniu ciągłości więzadła krzyżowego doczaszkowego rozwijają się zmiany wtórne, które obejmują postępujące zapalenie stawu oraz uszkodzenie łąkotek, szczególnie przyśrodkowej, ale również może

następować hialinizacja, mineralizacja oraz klonowanie komórek pochodzenia chrzęstnego w pozostałościach CrCL (Hayashi 2003).

Zidentyfikowano wiele czynników epidemiologicznych, które mogą wpływać na zerwanie więzadła krzyżowego doczaszkowego (Tabela 2). Najważniejszym czynnikiem ryzyka jest rasa. U psów ras wysokiego ryzyka zerwanie CrCl występuje częściej w młodszym wieku i obustronnie (Harasen 2008, Guthrie 2012). Wpływ rasy sugeruje istnienie czynników genetycznych, lecz jeszcze ich nie zidentyfikowano. Wstępne badania sugerują, że uszkodzenie więzadła jest umiarkowanie dziedziczne, a za pojawienie się cechy fenotypowej odpowiada wiele genów o zmiennym lokowaniu (Baker 2017). Prawdopodobnie istnienie czynników genetycznych wraz z czynnikami środowiskowymi wpływa na występowanie uszkodzenia CrCl u psów (Muir 2018).

Z uwagi na to, że zerwanie więzadła krzyżowego przedniego ma swoje podłoże w przewlekłej chorobie zwyrodnieniowej stawów, występowanie tej jednostki chorobowej odnotowuje się głównie u psów w średnim wieku (Witsberger 2008). Mimo to, psy w starszym wieku- powyżej 10 lat- cechują się zmniejszonym ryzykiem wystąpienia zerwania (Reif 2003). Ciekawą obserwacją jest, że zwierzęta, u których doszło do obustronnego zerwania więzadła krzyżowego doczaszkowego są zwykle młodsze niż psy z jednostronnym urazem (Grierson 2011).

Tabela 2. Potencjalne czynniki ryzyka wystąpienia zerwania więzadła krzyżowego doczaszkowego u psów w oparciu o wcześniejsze doniesienia naukowe (Muir 2018).

Kategoria	Potencjalny czynnik ryzyka wystąpienia CR
Wiek	4-8 lat
Rasa	- Nowofunland - Rottweiler - Labrador retriever - Buldog - Boxer - Chow chow - American Staffordshire Terrier
Status reprodukcyjny	kastrowany/wysterylizowana
Waga	>22kg
BCS	nadwaga, otyłość
Anatomia stawu kolanowego	- nadmierny kąt plateau kości piszczelowej (w zależności od doniesień >28º, >32 º, >35 º) - wąskie wcięcie międzykłykciowe nasady dalszej kości udowej - wąska kość piszczelowa w nasadzie bliższej - przodopochylenie kości udowej - rotacja doczaszkowo-boczna kości piszczelowej

Ze względu na różnice w wynikach badań ubiegłych dekad nie można jednoznacznie stwierdzić, czy choroba częściej dotyka samców czy samice (Muir 2018). Zauważono jedynie wzrost występowania CR u zwierząt kastrowanych lub

sterylizowanych (Duerr 2007). Dodatkowo u wcześnie wykastrowanych samców i wysterylizowanych samic zauważono zależność występowania zerwania więzadła krzyżowego doczaszkowego odpowiednio u 5,1% i 7,7% osobników. Ma to podłoże w roli hormonów gonadalnych na rozwój kolagenu i masy mięśniowej (Slauterbeck 2004). Badanie oceniające wpływ gonadektomii na produkcję kolagenu CrCL u królików wykazało, że stężenie kolagenu w więzadłach było niższe u zwierząt poddanych gonadektomii (Light 2012).

1.4.2. Diagnostyka zerwanego więzadła krzyżowego doczaszkowego

Celem kompleksowego badania stawu kolanowego jest wykrycie zwiększonego zakresu ruchu (translacja lub rotacja) lub nieprawidłowej pozycji w celu określenia występującego defektu anatomicznego. Diagnoza wymaga wiedzy na temat biomechaniki stawu kolanowego oraz tego, które więzadła ograniczają poszczególne ruchy w stawie kolanowym (Muir 2018).

W badaniu przedmiotowym psy dotknięte CR wykazują najczęściej jednostronną kulawiznę na chorą kończynę miedniczną, przy czym największy ciężar ciała podczas podparcia kończyny przekładają na czubki palców. U tych pacjentów może być widoczna rotacja zewnętrzna kończyny, co obserwuje się również w pozycji siedzącej, gdzie kończyna odstawiana jest na bok w ten sposób, aby zachować jak najmniejszy kąt zgięcia w stawie kolanowym. W przypadku przewlekłego procesu chorobowego można zaobserwować zanik mięśni dotkniętej kończyny. Jeżeli doszło do uszkodzenia łąkotki przyśrodkowej, słyszalny jest charakterystyczny dźwięk klikania podczas manipulowania kończyną w stawie kolanowym (Muir 2018).

Objawy mogą różnić się w zależności od zaawansowania procesu chorobowego. Psy w początkowej fazie CR lub z częściowym CR mają stabilny staw, ale występuje u nich kulawizna, wysięk w stawie kolanowym i zapalenie błony maziowej. Całkowite zerwanie więzadła krzyżowego doczaszkowego powoduje wyraźną niestabilność stawu kolanowego w ostrej fazie chorobowej, co skutkuje nasilonym bólem stawu kolanowego objętego procesem, kulawizną i postępującymi zmianami zwyrodnieniowymi w obrębie stawu. Obserwacje kliniczne wykazały, że przy chronicznym zerwaniu więzadła krzyżowego występuje okołostawowe tworzenie osteofitów, pogrubienie torebki stawowej i uszkodzenie łąkotki, najczęściej przyśrodkowej. W miarę postępu tych zmian staw może stać się bardziej stabilny, gdyż zwłóknienie okołostawowe w niewielkim stopniu wpływa na poprawę dynamicznej niestabilności podczas ruchu, a występująca przy tym kulawizna określana jest jako przewlekła, najczęściej powysiłkowa (Tashman 2004).

Patognomicznym objawem diagnostycznym CR są dodatnie wyniki testów szufladowego i kompresji piszczeli (Muir 1997). Są one diagnostyczne, gdy wykonywane są na zwierzęciu poddanemu premedykacji lub znieczuleniu ogólnemu (Jerram 2003). Oba testy przeprowadza się na psie leżącym na boku z chorą kończyną na górze i skierowaną w stronę badającego. Podczas wykonywania testu szufladowego palec wskazujący jednej ręki badającego umieszczany jest na rzepce, natomiast kciuk na bocznym kłykciu kości udowej. Drugą rękę należy umieścić na kości piszczelowej w ten sposób, aby palec wskazujący dotykał guzowatości kości piszczelowej, a kciuk głowy kości strzałkowej. Za dodatni wynik testu szufladowego uważa się wysuwanie się kości piszczelowej w stronę doczaszkową względem kości udowej. Test kompresji piszczeli polega na objęciu jedną ręką stawu kolanowego, przy czym badający musi położyć palec wskazujący wzdłuż więzadła prostego rzepki w ten sposób, aby opuszka palca

wskazującego znajdowała się na guzowatości kości piszczelowej. Następnie drugą ręką badający wykonuje ruchy zginania i prostowania stawu skokowego tej samej kończyny. Za dodatni wynik testu kompresji piszczeli uważa się wysuwanie się kości piszczelowej względem kości udowej i wypychanie palca badającego pod wpływem nacisku guzowatości kości piszczelowej (Jerram 2003, Muir 2018).

Badaniem uzupełniającym diagnostykę zerwania więzadła krzyżowego doczaszkowego jest obrazowanie rentgenowskie. Nie jest to czuła metoda jako samodzielna technika rozpoznawania zerwania więzadła krzyżowego doczaszkowego (Moore 1996). Do zdjęcia rentgenowskiego zwierzę układa się na boku na chorej kończynie. Kąty pomiędzy kością udową i piszczelową oraz między kośćią piszczelową a śródstopiem powinny wynosić 90 stopni. Takie pozycjonowanie kończyny nazywa się projekcją stresową piszczeli (Muir 2018). Zauważalne przemieszczenie doczaszkowe kości piszczelowej względem kłykci kości udowej uznaje się za charakterystyczny obraz przy zerwanym CrCL (Rycina 3). Dodatkowo w miejscu przebiegu więzadła krzyżowego doczaszkowego widoczny jest naddatek cienia sugerujący obecność stanu zapalnego w stawie kolanowym, a oprócz tego zapalna maź stawowa absorbuje więcej promieniowania rentgenowskiego i tworzy charakterystyczną „chmurę". Oprócz pośredniej diagnostyki klinicznej zerwanego więzadła krzyżowego doczaszkowego u psów, obrazowanie rentgenowskiego służy do wykrycia zmian zwyrodnieniowych w stawie, obrzęku okołostawowego lub zidentyfikowania mineralizacji pozostałych fragmentów CrCL (Johnson 2002). Wskazaniem do wykonania zdjęcia rentgenowskiego jest również wykluczenie zerwania CrCL na tle procesu nowotworowego (Jerram 2003).



Rycina 3. Zdjęcie rentgenowskie kończyny z całkowitym zerwaniem więzadła krzyżowego doczaszkowego. Widoczne jest przemieszczenie kości piszczelowej względem kłykci kości udowej, zwyrodnienia powierzchni stawowych oraz odczyn zapalny w stawie.

1.4.3. Leczenie chirurgiczne

Leczenie chirurgiczne zerwanego więzadła krzyżowego doczaszkowego ma na celu zapobieganie chorobie zwyrodnieniowej stawów. Postępowanie powinno mieć również na celu przywrócenie prawidłowej biomechaniki stawu kolanowego (Tivers 2009). Opisano wiele różnych technik chirurgicznych w leczeniu niestabilności stawu kolanowego u psów, a wybór metody leczenia zerwanego więzadła krzyżowego doczaszkowego jest nadal kontrowersyjnym tematem. Stabilizację stawu kolanowego można osiągnąć stosując techniki polegające na wewnątrztorebkowej bądź zewnątrztorebkowej stabilizacji stawu kolanowego oraz osteotomii kości piszczelowej (Muir 2018).

Stabilizacja wewnątrztorebkowa polega na rekonstrukcji uszkodzonego więzadła krzyżowego doczaszkowego wewnątrz torebki stawowej. W 1952 roku opisano umieszczenie fragmentu powięzi szerokiej w miejscu przebiegu CrCL przez przeprowadzenie go przez tunele kostne i następne przymocowanie go do tkanek miękkich. Jest to technika stabilizacji rekonstrukcyjnej zerwanego więzadła krzyżowego z wykorzystaniem przeszczepu autologicznego. Opisana metoda przeszła wiele modyfikacji, a w szczególności zmianom podlegał użyty materiał implantacyjny. Z materiałów biologicznych stosowano również fragment więzadła prostego rzepki (Dueland 1966), autoprzeszczepy skóry oraz ścięgna mięśni prostownika palców długiego, mięśnia półścięgnistego i mięśnia strzałkowego długiego (Penha 2007). Oprócz materiałów biologicznych stosowano również materiały syntetyczne takie jak nici monofilamentowe, żyłki wędkarkie bądź taśmy (Korvick 1994, Liu 2008).

Stabilizacja zewnątrztorebkowa (ES) obejmuje szereg różnych technik mających na celu stabilizację stawu kolanowego poprzez implant umieszczany na zewnątrz torebki stawowej, zapobiegając ruchom translacyjnym i rotacyjnym kości piszczelowej (Muir

2018). Materiały syntetyczne, rzadziej biologiczne, umieszcza się powierzchownie w stosunku do torebki stawowej, obejmując boczny lub przyśrodkowy obszar stawu kolanowego. Po raz pierwszy ES przeprowadzono przy użyciu materiałów biologicznych w latach 60. ubiegłego wieku. Na początku w celu zminimalizowania doczaszkowej translacji kości piszczelowej i stabilizacji stawu kolanowego stosowano pomarszczenie torebki stawowej i powięzi po stronach przyśrodkowej i bocznej stawu objętego procesem chorobowym (McCurnin 1971, Pearson 1971). Druga technika wykorzystywała fragment powięzi szerokiej, która umieszczano w miejscach przyczepów które naśladowały naturalny przebieg CrCL (Aiken 1992). Kolejną techniką była transpozycja głowy kości strzałkowej doczaszkowo. Dzięki tej metodzie więzadło poboczne boczne zorientowane było skośnie podobnie jak CrCL, co ograniczało translację doczaszkową kości piszczelowej i jej wewnętrzną rotację (Smith 1985, Mullen 1989). Jednak metody te obarczone były dużym ryzkiem wystąpienia powikłań pooperacyjnych, dlatego od nich odstąpiono (Dupuis 1994).

Stosowanie materiałów syntetycznych do stabilizacji zewnątrztorebkowej jest teraz bardziej powszechne (Muir 2018). Obecnie najlepsze wyniki odnotowuje się przy stosowaniu szwu przeprowadzonego od dystalnej części kości udowej, między trzeszczkami Vessala a następnie poprzez tunel w proksymalnej części kości piszczelowej (Korvick 1994). Materiał szewny mogą stanowić niewchłanialne nici monofilamentowe, polifilamentowe, drut kostny, a nawet żyłka wędkarska (Muir 2018). Monofilamenty charakteryzują się niższym współczynnikiem infekcji, podczas gdy polifilamenty mają znacznie większą wytrzymałość na rozciąganie (Burgess 2010, Rose 2012). Mimo to, nić nylonowa jest najczęściej stosowanym materiałem szewnym do prowadzenia szwu bocznego (Kowaleski 2012) i w porównaniu do żyłki wędkarskiej charakteryzuje się większą odpornością mechaniczną (Capron 1996). Istnieje kilka

modyfikacji tej metody z jednym lub kilkoma otworami w kości piszczelowej. Różnice odnotowuje się również w rodzajach implantów oraz w metodach wiązania materiału (Muir 2018).

Chirurgiczne metody leczenia niestabilności stawu kolanowego z użyciem technik polegających na osteotomii i zmianie geometrii kości piszczelowej charakteryzują się wysokim wskaźnikiem powodzenia terapeutycznego (Waxman 2008). Ideą tych technik jest dynamiczna stabilizacja stawu kolanowego w czasie obciążania kończyny miednicznej podczas ruchu pacjenta (Kowaleski 2005, Kim 2008). W 1984 Slocum i Devine opracowali metodę chirurgicznego leczenia zerwania CrCL opartą na doczaszkowej klinowej osteotomii kości piszczelowej (CTWO), która polegała na obniżeniu kąta nachylenia plateau kości piszczelowej (TPA) (Slocum 1984). Założono, że docelowy TPA miał wynosić 6 stopni. W związku z tym wykonywano pomiary przed zabiegiem, a następnie wycinano klin w poprzek kości piszczelowej, w ten sposób, aby wyniosłość międzykłykciowa przesunęła się doczaszkowo w stosunku do jej pierwotnego położenia, a tym samym przesunięta została funkcjonalna oś kończyny. Jednak dzięki tej metodzie nie można było uzyskać pełnej korekcji osi kończyny, a dodatkowo odnotowano wysoki odsetek powikłań wymagających reoperacji. Między innymi dochodziło do wtórnych złamań kości piszczelowej oraz oderwania implantów (Bailey 2007, Apelt 2010).

Z uwagi na wysoki wskaźnik powikłań, CTWO zostało później zastąpione przez osteotomię wyrównującą poziom plateau kości piszczelowej (TPLO), której potencjalną zaletą było to, że długość kości piszczelowej nie ulegała zmianie, a osteotomia nie była wykonywana przez cały trzon kości (Muir 2018). TPLO zostało po raz pierwszy opisane w 1993 roku przez Slocum'a (Slocum & Slocum 1993). Zmieniając naturalną orientację plateau kości piszczelowej, zabieg ten ogranicza siłę ścinającą działającą na staw

kolanowy generowaną przez kompresję stawu kolanowego podczas przenoszenia ciężaru kończyny miednicznej w ruchu. Dzięki temu zmniejsza się nacisk doczaszkowy działający na kość piszczelową (Reif 2002). Stabilność dynamiczną stawu kolanowego z niedoborem CrCL osiąga się przez wykonanie bliższej osteotomii kości piszczelowej w kształcie ¼ koła i rotacji bliższego odcinka fragmentu poddanego osteotomii w celu zmniejszenia kąta plateau kości piszczelowej. Przedoperacyjne określenie TPA pacjenta umożliwia obliczenie kąta rotacji niezbędnej do pożądanego TPA po zabiegu, który powinien wynosić 6,5 ± 0,9 stopnia (Warzee 2001). Doniesiono, że ogólny odsetek powikłań pooperacyjnych po TPLO waha się od 7,2% do 28% (Pacchiana 2003, Priddy 2003, Stauffer 2006, Fitzpatrick 2010, Gatineau 2011, Oxley 2013, Coletti 2014). Większy odsetek powikłań odnotowano również u psów z obustronnym TPLO (Priddy 2003). Do najbardziej poważnych powikłań po zabiegu osteotomii wyrównującej plateau kości piszczelowej zaliczamy utratę TPA, złamania kości piszczelowej, w tym złamania guzowatości kości piszczelowej, uszkodzenia implantów oraz złamania rzepki lub kości strzałkowej (Carey 2005, Moeller 2006, Duerr 2008, Tuttle 2009).

W 2002 roku powstał nurt przedstawiający nową koncepcję kinetyki stawu kolanowego mówiący o tym, że suma wszystkich sił działających na staw kolanowy jest równoległa do przebiegu więzadła prostego rzepki. Teoria ta głosiła również, że pochylenie plateau kości piszczelowej powinno tworzyć z więzadłem prostym rzepki kąt prosty (Tepic 2002). Dzięki temu powstała nowa metoda leczenia chirurgicznego zerwania CrCL polegająca na doczaszkowym przemieszczeniu guzowatości kości piszczelowej (TTA). Po wykonaniu TTA i doczaszkowym przemieszczeniu guzowatości kości piszczelowej, plateau kości piszczelowej znajdowało się pod kątem 90 stopni w stosunku do więzadła prostego rzepki (Montavon 2002). W związku z przemieszczeniem doczaszkowym przyczepu więzadła prostego rzepki, niwelował się ruch szufladowy w

stawie kolanowym objętym procesem chorobowym (Kipfner 2008). Do dziś opracowano wiele modyfikacji podstawowej techniki TTA, w których główną różnicą są rodzaj i ilość stosowanych implantów (Etchepareborde 2010, Ness 2011).

W podstawowym zabiegu TTA osteotomii podlegała cała guzowatość kości piszczelowej, a następnie jest ona umieszczana doczaszkowo w stosunku do pierwotnej pozycji za pomocą zakrzywionej płyty do osteotomii oraz klatki do TTA umieszczanej w linii cięcia (Montavon 2005). W 2014 roku powstała odmiana TTA- TTA Rapid, która opisywana jest jako „szybka" metoda doczaszkowej translacji guzowatości kości piszczelowej. Do TTA Rapid stosowano tytanowy implant oraz wkręty (Samoy 2015). W obu technikach do kości piszczelowej wprowadzana jest duża ilość materiału stabilizującego, co może powodować upośledzenie ukrwienia i traumatyzację tkanek (Hoffmann 2006). Do poważnych komplikacji przy zastosowaniu techniki doczaszkowej transpozycji guzowatości kości piszczelowej i jej odmian należą zwichnięcie rzepki, złamania implantów, złamania awulsyjne guzowatości kości piszczelowej oraz złamania trzonu kości piszczelowej (Lafaver 2007).

Cel pracy

Celami niniejszej pracy było:

1. Określenie kąta pochylenia wyniosłości międzykłykciowej (TPA) u wybranych ras psów, u których wystąpiło zerwanie więzadła krzyżowego doczaszkowego.
2. Określenie występowania powikłań po zabiegu osteotomii wyrównującej poziom plateau kości piszczelowej (TPLO) u psów o masie ciała powyżej 30 kg.
3. Ocena stopnia zrostu kości piszczelowej po wykonanym zabiegu osteotomii wyrównującej poziom plateau kości piszczelowej (TPLO) u psów o masie ciała powyżej 30 kg.
4. Określenie czy i w jakim stopniu zmienia się kąt pochylenia wyniosłości międzykłykciowej (TPA) po zabiegu TPLO wraz z upływem czasu.

Materiały i Metody

1.5. Grupa badawcza i schemat doświadczenia w realizacji celu badawczego określenia kąta TPA u wybranych ras psów

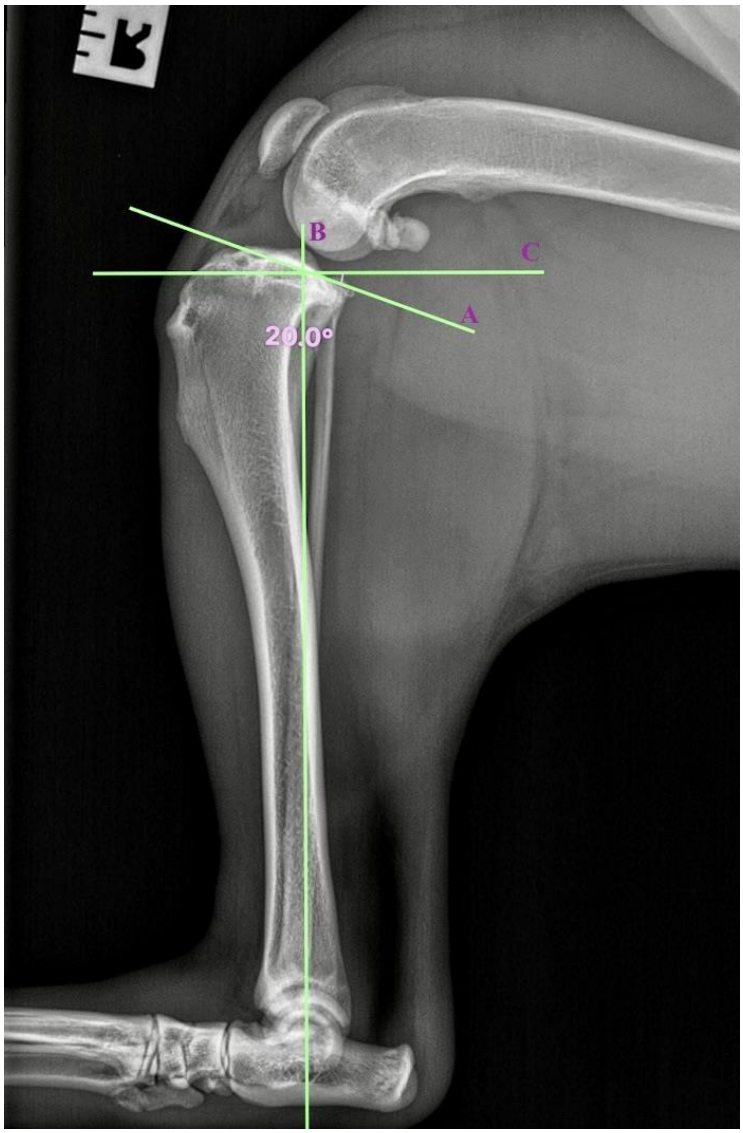
Grupę badawczą stanowili pacjenci Katedry Chirurgii i Rentgenologii z Kliniką Wydziału Medycyny Weterynaryjnej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. U każdego ze zwierząt zdiagnozowano jednostronne zerwanie więzadła krzyżowego doczaszkowego za pomocą dodatnich wyników testów szufladowego i kompresji piszczeli. Badanie miało charakter retrospektywny i wymagało analizy dokumentacji medycznej z okresu od 15 czerwca 2020 roku do 4 września 2023 roku. Dane pochodziły od 60 psów o masie ciała od 8 do 59kg w wieku od 3 do 6 lat, zarówno samce i samice. Grupę badawczą podzielono na sześć podgrup ze względu na rasę (Tabela 3).

Tabela 3. Zestawienie podgrup biorących udział w badaniu.

	Rasa	Liczba osobników
Podgrupa 1	Berneński pies pasterski	10
Podgrupa 2	Terier rosyjski	10
Podgrupa 3	Golden retriever	10
Podgrupa 4	West Highland White Terrier	10
Podgrupa 5	Owczarek niemiecki	10
Podgrupa 6	American Staffordshire Terrier	10

Po dokonaniu wstępnej analizy dokumentacji medycznej kolejnym etapem była ocena radiologiczna radiogramów przyśrodkowo-bocznych stawów kolanowych z uwzględnieniem stawów skokowych oraz wyznaczenie kąta pochylenia wyniosłości międzykłykciowej kości piszczelowej (kąta TPA) każdego z pacjentów. W tym celu wyznaczano trzy linie na każdym ze zdjęć rentgenowskich:

A. linia nachylenia plateau kości piszczelowej przebiegającą przez dwa punkty orientacyjne- przyczep doczaszkowy CrCL oraz przyczep dystalny CaCL,
B. linia osi mechanicznej kości piszczelowej przebiegającej między środkiem wyniosłości międzykłykciowej kości piszczelowej a środkiem stawu skokowego,
C. linia prostopadła do linii osi mechanicznej kości piszczelowej w miejscu przecięcia dwóch pozostałych linii (Rycina 4).



Rycina 4. Radiogram przyśrodkowo-boczny z naniesionymi pomiarami kąta TPA, gdzie TPA jest kątem ostrym znajdującym się między liniami A i C.

Wszystkie pomiary zostały wykonane przez autorkę w programie vPOP-pro. Otrzymane dane następnie sklasyfikowano i porównano, aby wyznaczyć średni kąt TPA dla danej rasy.

Wyniki tej części badań zostały poddane analizie statystycznej.

1.6. Grupa badawcza i schemat doświadczenia w realizacji celu badawczego określającego występowanie powikłań po zabiegu osteotomii wyrównującej poziom plateau kości piszczelowej (TPLO) u psów o masie ciała powyżej 30 kg

Badania zostały przeprowadzone na 30 psach wykazujących kulawiznę kończyny miednicznej z uwagi na całkowite zerwanie więzadła krzyżowego doczaszkowego. Podczas doboru grupy badawczej wykluczono psy z obustronnym zerwaniem więzadła krzyżowego doczaszkowego. Zwierzęta znajdowały się w przedziale wiekowym od 2 do 7 lat. Dodatkowym kryterium doboru grypy badawczej była masa ciała przewyższająca 30 kg. Badanie obejmowało zarówno suki jak i samce różnych ras.

Wszystkie zwierzęta były pacjentami Katedry Chirurgii i Rentgenologii z Kliniką Wydziału Medycyny Weterynaryjnej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Każdy pies został skierowany do kliniki w celu badania ortopedycznego z powodu kulawizny jednej z kończyn miednicznych. Najpierw pacjenci byli poddawani ocenie chodu, która opierała się na skali Kipfera (Kipfer 2011) (Tabela 4).

Następnie zwierzęta premedykowano mieszanką deksmedetomidyny w dawce 10 µg/kg masy ciała oraz butorfanolu w dawce 0,1 mg/kg masy ciała podaną domięśniowo i kolejno przeprowadzano testy ortopedyczne szufladowy oraz kompresji piszczeli. Ostatnim etapem diagnostycznym było wykonywanie radiogramów przyśrodkowo-bocznych chorej kończyny. W tym celu psy w stanie sedacji układano w pozycji bocznej chorą kończyną na kasecie rentgenowskiej. Kończynę układano prostopadle do kasety w ten sposób, aby zachować kąt prosty między kością udową a piszczelową oraz między kością piszczelową a stawem skokowym. Następnie wykonywano radiogram przyśrodkowo-boczny, aby dwa stawy- kolanowy oraz skokowy- znajdowały się w jednym polu kolimacji. Kolejnym etapem było wyznaczenie kąta pochylenia wyniosłości międzykłykciowej kości piszczelowej zgodnie z powszechnie przyjętymi normami

(Petazzoni 2008), jak wykonywano w punkcie 3.1. Wszystkich pacjentów skierowano następnie na zabieg TPLO.

Tabela 4. Tabela przedstawiająca stopnie kulawizny (Kipfer 2011).

Stopień kulawizny	Kryterium oceny
1	normalne obciążanie kończyny podczas spoczynku oraz w ruchu
2	normalne obciążanie kończyny podczas spoczynku oraz częściowa kulawizna kończyny podczas ruchu
3	normalne obciążanie kończyny podczas spoczynku oraz przerywana kulawizna podczas ruchu
4	częściowa kulawizna kończyny w spoczynku I podczas ruchu
5	zwierzę nie obciąża kończyny zarówno w spoczynku jak i w ruchu

1.6.1. Procedura TPLO

Przed przystąpieniem do procedury należało wykonać pomiary przedzabiegowe oraz ustalić kąt rotacji fragmentu kości piszczelowej z wykorzystaniem wcześniej przygotowanych radiogramów. Rozmiar ostrza do TPLO ustalano przez mierzenie szerokości bliższej nasady kości piszczelowej, żeby po wykonaniu osteotomii szerokość guzowatości kości piszczelowej wynosiła minimum 10 mm. Odległość o jaką należy

przesunąć względem siebie dwa fragmenty kostne ustalano przy użyciu opracowanej tabeli rotacji przy wykonywaniu TPLO (Rycina 5).

Pacjenci byli premedykowani mieszanką deksmedetomidyny w dawce dawce 15 µg/kg masy ciała oraz butorfanolu w dawce 0,2 mg/kg masy ciała podawaną domięśniowo. Do indukcji używano kolejno lignokainę w dawce 1mg/kg masy ciała, midazolam w dawce 0,1 mg/kg masy ciała oraz ketaminę w dawce 2 mg/kg masy ciała w drodze podania dożylnego. Do kondukcji narkozy stosowano isofluran z mieszanką tlenu i powietrza przy pomocy aparatu do narkozy wziewnej. Przeciwbólowo podawano fentanyl w pompie infuzyjnej w dawce 2 µg/kg/godz.

PREOPERATIVE TIBIAL PLATEAU ANGLE (TPA)

Rotation (mm) — Provides Resultant 5° TPA

Saw Radius	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°
12 mm	2.0	2.2	2.4	2.6	2.9	3.1	3.3	3.5	3.7	3.9	4.1	4.3	4.5	4.7	4.9	5.1	5.3	5.5	5.7	5.9	6.1	6.3	6.4	6.6	6.8	7.0
15 mm	2.6	2.8	3.1	3.3	3.6	3.8	4.1	4.3	4.6	4.9	5.1	5.4	5.6	5.9	6.1	6.4	6.6	6.9	7.1	7.4	7.6	7.9	8.1	8.4	8.6	8.8
18 mm	3.1	3.4	3.7	4.0	4.3	4.6	4.9	5.2	5.5	5.8	6.1	6.5	6.8	7.1	7.4	7.7	8.0	8.3	8.6	8.9	9.2	9.5	9.8	10.1	10.3	10.6
21 mm	3.6	4.0	4.3	4.7	5.0	5.4	5.8	6.1	6.5	6.8	7.2	7.5	7.9	8.3	8.6	9.0	9.3	9.7	10.0	10.4	10.7	11.1	11.4	11.8	12.1	12.4
24 mm	4.1	4.5	5.0	5.4	5.8	6.2	6.6	7.0	7.4	7.8	8.2	8.6	9.0	9.5	9.9	10.3	10.7	11.1	11.5	11.9	12.3	12.7	13.1	13.5	13.9	14.3
27 mm	4.7	5.1	5.6	6.0	6.5	7.0	7.4	7.9	8.4	8.8	9.3	9.7	10.2	10.6	11.1	11.6	12.0	12.5	12.9	13.4	13.8	14.3	14.7	15.2	15.6	16.1
30 mm	5.2	5.7	6.2	6.7	7.2	7.8	8.3	8.8	9.3	9.8	10.3	10.8	11.3	11.8	12.3	12.9	13.4	13.9	14.4	14.9	15.4	15.9	16.4	16.9	17.4	17.9

Rycina 5. Zrzut ekranu. Tabela rotacji TPLO. Do określenia stopnia rotacji potrzebne są przedoperacyjne pomiary kąta TPA oraz rozmiaru ostrza. (źródło: Synthes).

Procedurę chirurgiczną rozpoczynano od miniartrotomii przypośrodkowej. Po eksploracji stawu kolanowego dokonywano oględzin łąkotek bocznej i przyśrodkowej oraz usuwano resztki strzępów więzadła krzyżowego doczaszkowego. W przypadku stwierdzenia urazów łąkotek, wykonywano menistektomie, czyli częściowe albo całkowite usunięcie łąkotek. Po wypłukaniu stawu sterylnym roztworem fizjologicznym torebkę stawową zamykano materiałem szewnym o wydłużonym czasie wchłaniania (polidioksanon). Kolejno uzyskiwano dostęp do bliższej części kości piszczelowej poprzez standardowy dostęp przyśrodkowy, a następnie preparowano dystalny przyczep mięśnia krawieckiego w celu odsłonięcia więzadła pobocznego przyśrodkowego. Następnie procedura przebiegała w poniższy sposób:

1) w celu ustalenia osi obrotu plateau kości piszczelowej wkłuwano sterylną igłę 0,6 w przestrzeń stawową stawu kolanowego na przebiegu więzadła pobocznego przyśrodkowego
2) dostopowo od igły wyznaczano odległość goniometrem Castroviejo równą rozmiarowi ostrza do TPLO
3) linię osteotomii kości piszczelowej wyznaczano z zachowaniem 10mm dystansu od guzowatości kości piszczelowej
4) dokonywano osteotomii na ½ głębokości kości piszczelowej
5) używając osteotomu oraz goniometru Castroviejo zaznaczano punkty orientacyjne do wykonania rotacji fragmentu kości piszczelowej
6) wykonywano całkowitą osteotomię kości piszczelowej
7) w odcięty fragment kości piszczelowej wprowadzany jest grotowkręt o średnicy 3,0 mm

8) za pomocą grotowkrętu dokonywano rotacji fragmentów kości piszczelowej, aby wcześniej wykonane punkty orientacyjne się pokryły w celu uzyskania kąta TPA wynoszącego 5°
9) w celu tymczasowej stabilizacji odłamów od strony guzowatości kości piszczelowej wprowadzano gwóźdź Kirschnera o średnicy 1,4 mm
10) na przyśrodkowej powierzchni kości piszczelowej układano dedykowaną płytę do TPLO w systemie 3,5 lub 3,5 poszerzana w celu stałej stabilizacji odłamów kostnych
11) po zamocowaniu płyty wkrętami o średnicy 3,5 mm tkanki miękkie zaszywano trójwarstwowo
12) po zakończonej procedurze wykonywano kontrolne zdjęcia rentgenowskie.

1.6.2. Określenie stopnia powikłań po TPLO u psów o masie ciała powyżej 30 kg

Po wykonanej procedurze TPLO pacjenci byli poddawani ocenie chodu w drugim, ósmym, dwunastym tygodniu oraz w szóstym miesiącu po zabiegu. Do oceny chodu służyła skala Kipfera (Tabela 4). Podczas każdej wizyty kontrolnej wykonywane były zdjęcia rentgenowskie operowanej kończyny w projekcji przyśrodkowo-bocznej oraz przeprowadzano badanie ortopedyczne.

Powikłania dzielono na katastroficzne, poważne i mniej istotne. Katastroficzne powikłania definiowano jako komplikacje, które powodowały trwałe uszkodzenie kończyny z koniecznością amputacji (np. trwałe uszkodzenie nerwów, martwica kości piszczelowej, złamanie płyty do TPLO). Poważne powikłania to takie, które wymagały ponownej interwencji chirurgicznej lub występowały u pacjenta, u którego kulawizna

trwała dłużej niż dwanaście tygodni po zabiegu chirurgicznym (np. złamanie awulsyjne guzowatości kości piszczelowej, przyśrodkowe zwichnięcie rzepki, opóźniony zrost, złamania rzepki). Mniej istotne powikłania definiowano jako komplikacje, które nie wymagały ponownej interwencji chirurgicznej (np. obrzęk, infekcja podatna na leczenie antybiotykiem, rozejście się rany chirurgicznej).

1.7. Grupa badawcza i schemat doświadczenia w realizacji celu oceny stopnia zrostu kości piszczelowej po wykonanym zabiegu osteotomii wyrównującej poziom plateau kości piszczelowej (TPLO) u psów o masie ciała powyżej 30 kg

Badania zostały przeprowadzone na grupie badawczej z podrozdziału 3.2. U wszystkich zwierząt został wykonany zabieg TPLO zgodnie z procedurą opisaną w podpunkcie 3.2.1. Ocena zrostu kości piszczelowej po wykonanym zabiegu osteotomii wyrównującej poziom plateau kości piszczelowej dokonywana była na podstawie radiogramów przyśrodkowo-bocznych oraz przednio-tylnych wykonanych podczas wizyt kontrolnych pacjentów w drugim, ósmym, dwunastym tygodniu oraz w szóstym miesiącu po zabiegu. Do oceny zrostu kości piszczelowej po TPLO służyła tabela oceny skali zrostu, stworzona przez autorkę na podstawie badań wykonanych w 2015 roku (Kieves 2015) (Tabela 5). Oceniając dany radiogram lekarz weterynarii mógł przyznać łączną sumę punktów od 0 do 10, gdzie 0 oznaczało brak zrostu, a 10 całkowity zrost kości piszczelowej.

Tabela 5. Tabela oceny stopnia zrostu kości piszczelowej po wykonanym zabiegu TPLO.

Kryterium	Liczba punktów	Cechy w radiogramie
ciągłość korówki	0	brak zrostu korówek
	1	jedna zrośnięta korówka
	2	dwie zrośnięte korówki
widoczność linii osteotomii	0	widoczna
	1	widoczna w małym stopniu
	2	brak widocznej linii
Subiektywny stopień proliferacji okostnej oraz przebudowa kostniny	0	brak
	1	minimalny
	2	umiarkowany
	3	przebudowany
	4	wygojony
Stopień zaokrąglenia dystalnej części korówki w miejscu osteotomii	0	brak
	1	łagodny
	2	znaczny

Ocena radiogramów była wykonywana przez trzech niezależnych lekarzy weterynarii. Przed oceną radiogramów zostały usunięte z nich daty wykonywania, aby zmniejszyć ryzyko sugerowania wyników oceny. Dodatkowo zdjęcia były oznaczone w losowej kolejności. Następnie wyniki oceny zebrano, a wyniki wszystkich ocen uśredniono.

1.8. Grupa badawcza i schemat doświadczenia w realizacji celu określenia czy i w jakim stopniu zmienia się kąt TPA po zabiegu TPLO wraz z upływem czasu

Grupę badawczą stanowili pacjenci Katedry Chirurgii i Rentgenologii z Kliniką Wydziału Medycyny Weterynaryjnej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. U każdego ze zwierząt zdiagnozowano jednostronne zerwanie więzadła krzyżowego doczaszkowego. Diagnoza zerwanego CCL była stawiana za pomocą dodatnich wyników testów szufladowego i kompresji piszczeli oraz przyśrodkowo-bocznych radiogramów chorych kończyn. Badanie miało charakter retrospektywny i wymagało analizy dokumentacji medycznej z okresu od 7 stycznia 2019 do 25 września 2023 roku.

Dane pochodziły od 60 psów o masie ciała od 7kg do 59kg w wieku od 2 do 8 lat, zarówno samce jak i samice. Po dokonaniu wstępnej analizy dokumentacji medycznej kolejnym etapem była ocena radiologiczna radiogramów przyśrodkowo-bocznych stawów kolanowych z uwzględnieniem stawów skokowych oraz wyznaczenie kąta TPA na każdym radiogramie zgodnie z postępowaniem z podrozdziału 3.1. Radiogramy pochodziły z wizyt kontrolnych wykonanych bezpośrednio po zabiegu, w ósmym tygodniu oraz po sześciu i dwunastu miesiącach po zabiegu TPLO.

Wszystkie pomiary zostały wykonane przez autorkę w programie vPOP-pro. Otrzymane dane następnie sklasyfikowano oraz uśredniono stopień zmiany kąta TPA wraz z upływem czasu.

Wyniki tej części badań zostały poddane analizie statystycznej.

1.9. Analiza statystyczna

Dane wymagające poddania analizie statystycznej zostały zgromadzone w plikach tekstowych MS Word oraz w arkuszach programu MS Excel. Kolejno, analizę statystyczną przeprowadzono z wykorzystaniem metody analizy wariancji za pomocą oprogramowania Dell Statistica [TIBCO Software Inc. (2017); Statistica (data analysis software system), wersja 13]. Istotność różnic pomiędzy średnimi wartościami mierzonych kątów TPA u zwierząt określono testem Tukeya (HSD), przy poziomie p-0,05.

Wyniki

1.10. Wyniki celu określenia kąta pochylenia wyniosłości międzykłykciowej (TPA) u wybranych ras psów, u których wystąpiło zerwanie więzadła krzyżowego doczaszkowego

Dokonano pomiarów kąta TPA u sześćdziesięciu psów z zerwanym więzadłem krzyżowym doczaszkowym. Wyniki przedstawiono w formie tabeli (Tabela 6). Średni kąt TPA dla berneńskich psów pasterskich wynosił 22,13°, dla terierów rosyjskich 20,86°, dla golden retrieverów 25,02°, dla west highland white terierów 25,11°, dla owczarków niemieckich 24,05° oraz dla american staffordshire terierów 22,12°. Wśród badanych ras największy kąt TPA określony był dla west highland white terierów, a najmniejszy dla terierów rosyjskich.

Tabela 6. Wyniki pomiarów kąta TPA u poszczególnych ras psów.

Podgrupa	Zwierzę	Kąt TPA (°)	Średni kąt TPA (°)
1. Berneński pies pasterski	Pies 1	21,7	22,13
	Pies 2	20,4	
	Pies 3	25,7	
	Pies 4	21,0	
	Pies 5	21,1	
	Pies 6	19,8	
	Pies 7	25,9	
	Pies 8	21,4	

	Pies 9	23,6	
	Pies 10	20,7	
2. Terier rosyjski	Pies 1	19,4	20,86
	Pies 2	24,2	
	Pies 3	23,2	
	Pies 4	17,5	
	Pies 5	19,8	
	Pies 6	20,1	
	Pies 7	22,3	
	Pies 8	19,9	
	Pies 9	22,1	
	Pies 10	20,1	
3. Golden retriever	Pies 1	27,8	25,02
	Pies 2	20,8	
	Pies 3	22,7	
	Pies 4	21,4	
	Pies 5	26,5	
	Pies 6	28,1	
	Pies 7	27,4	
	Pies 8	26,5	
	Pies 9	22,6	
	Pies 10	26,4	
	Pies 1	27,8	25,11
	Pies 2	28,1	

4. West Highland White Terrier	Pies 3	22,8	
	Pies 4	19,8	
	Pies 5	28,4	
	Pies 6	27,3	
	Pies 7	24,3	
	Pies 8	26,2	
	Pies 9	22,3	
	Pies 10	24,1	
5. Owczarek niemiecki	Pies 1	27,5	24,05
	Pies 2	25,1	
	Pies 3	24,3	
	Pies 4	23,5	
	Pies 5	26,2	
	Pies 6	24,3	
	Pies 7	26,3	
	Pies 8	21,2	
	Pies 9	19,7	
	Pies 10	22,4	
6. American Staffordshire Terrier	Pies 1	18,8	22,12
	Pies 2	19,7	
	Pies 3	19,5	
	Pies 4	18,2	
	Pies 5	25,1	
	Pies 6	23,3	

	Pies 7	26,1	
	Pies 8	19,5	
	Pies 9	28,6	
	Pies 10	23,6	

Otrzymane dane poddano kolejno analizie statystycznej (Tabele 7, 8, 9, 10, 11, 12). Dane ze wszystkich podgrup były istotne statystycznie.

Tabela 7. Wyniki analizy statystycznej dla podgrupy 1 (berneńskie psy pasterskie).

Statystyki		
Podgrupa 1- TPA przed zabiegiem		
N	Ważne	10
	Braki danych	0
Średnia		22,1300
Mediana		21,2500
Dominanta		19,80[a]
Odchylenie standardowe		2,17667
Minimum		19,80
Maksimum		25,90
Wartość p		0,05
a. Istnieje wiele wartości modalnych. Podano wartość najmniejszą		

Tabela 8. Wyniki analizy statystycznej dla podgrupy 2 (Terier rosyjski).

Statystyki		
Podgrupa 2- TPA przed zabiegiem		
N	Ważne	10
	Braki danych	0
Średnia		20,8600
Mediana		20,1000
Dominanta		20,10
Odchylenie standardowe		2,02386
Minimum		17,50
Maksimum		24,20
Wartość p		0,05

Tabela 9. Wyniki analizy statystycznej dla podgrupy 3 (Golden retriever).

Statystyki		
Podgrupa 3- TPA przed zabiegiem		
N	Ważne	10
	Braki danych	0
Średnia		25,0200
Mediana		26,4500
Dominanta		26,50
Odchylenie standardowe		2,81496

Minimum	20,80
Maksimum	28,10
Wartość p	0,05

Tabela 10. Wyniki analizy statystycznej dla podgrupy 4 (West Highland White Terrier).

Statystyki		
Podgrupa 4- TPA przed zabiegiem		
N	Ważne	10
	Braki danych	0
Średnia		25,1100
Mediana		25,2500
Dominanta		19,80[a]
Odchylenie standardowe		2,90763
Minimum		19,80
Maksimum		28,40
Wartość p		0,05
a. Istnieje wiele wartości modalnych. Podano wartość najmniejszą		

Tabela 11. Wyniki analizy statystycznej dla podgrupy 5 (Owczarek niemiecki).

Statystyki		
Podgrupa 5- TPA przed zabiegiem		
N	Ważne	10
	Braki danych	0
Średnia		24,05
Mediana		24,3
Dominanta		24,3
Odchylenie standardowe		2,42407
Minimum		19,70
Maksimum		27,50
Wartość p		0,05

Tabela 12. Wyniki analizy statystycznej dla podgrupy 6 (American Staffordshire Terrier).

Statystyki		
Podgrupa 6- TPA przed zabiegiem		
N	Ważne	10
	Braki danych	0
Średnia		22,24
Mediana		21,5
Dominanta		19,5

Odchylenie standardowe	3,59203
Minimum	18,2
Maksimum	28,6
Wartość p	0,05

1.11. Wyniki celu określenia występowania powikłań po TPLO u psów o masie ciała powyżej 30 kg

1.11.1. Wyniki oceny chodu pacjentów po zabiegu TPLO

Wszystkie zwierzęta przed oraz po zabiegu TPLO poddano ocenie chodu. Wyniki umieszczono w formie tabeli (Tabela 13). Przed zabiegiem wszystkie psy wykazywały kulawiznę. Najczęstszym typem kulawizny przed zabiegiem była kulawizna 4. stopnia wg skali Kipfera, co stanowiło 73,3% wszystkich zwierząt biorących udział w badaniu (n= 22). Kulawizna 5. stopnia zanotowana była u 16,7 % psów (n=5), z kolei kulawizną 3. stopnia charakteryzowało się 10% zwierząt (n=3), kulawizna 2 i 1. stopnia nie występowała u żadnego z pacjentów.

W drugim tygodniu po zabiegu 40% zwierząt (n=12) wykazywało kulawiznę 3. stopnia, 40% psów (n=12) charakteryzowało się kulawizną 2. stopnia, zaś kulawizny 4, 5, i 1. stopnia występowały kolejno u 10% (n=3), 3,35% (n=1) oraz 6,7% (n=2) zwierząt.

W ósmym tygodniu kulawizna 2. stopnia występowała u 43,3% pacjentów (n=13), kulawizny 1, 3 i 4. stopnia występowały kolejno u 36,7% (n=11), 13,3% (n=4) oraz 6,7% (n=2) psów.

W dwunastym tygodniu 3,35% zwierząt (n=1) wykazywało kulawiznę 3. stopnia, zaś dwóch pacjentów (n=2) charakteryzowało się kulawizną 2. stopnia, co stanowiło 6,7%

wszystkich zwierząt biorących udział w badaniu. Reszta pacjentów nie wykazywała kulawizny.

W szóstym miesiącu po zabiegu TPLO żaden pacjent nie wykazywał kulawizny.

Tabela 13. Wyniki oceny chodu pacjentów przed oraz po wykonanym zabiegu TPLO. Pogrubioną czcionką zaznaczeni są pacjenci, którzy wykazywali kulawiznę większą bądź równą 12 tygodni.

Zwierzę	Ocena stopnia kulawizny wg skali Kipfera				
	PO	2. tydzień	8. tydzień	12. tydzień	6. miesiąc
Pies 1	4	3	2	1	1
Pies 2	5	4	2	1	1
Pies 3	**4**	**5**	**3**	**2**	**1**
Pies 4	4	3	3	1	1
Pies 5	4	2	1	1	1
Pies 6	4	3	2	1	1
Pies 7	4	3	2	1	1
Pies 8	**5**	**4**	**4**	**2**	**1**
Pies 9	3	1	1	1	1
Pies 10	4	3	2	1	1
Pies 11	4	3	2	1	1
Pies 12	4	2	2	1	1
Pies 13	4	3	3	1	1
Pies 14	5	3	2	1	1
Pies 15	4	2	1	1	1
Pies 16	3	2	1	1	1

Pies 17	4	2	1	1	1
Pies 18	4	2	2	1	1
Pies 19	4	2	1	1	1
Pies 20	4	3	2	1	1
Pies 21	5	3	1	1	1
Pies 22	4	1	1	1	1
Pies 23	4	2	2	1	1
Pies 24	**5**	**4**	**4**	**3**	**1**
Pies 25	3	2	1	1	1
Pies 26	4	2	1	1	1
Pies 27	4	2	2	1	1
Pies 28	4	3	2	1	1
Pies 29	4	3	3	1	1
Pies 30	4	2	1	1	1

1.11.2. Powikłania u zwierząt poddanych zabiegowi TPLO

Wszystkie zwierzęta poddawane były regularnym kontrolom. W czasie rekonwalescencji zanotowano pięć rodzajów poważnych powikłań, trzy rodzaje mniej istotnych komplikacji, natomiast katastroficzne powikłania nie wystąpiły u żadnego ze zwierząt (Tabela 14). Ogólny odsetek powikłań wynosił 36,7%, z czego poważne komplikacje stanowiły 23,3%, a mniej istotne powikłania dotyczyły 13,3% pacjentów.

Tabela 14. Powikłania, które wystąpiły u zwierząt po zabiegu TPLO.

	Rodzaj powikłania	Liczba zwierząt	Pacjent
Poważne powikłania	zbyt mała kompresja odłamów kostnych z następową lizą kości	1	Pies 24
	infekcja trudno leczona antybiotykami	1	Pies 8
	migracja wkrętu	1	Pies 3
	kulawizna występująca powyżej 12 tygodni	3	Pies 3 Pies 8 Pies 24
	złamanie awulsyjne guzowatości kości piszczelowej	1	Pies 2
Mniej istotne powikłania	obrzęk rany pooperacyjnej	1	Pies 20
	infekcja pooperacyjna łatwo leczona antybiotykami	2	Pies 1 Pies 25
	rozejście się rany chirurgicznej	1	Pies 13

Zbyt mała kompresja odłamów kostnych po osteotomii wykonanej podczas zabiegu TPLO wystąpiła u jednego psa (Pies 24), co stanowiło 3,35% wszystkich zwierząt biorących udział w badaniu. Pacjent zgłosił się w 4 tygodniu po wykonanej procedurze z powodu chronicznej kulawizny 4. stopnia na operowaną kończynę miedniczną. Po wykonaniu przyśrodkowo-bocznego radiogramu chorej kończyny, zauważono zbyt małą kompresję odłamów kostnych z następową lizą kości (Rycina 6). Podjęto decyzję o reoperacji i umieszczeniu gwoździ Kirschnera przechodzących przez guzowatość kości piszczelowej w celu stabilizacji odłamów. Po zabiegu kulawizna

operowanej kończyny ulegała regresji, lecz rekonwalescencja u tego pacjenta była dłuższa w porównaniu do innych psów biorących udział w badaniu. Zwierzę w dwunastym tygodniu po zabiegu wykazywało kulawiznę 3. stopnia na operowaną kończynę miedniczną.



Rycina 6. Radiogram przyśrodkowo-boczny kończyny miednicznej po wykonanym zabiegu TPLO. Widoczna linia zmniejszonego wysycenia cienia w linii osteotomii z lizą dalszego doogonowego fragmentu kości piszczelowej. Liza powstała na skutek nadmiernej ruchomości fragmentów kostnych po osteotomii.

Infekcja trudno leczona antybiotykami po zabiegu TPLO wystąpiła u jednego psa (Pies 8), co stanowiło 3,35% wszystkich zwierząt biorących udział w badaniu. Do kliniki pacjent zgłosił się po 2 tygodniach po wykonanej procedurze w celu usunięcia szwów. Z wywiadu wynikało, że właściciel nie zastosował się do zaleceń pooperacyjnych, a zwierzę nie miało ograniczenia ruchu oraz nie nosił kołnierza ochronnego. Szwy usunięto, a rana była częściowo niezagojona z obecnym wypływem (Rycina 7). Z rany pooperacyjnej został pobrany wymaz w celu badania mikrobiologicznego oraz wykonano kontrolny radiogram (Rycina 8). Radiogram przedstawiał lizę kości piszczelowej w doogonowej części na skutek zaistniałej infekcji. Do czasu uzyskania wyników z badania mikrobiologicznego z antybiogramem zwierzęciu zaordynowano klindamycynę w dawce 11mg/kg masy ciała raz dziennie.

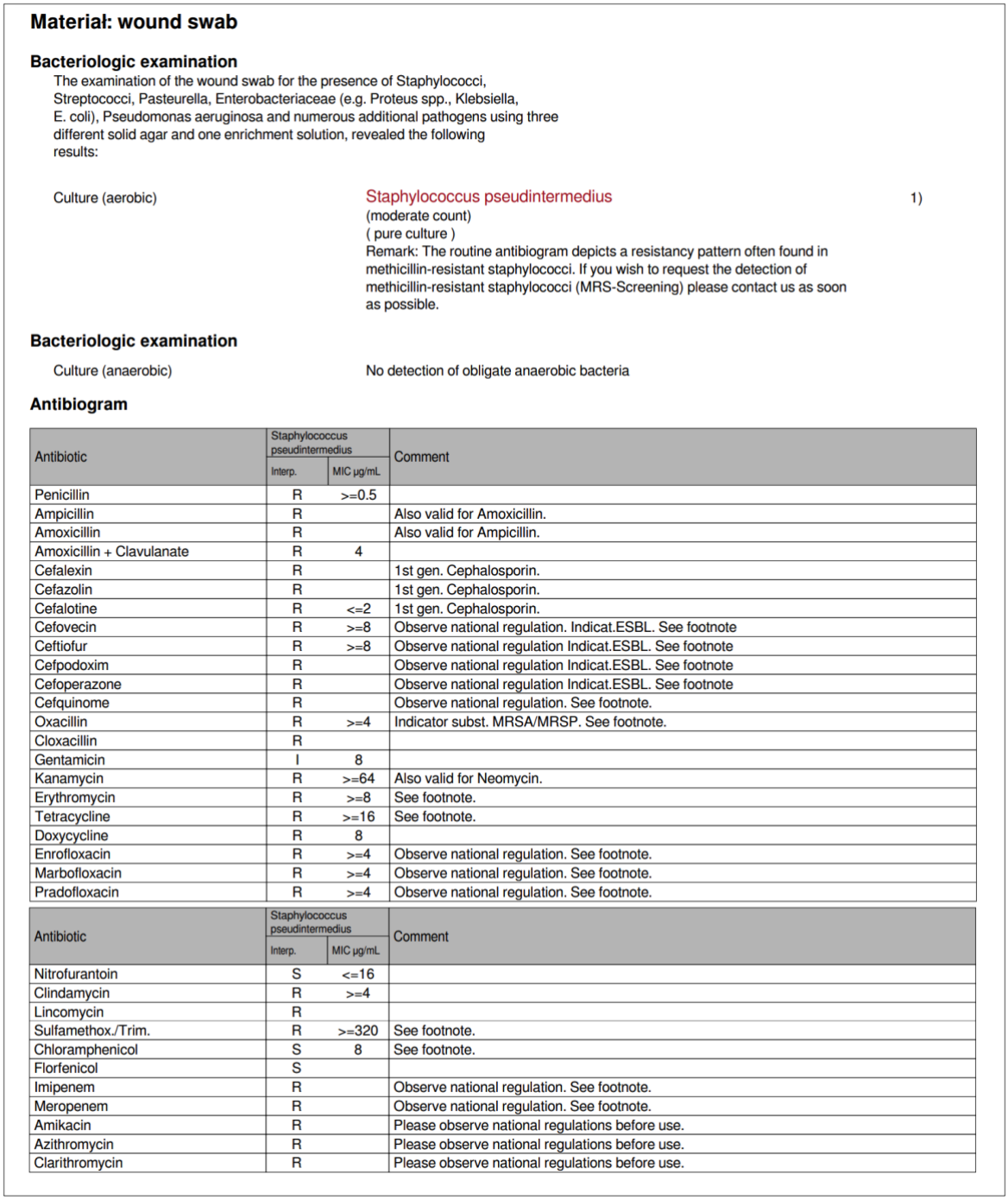
Po uzyskaniu wyników badania mikrobiologicznego zmieniono antybiotyk na gentamycynę w dawce 8 mg/kg masy ciała (Rycina 9). Terapia trwała 7 dni, po czym wykonano ponowne badanie mikrobiologiczne, które dało negatywny wynik obecności drobnoustrojów. Z uwagi na duże ryzyko występowania skutków ubocznych przy stosowaniu tego antybiotyku w zwiększonej dawce, pacjenta stale kontrolowano, a po zakończonym leczeniu wykonano kontrolne badania krwi w celu sprawdzenia funkcji nerek. Po zakończonej antybiotykoterapii kulawizna przy kolejnych badaniach ortopedycznych malała, lecz zaistniała infekcja wydłużyła okres rekonwalescencji. Zwierzę w dwunastym tygodniu po zabiegu wykazywało kulawiznę 2. stopnia na operowaną kończynę miedniczną.



Rycina 7. Zainfekowana rana pacjenta 2 tygodnie po wykonanym zabiegu TPLO. Widoczny ropno-krwisty wypływ z rany.



Rycina 8. Radiogram przyśrodkowo-boczny kończyny miednicznej 2 tygodnie? po wykonanym zabiegu TPLO. Widoczne zmniejszone wysycenie cienia dystalnego fragmentu poddanego osteotomii w doogonowej części kości piszczelowej.



Materiał: wound swab

Bacteriologic examination

The examination of the wound swab for the presence of Staphylococci, Streptococci, Pasteurella, Enterobacteriaceae (e.g. Proteus spp., Klebsiella, E. coli), Pseudomonas aeruginosa and numerous additional pathogens using three different solid agar and one enrichment solution, revealed the following results:

Culture (aerobic): Staphylococcus pseudintermedius 1)
(moderate count)
(pure culture)
Remark: The routine antibiogram depicts a resistancy pattern often found in methicillin-resistant staphylococci. If you wish to request the detection of methicillin-resistant staphylococci (MRS-Screening) please contact us as soon as possible.

Bacteriologic examination

Culture (anaerobic): No detection of obligate anaerobic bacteria

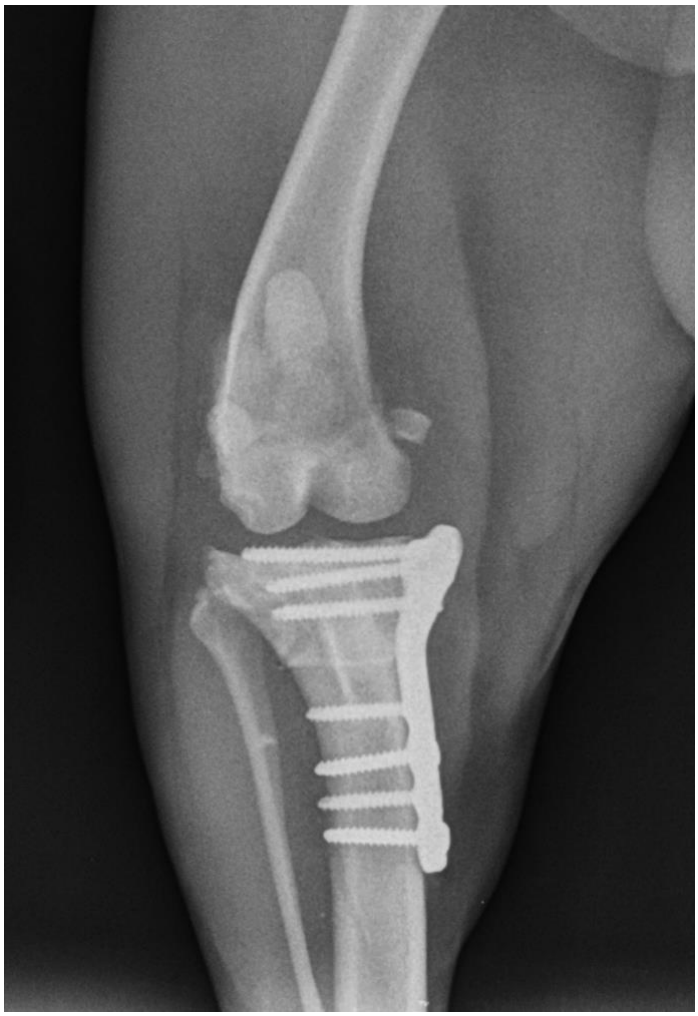
Antibiogram

Antibiotic	Staphylococcus pseudintermedius		Comment
	Interp.	MIC µg/mL	
Penicillin	R	>=0.5	
Ampicillin	R		Also valid for Amoxicillin.
Amoxicillin	R		Also valid for Ampicillin.
Amoxicillin + Clavulanate	R	4	
Cefalexin	R		1st gen. Cephalosporin.
Cefazolin	R		1st gen. Cephalosporin.
Cefalotine	R	<=2	1st gen. Cephalosporin.
Cefovecin	R	>=8	Observe national regulation. Indicat.ESBL. See footnote
Ceftiofur	R	>=8	Observe national regulation Indicat.ESBL. See footnote
Cefpodoxim	R		Observe national regulation Indicat.ESBL. See footnote
Cefoperazone	R		Observe national regulation Indicat.ESBL. See footnote
Cefquinome	R		Observe national regulation. See footnote.
Oxacillin	R	>=4	Indicator subst. MRSA/MRSP. See footnote.
Cloxacillin	R		
Gentamicin	I	8	
Kanamycin	R	>=64	Also valid for Neomycin.
Erythromycin	R	>=8	See footnote.
Tetracycline	R	>=16	See footnote.
Doxycycline	R	8	
Enrofloxacin	R	>=4	Observe national regulation. See footnote.
Marbofloxacin	R	>=4	Observe national regulation. See footnote.
Pradofloxacin	R	>=4	Observe national regulation. See footnote.

Antibiotic	Staphylococcus pseudintermedius		Comment
	Interp.	MIC µg/mL	
Nitrofurantoin	S	<=16	
Clindamycin	R	>=4	
Lincomycin	R		
Sulfamethox./Trim.	R	>=320	See footnote.
Chloramphenicol	S	8	See footnote.
Florfenicol	S		
Imipenem	R		Observe national regulation. See footnote.
Meropenem	R		Observe national regulation. See footnote.
Amikacin	R		Please observe national regulations before use.
Azithromycin	R		Please observe national regulations before use.
Clarithromycin	R		Please observe national regulations before use.

Rycina 9. Zrzut ekranu. Wynik badania mikrobiologicznego z antybiogramem pacjenta po TPLO (wymaz pobrany z rany).

Migracja wkrętu wystąpiła u jednego psa (Pies 3), co stanowiło 3,35% wszystkich zwierząt biorących udział w badaniu. Pacjent zgłosił się do kliniki po 2 tygodniach od wykonanej procedur. Podczas badania ortopedycznego zauważono pogorszenie chodu w stosunku do stanu przed zabiegiem, a stopień kulawizny oceniono na 5 w skali pięciostopniowej. Radiogram przednio-tylny operowanej kończyny ukazał migrację wkrętu do przestrzeni stawowej (Rycina 10). Było to wskazaniem do reoperacji i usunięcia wkrętu, który uległ przemieszczeniu. Po wykonanej procedurze kulawizna ulegała regresji i w dwunastym tygodniu po zabiegu TPLO pacjent wykazywał kulawiznę 2. stopnia.



Rycina 10. Radiogram przednio-tylny kończyny 2 tygodnie po wykonanym zabiegu TPLO. Widoczna migracja wkrętu do przestrzeni stawowej.

Kulawizna dłuższa niż dwanaście tygodni obecna u pacjentów po wykonanym zabiegu TPLO występowała u trzech pacjentów (Pies 3, Pies 8, Pies 24), co stanowiło 10% wszystkich zwierząt biorących udział w badaniu. Byli to pacjenci, u których wystąpiło inne powikłanie.

Złamanie awulsyjne guzowatości kości piszczelowej wystąpiło u jednego pacjenta (Pies 2), co stanowiło 3,35% wszystkich zwierząt biorących udział w badaniu. Mimo, że podczas kontroli w drugim tygodniu po zabiegu ocena chodu była lepsza o jeden stopień w porównaniu do oceny chodu przed zabiegiem, radiogram przyśrodkowo-boczny operowanej kończyny wykazał przemieszczenie się guzowatości kości piszczelowej w stronę doczaszkowo-górną. Podjęto decyzję o reoperacji w celu stabilizacji złamania. W tym celu użyto dwóch gwoździ Kirschnera i popręgu Webera (Rycina 11). Podczas kolejnych wizyt kontrolnych stopień kulawizny ulegał regresji.

Obrzęk rany pooperacyjnej wystąpił u jednego pacjenta (Pies 20), co stanowiło 3,35% wszystkich zwierząt biorących udział w badaniu. Właściciel zgłosił się z psem do kliniki zaniepokojony objawami zwierzęcia dzień po zabiegu. Jako metodę leczenia zalecono okłady chłodzące oraz założono miękki, usztywniający opatrunek. Po dwóch dniach terapii objawy ustąpiły. Wystąpienie obrzęku nie wpływało na ocenę kulawizny.

Infekcja rany pooperacyjnej łatwo leczona antybiotykami wystąpiła u dwóch psów (Pies 1, Pies 25), co stanowiło 6,7% wszystkich zwierząt biorących udział w badaniu. Z wywiadu wynikało, że właściciele nieregularnie podawali preparat z antybiotykiem po zabiegu, co spowodowało infekcję. Wydłużenie antybiotyku o kolejne pięć dni spowodowało wyleczenie infekcji. Wystąpienie infekcji nie wpływało na ocenę kulawizny.

Rozejście się rany chirurgicznej wystąpiło u jednego pacjenta (Pies 13), co stanowiło 3,35% wszystkich zwierząt biorących udział w badaniu. Powikłanie wystąpiło z uwagi

na brak noszenia kołnierza ochronnego przez zwierzę. Rozejście się rany chirurgicznej wystąpiło sześć dni po zabiegu. Postanowiono leczyć ranę na otwarto z użyciem żeli przyspieszających ziarninowanie i opatrunków z jonami srebra. Rana zagoiła się cztery tygodnie po wykonanej procedurze. Wystąpienie powikłania nie miało wpływu na ocenę kulawizny.



Rycina 11. A. Radiogram przyśrodkowo-boczny pokazujący złamanie awulsyjne guzowatości kości piszczelowej po zabiegu TPLO. B. Radiogram przyśrodkowo-boczny po zabiegu osteosyntezy złamania awulsyjnego guzowatości kości piszczelowej. Do stabilizacji guzowatości użyto 2 gwozdzi Kirschnera 1,4mm oraz popręgu Webbera.

1.12. Wyniki celu oceny stopnia zrostu kości piszczelowej po wykonanym zabiegu TPLO u psów o masie ciała powyżej 30 kg

Radiogramy, które były wykonywane podczas każdej kontroli pacjenta po zabiegu TPLO zostały ocenione przez trzech niezależnych lekarzy weterynarii. Wyniki oceny każdego z lekarzy uśredniono i przedstawiono w formie tabeli (Tabela 15).

W drugim tygodniu od zabiegu TPLO nie występowały cechy zrostu u żadnego z pacjentów. W ósmym tygodniu po wykonanej procedurze średnia ocen zrostu u wszystkich zwierząt wynosiła 5,2, a w dwunastym tygodniu 7,4. W szóstym miesiącu po zabiegu większość kości piszczelowych uległo pełnemu zrostowi, a średnia z ocen zrostu kości piszczelowej po zabiegu TPLO wynosiła 9,6 w tym okresie.

Radiologicznie najsłabsze cechy zrostu zauważone były w radiogramach pochodzących od trzech pacjentów (Pies 3, Pies 8 i Pies 24). U tych zwierząt opóźnione gojenie było powiązane z występowaniem poważnych komplikacji. Najgorszy zrost zanotowany był u zwierzęcia, u którego doszło do zbyt małej kompresji odłamów kostnych z wtórną lizą po wykonanym zabiegu TPLO.

Tabela 15. Tabela przedstawiająca wyniki oceny zrostu kości piszczelowej. Pogrubioną czcionką zaznaczone są zwierzęta, u których zrost był opóźniony w porównaniu do reszty psów.

Zwierzę	Ocena stopnia zrostu kości piszczelowej po TPLO- uśredniony wynik z oceny trzech niezależnych lekarzy weterynarii			
	2. tydzień	8. tydzień	12. tydzień	6. miesiąc
Pies 1	0	6	7	10
Pies 2	0	4	6	10

Pies 3	**0**	**3**	**5**	**8**
Pies 4	0	6	8	10
Pies 5	0	5	7	10
Pies 6	0	5	8	10
Pies 7	0	7	9	10
Pies 8	**0**	**0**	**3**	**6**
Pies 9	0	5	7	10
Pies 10	0	6	8	10
Pies 11	0	5	7	10
Pies 12	0	6	8	10
Pies 13	0	6	8	9
Pies 14	0	6	8	10
Pies 15	0	5	8	10
Pies 16	0	6	9	10
Pies 17	0	5	8	10
Pies 18	0	6	7	10
Pies 19	0	4	8	9
Pies 20	0	5	8	10
Pies 21	0	6	8	10
Pies 22	0	5	7	10
Pies 23	0	6	8	10
Pies 24	**0**	**0**	**3**	**5**
Pies 25	0	7	8	10
Pies 26	0	8	9	10

Pies 27	0	6	7	10
Pies 28	0	5	8	10
Pies 29	0	6	8	10
Pies 30	0	6	8	10
średnia	0	5,2	7,4	9,6

1.13. Wyniki celu określenia czy i w jakim stopniu zmienia się kąt pochylenia wyniosłości międzykłykciowej (TPA) po zabiegu TPLO wraz z upływem czasu

Zabieg TPLO przeprowadzono na 60 psach o masie ciała od 7kg do 59kg w wieku od 2 do 8 lat, u których zdiagnozowano zerwanie CCL. Podczas realizacji tego celu badawczego oceniono radiogramy przyśrodkowo-boczne stawów kolanowych po wykonanym zabiegu TPLO u wszystkich pacjentów podczas wizyt kontrolnych w ósmym tygodniu, w szóstym oraz dwunastym miesiącu po wykonanej procedurze. Następnie radiogramy zostały użyte do pomiarów kąta TPA w programie vPOP-pro, a kolejno obliczono różnicę między kątem TPA końcowym a początkowym u każdego z pacjentów. Otrzymane dane umieszczono w tabeli (Tabela 16).

Tabela 16. Pomiary kąta TPA po zabiegu TPLO.

	TPA (°)				
	po zabiegu	**8 tyg. po zabiegu**	**6 miesięcy po zabiegu**	**1 rok po zabiegu**	**różnica między TPA końcowym a początkowym**
Pies 1	5,4	6,9	8,9	10,1	4,7
Pies 2	5	5,9	9,2	11,3	6,3
Pies 3	7,1	8,9	10,3	10,3	3,2
Pies 4	3,7	5	6,4	8,1	4,4
Pies 5	5,4	6,7	8,6	9,8	4,4
Pies 6	9,8	10,9	11,8	12	2,2
Pies 7	9,2	10,4	11,3	11,4	2,2
Pies 8	4,5	5,5	6,4	7,8	3,3
Pies 9	1	2,4	2,4	2,5	1,5
Pies 10	5,2	5,9	6,2	6,7	1,5
Pies 11	3	3,8	4,1	4,2	1,2
Pies 12	6,1	7,6	9,3	9,9	3,8
Pies 13	3,9	4,9	5,8	8,1	4,2
Pies 14	2,1	3,5	3,8	4,3	2,2
Pies 15	5,1	6,3	8,1	9,8	4,7
Pies 16	6,4	7,1	9,1	10,4	4
Pies 17	3,9	5,4	6,9	7,2	3,3
Pies 18	4,9	5,2	5,2	5,2	0,3
Pies 19	5,3	6,8	8,4	10	4,7

Pies 20	4,7	6,8	7,6	9,7	5
Pies 21	5,1	7,2	8,1	10,2	5,1
Pies 22	6,1	8,3	9,12	11,2	5,1
Pies 23	9,1	11,2	11,5	13,3	4,2
Pies 24	3,4	4,5	6,7	8,1	4,7
Pies 25	4,8	6,2	7,5	9,8	5
Pies 26	5,5	7,1	8,2	10,3	4,8
Pies 27	5,9	7,4	8,9	11	5,1
Pies 28	3,1	3,5	4,2	4,3	1,2
Pies 29	4,3	6,1	8,3	10,1	5,8
Pies 30	5,1	6,2	8,7	9,8	4,7
Pies 31	4,6	6,8	9,1	10,2	5,6
Pies 32	3,9	4,5	5,2	8,9	5
Pies 33	4,3	5,2	7,1	9,1	4,8
Pies 34	6,9	7,3	8,9	11,3	4,4
Pies 35	3,5	4,1	5,6	8,2	4,7
Pies 36	5,2	6,2	7,5	9,9	4,7
Pies 37	5,3	5,9	6,5	9,1	3,8
Pies 38	6,1	6,3	7,5	10,1	4
Pies 39	4,8	5,3	6,2	9,2	4,4
Pies 40	3,1	3,9	4,8	6,3	3,2
Pies 41	2,9	3,1	4,2	4,4	1,5
Pies 42	7,2	9,2	11,3	12,5	5,3
Pies 43	4,5	5,4	6,9	9,2	4,7

Pies 44	4,7	5,9	7,1	9,4	4,7
Pies 45	5,8	7,4	9,8	11,1	5,3
Pies 46	3,9	4,2	6,5	8,3	4,4
Pies 47	4,1	4,9	5,6	7,3	3,2
Pies 48	4,6	6,7	7,9	9,3	4,7
Pies 49	6,2	7,3	8,4	10,9	4,7
Pies 50	4,6	6,2	7,3	9,4	4,8
Pies 51	3,9	4,8	5,6	6,7	2,8
Pies 52	5,4	6,9	7,8	9,6	4,2
Pies 53	5,7	7	8,5	10,1	4,4
Pies 54	5,1	6,3	7,4	9,5	4,4
Pies 55	4,3	5,2	7,6	9	4,7
Pies 56	6,1	7,3	9,5	10,9	4,8
Pies 57	3,8	4,6	5,9	8	4,2
Pies 58	5,3	6,9	7,8	10	4,7
Pies 59	4,8	5,7	7,1	8,6	3,8
Pies 60	4,2	5,3	6,5	8,2	4
Średnia	4,98	6,15	7,47	9,02	

Otrzymane dane poddano analizie statystycznej w programie Statistica (data analysis software system), wersja 13. Dane wykazały, że średni kąt TPA pooperacyjny wyniósł 4,98 stopnia, a podczas kolejnych wizyt kontrolnych w ósmym tygodniu oraz w szóstym i dwunastym miesiącu po zabiegu wyniósł odpowiednio 6,15, 7,47 oraz 9,02 stopnia. Średnia różnica między kątem TPA końcowym a początkowym wyniosła 4,045

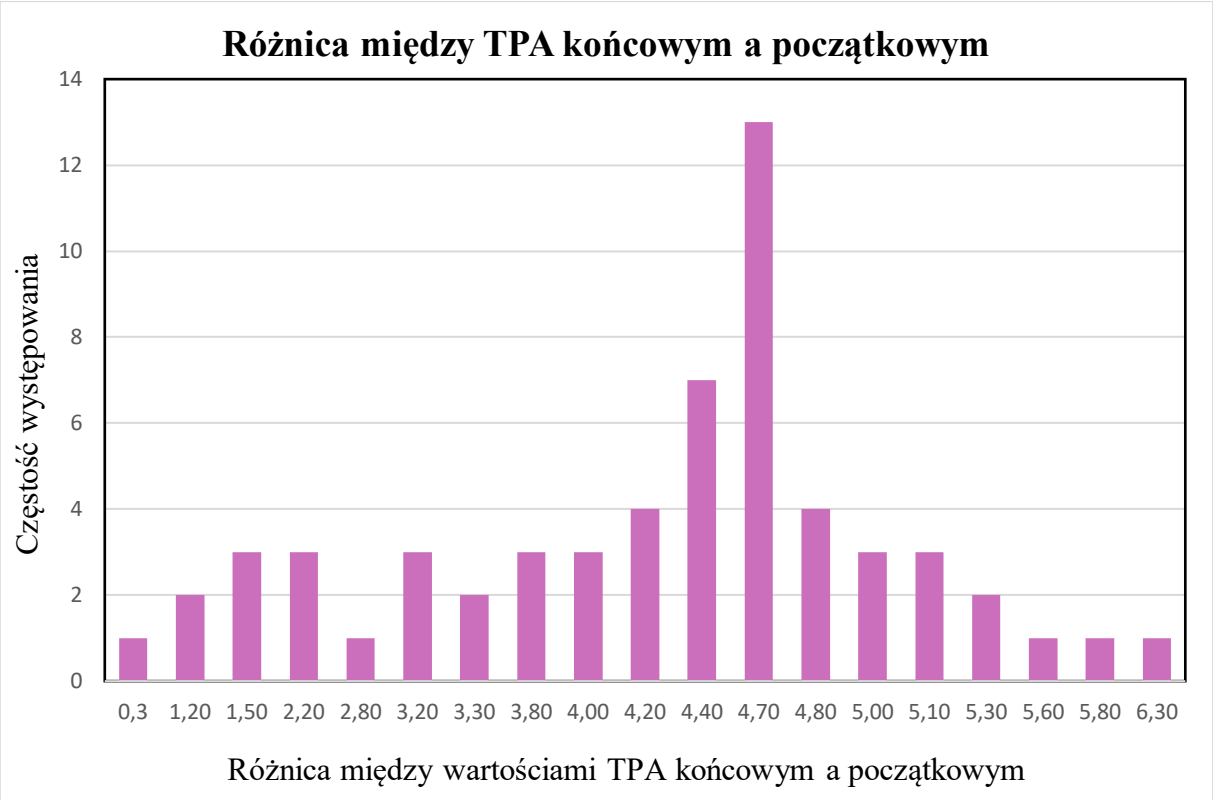
stopnia (mediana 4,4 stopnia; zakres od 0,3 do 6,3 stopnia) (Tabela 17). Różnica ta była istotna statystycznie (p=0,05).

Tabela 17. Analiza statystyczna otrzymanych wyników badań określenia zmiany kąta TPA po zabiegu TPLO wraz z upływem czasu.

Statystyki		
Różnica między TPA końcowym a początkowym		
N	Ważne	60
	Braki danych	0
Średnia		4,0450
Mediana		4,4000
Dominanta		4,70
Odchylenie standardowe		1,25879
Minimum		0,30
Maksimum		6,30
Wartość p		0,05
TPA po zabiegu		
Średnia		4,98
Odchylenie standardowe		1,53970
Wartość p		0,05
TPA 8 tygodni po zabiegu		
Średnia		6,15
Odchylenie standardowe		1,748352
Wartość p		0,05

TPA 6 miesięcy po zabiegu	
Średnia	7,47
Odchylenie standardowe	1,955343
Wartość p	0,05
TPA rok po zabiegu	
Średnia	9,02
Odchylenie standardowe	2,152009
Wartość p	0,05

U każdego z pacjentów wystąpił wzrost kąta TPA w przeciągu roku od zabiegu TPLO. Nie zanotowano spadku kąta TPA u żadnego z pacjentów. Zaobserwowano dominantę wyników wynoszącą 4,7 stopnia, która występowała u 21,7% pacjentów (Wykres 1, Tabela 18).



Wykres 1. Wykres przedstawiający zależność między różnicą kąta TPA początkowym a końcowym oraz częstotliwością występowania danej wartości u wszystkich pacjentów, u których przeprowadzono zabieg TPLO.

Tabela 18. Tabela przedstawiająca analizę statystyczną otrzymanych wyników różnic między TPA końcowym a początkowym po zabiegu TPLO.

Różnica między TPA końcowym a początkowym					
		Częstość	Procent	Procent ważnych	Procent skumulowany
Ważne	0,3	1	1,7	1,7	1,7
	1,20	2	3,3	3,3	5,0
	1,50	3	5,0	5,0	10,0

	2,20	3	5,0	5,0	15,0
	2,80	1	1,7	1,7	16,7
	3,20	3	5,0	5,0	21,7
	3,30	2	3,3	3,3	25,0
	3,80	3	5,0	5,0	30,0
	4,00	3	5,0	5,0	35,0
	4,20	**4**	**6,7**	**6,7**	**41,7**
	4,40	**7**	**11,7**	**11,7**	**53,3**
	4,70	**13**	**21,7**	**21,7**	**75,0**
	4,80	**4**	**6,7**	**6,7**	**81,7**
	5,00	3	5,0	5,0	86,7
	5,10	3	5,0	5,0	91,7
	5,30	2	3,3	3,3	95,0
	5,60	1	1,7	1,7	96,7
	5,80	1	1,7	1,7	98,3
	6,30	1	1,7	1,7	100,0
	Ogółem	60	100,0	100,0	

Dyskusja

1.14. Określenie kąta pochylenia wyniosłości międzykłykciowej (TPA) u wybranych ras psów, u których wystąpiło zerwanie więzadła krzyżowego doczaszkowego

Zerwanie więzadła krzyżowego doczaszkowego u psów jest chorobą o podłożu wieloczynnikowym (Muir 2018). Slocum i Devine zauważyli korelację między uszkodzeniem CrCL a kątem TPA u psów. Badacze stwierdzili, że wzrost kąta TPA predysponuje do zerwania więzadła krzyżowego doczaszkowego u psów, ponieważ przy tak stromym położeniu plateau kości piszczelowej więzadło krzyżowe doczaszkowe przyjmuje więcej obciążeń (Slocum 1983).

Początkowo sugerowano, że TPA równy lub większy 22,6° uznawany jest za nieprawidłowy i wskazuje na tendencję do uszkodzenia CrCL (Slocum 1983, Duerr 2007). Inne badanie wykazało, że u labradorów retriver'ów, które nie mają klinicznych objawów zerwanego CrCL średni kąt TPA wynosi 27,97°, podczas gdy przedstawiciele tej rasy ze zdiagnozowanym uszkodzeniem CrCL mają średni kąt TPA wynoszący 25,55°, co zaprzecza wyżej wspomnianej tezie (Wilke 2002). Natomiast we wcześniejszym doświadczeniu stwierdzono, że kąt TPA u psów z niewydolnością więzadła krzyżowego doczaszkowego wyniósł średnio 23,76°, natomiast u psów zdrowych klinicznie sięga 18,1° (Morris 2001). Większość badań oceniających średni kąt TPA u psów z zerwanym więzadłem krzyżowym obejmowała małe grupy badawcze od 2 do 275 kolan. Dodatkowo w tych badaniach rzadko powstawały podgrupy z podziałem na rasy psów, a zamiast tego określano średnią ze wszystkich pomiarów (Slocum 1983, Duerr 2007, Aulakh 2011, Aertsens 2015).

Jednym z czynników, który może się przyczynić do zwiększonego kąta TPA u psów, a tym samym do predyspozycji osobniczej do zerwania CrCL jest wczesna gonadektomia. W badaniu przeprowadzonym w 2007 porównano psy z kątem TPA większym niż 35° z psami z kątem TPA mniejszym lub równym 30°. U wszystkich pacjentów zdiagnozowano zerwanie CrCL i zauważono, że psy z nadmiernym kątem TPA w obu kończynach miednicznych były wykastrowane lub wysterylizowane przed 6 miesiącem życia. U tych pacjentów ryzyko uszkodzenia więzadła krzyżowego doczaszkowego było 13,6 razy większe w porównaniu do zwierząt z gonadami (Duerr 2007). Również teorię wpływu wczesnej kastracji potwierdziło badanie przeprowadzone w 2020 roku, w którym stwierdzono, że u zwierząt, u których wykonano gonadektomię przed osiągnięciem dojrzałości płciowej oraz przed zamknięciem się chrząstek wzrostu występuje zwiększenie kąta TPA (Fox 2020).

1.15. Określenie występowania powikłań po zabiegu osteotomii wyrównującej poziom plateau kości piszczelowej (TPLO) u psów o masie ciała powyżej 30 kg

Według współczesnej literatury ogólny odsetek powikłań pooperacyjnych po zabiegu TPLO waha się od 7,2% do 28% (Pacchiana 2003, Priddy 2003, Stauffer 2006, Fitzpatrick 2010, Gatineau 2011, Oxley 2013, Coletti 2014). W niniejszym badaniu odnotowano 36,7% komplikacji wśród wszystkich pacjentów. Czynnikami predysponującymi do zwiększonej częstotliwości występowania powikłań po TPLO należą kąt TPA > 30°, obustronne zerwanie więzadła krzyżowego doczaszkowego oraz zwiększona masa ciała pacjenta (Priddy 2003, Coletti 2014). Znaczny udział powikłań w niniejszym badaniu może być związany z doborem grupy badawczej, ponieważ zabiegi

TPLO zostały wykonane u osobników dużych ras, których masa ciała wynosiła więcej niż 30 kg. Warto jednak zauważyć, że duży odsetek powikłań można wyleczyć bez interwencji chirurgicznej, są to mniej istotne powikłania, które pojawiły się u 13,3% wszystkich pacjentów biorących udział w badaniu.

Ogólny wskaźnik infekcji po zabiegu TPLO wyniósł 6,7%, z czego 3,35% stanowił pacjent, u którego infekcja została zakwalifikowana do poważnych komplikacji z uwagi na utrudniony charakter leczenia. W innych doniesieniach naukowych zgłaszana częstotliwość występowania zakażeń pooperacyjnych po wykonanej procedurze waha się od 2,9% do 17,3% (Bergh 2012, Gallagher 2012, Nazarali 2015, Spencer 2018, Hagen 2020, Husi 2023). W publikacjach oraz w powyższym badaniu procentowy udział infekcji bakteryjnych jest wyższy niż się zakłada podczas sterylnie wykonanych procedur ortopedycznych (Muir 2018). Wielu autorów sugeruje występowanie licznych czynników predysponujących do wystąpienia infekcji pooperacyjnej po zabiegu TPLO. Są to zwiększona masa ciała, predyspozycje rasowe owczarków niemieckich, stosowanie implantów nieblokowanych, ale przede wszystkim wydłużony czas wykonywanej procedury (Lopez 2018, Husi 2023). W powyższym badaniu czynnikiem decydującym o wystąpieniu powikłania mogła być masa ciała pacjentów przekraczająca 30 kg.

Pojawienie się bakterii wielolekoopornych (MDR) stanowi wyzwanie terapeutyczne zarówno w medycynie ludzkiej jak i weterynaryjnej (Lloyd 2012, Paterson 2014). Literatura podaje, że częstość występowania wielolekoopornych izolatów *Staphylococcus aureus* oraz *Staphylococcus pseudintermidius* wśród psów z zakażeniami pooperacyjnymi po TPLO wynosi 20-40% (Weese 2010, Savicky 2013, Nicoll 2014, Nazarali 2015). W przypadku pacjentów cierpiących na infekcję z udziałem tych drobnoustrojów zaleca się długoterminową terapię antybiotykową, chirurgiczne opracowanie rany i jeżeli to możliwe, usunięcie implantów chirurgicznych (Liu 2011). W

medycynie weterynaryjnej wybór środków przeciwdrobnoustrojowych jest ograniczony z uwagi na współczesny problem z lekoopornością bakterii w medycynie ludzkiej (Perreten 2010). Ponadto wiele spośród bakterii MDR, szczególnie *Staphylococcus spp.*, tworzą biofilm utrudniający odpowiedź immunologiczną gospodarza i penetrowanie antybiotyków do miejsca infekcji (Otto 2008). Z tego powodu często uważa się, że usunięcie implantów ortopedycznych jest konieczne w celu wyleczenia powikłania, lecz w przypadku TPLO jest to możliwe tylko wtedy, gdy dojdzie do zrostu kostnego (Husi 2023). W niniejszym badaniu odsetek zakażeń bakteriami wielolekoopornymi wyniósł 3,35% i jest odmienne od wyników innych autorów (Frey 2010, McDougall 2021). Może to być spowodowane mało liczną grupą badawczą w porównaniu do wcześniejszych doniesień, ale również rodzajem stosowanych implantów. W Katedrze Chirurgii i Rentgenologii z Kliniką Wydziału Medycyny Weterynaryjnej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie stosowane są jedynie blokowane płyty do TPLO. Badania kliniczne sugerują ochronne działanie przeciw infekcjom implantów wykorzystujących technologię blokowania wkrętów (Moriarty 2010, Tuan 2019). Uważa się, że płyty blokowane zmniejszają częstość infekcji poprzez ograniczenie dopływu krwi do okostnej, zapewnienie większej stabilności początkowej odłamów kostnych oraz przez mniejszą konieczność preparacji tkanek miękkich przy ich mocowaniu (Eijer 2001, Conkling 2010). Najczęściej występującym patogenem MDR po zabiegu TPLO jest *Staphylococcus pseudointermidius* (Husi 2023), co potwierdza powyższe doświadczenie. W badaniu jednak nie potwierdzono zależności rasowej do częstotliwości występowania zakażeń, ponieważ wszystkie zwierzęta, u których wystąpiła infekcja były mieszańcami, zaś u owczarków niemieckich gojenie rany przebiegało prawidłowo.

Według dotychczasowej literatury komplikacje związane z implantami stanowią mniej niż 10% wszystkich zabiegów TPLO (Gatineau 2011, Bergh 2012). W powyższym

badaniu migracja wkrętu do przestrzeni stawowej wystąpiła u jednego pacjenta, co stanowi 3,35% wszystkich psów biorących udział w badaniu. Otrzymany wynik wpisuje się we wcześniej opisane normy. U jednego z autorów komplikacje związane z implantami po zabiegu TPLO stanowiły 25,6%, lecz może to być związane z grupą badawczą, ponieważ badanie obejmowało psy o masie ciała powyżej 50 kg (Hans 2017). Oprócz migracji wkrętu, do komplikacji związanych z implantami po zabiegu TPLO zalicza się złamanie płyty, umieszczenie wkrętów w przestrzeni stawowej, wyrwanie wkrętów, złamanie wkrętów oraz przemieszczenie płyty (Bergh 2012, Muir 2018). Dostawowa migracja wkrętu może powodować znaczne uszkodzenie chrząstki stawowej lub okresową kulawiznę, szczególnie, jeżeli nie dojdzie do usunięcia przemieszczonego implantu (Priddy 2003, Pacchiana 2003). Czynnikami predysponującymi do wystąpienia tego powikłania mogą być kształt płyty blokowanej, zbyt bliskie umieszczenie górnego wkrętu, zbyt wysokie ułożenie płyty na kości piszczelowej, użycie ostrza do TPLO o zbyt małej średnicy oraz nieograniczony ruch zwierzęcia po wykonanej procedurze (Bergh 2012, Hans 2017, Muir 2018). Migracja wkrętu może być związana również z efektem piły. Gwintowany implant, jakim jest śruba, podczas niestabilności między fragmentami kości piszczelowej po osteotomii, działa jak piła na kość przez co może się przemieścić (Muir 2018). Migracja wkrętu do przestrzeni stawowej w przypadku opisanym powyżej spowodowana była zbyt bliskim umieszczeniem wkrętu w bliższej nasadzie kości piszczelowej oraz brakiem ograniczenia ruchu zwierzęcia po wykonanym zabiegu TPLO. Komplikacja została szybko zauważona i wyleczona przez lekarza prowadzącego, dzięki czemu nie doszło do zmian degeneracyjnych w stawie kolanowym. Po usunięciu migrującego wkrętu, kulawizna zwierzęcia ustąpiła, a komplikacja nie miała wpływu na rekonwalescencję i gojenie kośćca po wykonanej osteotomii. Oprócz przemieszczania się wkrętów, wskazaniami do usunięcia implantów są głęboko penetrująca infekcja,

miejscowy stan zapalny lub uszkodzenie łąkotek. Według doniesień implanty po zabiegach TPLO są usuwane w 2,7%- 4,8% operowanych przypadków (Fitzpatrick 2010, Thompson 2011).

Zbyt mała kompresja odłamów po wykonanej osteotomii jest najczęstszym jatrogennym powikłaniem po zabiegu TPLO spowodowanym złą techniką wykonywanego zabiegu, ale też może być spowodowana dużą mobilnością zwierzęcia (Muir 2018). Sama niestabilność odłamów może być bezpośrednią przyczyną złamania płyty do TPLO z uwagi na przeniesienie sił działających w stawie na implant, ale także może powodować złamanie bliższej nasady kości piszczelowej (Cappelle 2019). W miejscu niewłaściwej kompresji przeważają procesy osteolityczne nad procesami osteoblastycznymi z uwagi na stan zapalny między odłamami spowodowany tarciem o siebie fragmentów kostnych (Nanda 2019). Z uwagi na lizę i stan zapalny powstaje mikrośrodowisko do namnażania się bakterii, co może skutkować głęboką infekcją rany operacyjnej. Podczas infekcji można zaobserwować obecność wypływu ropno-surowiczego, rozpoznanie potwierdza pozytywny wynik badania mikrobiologicznego z antybiogramem (Cosenza 2015, Muir 2018). Z uwagi na chroniczny stan zapalny oraz na zbyt dużą odległość dzielącą od siebie fragmenty kości piszczelowej złamanie może się nie goić lub gojenie może być opóźnione w porównaniu do zwierząt, u których występuje kompresja. W powyższym badaniu zbyt mała kompresja odłamów kości piszczelowej po TPLO wystąpiła u jednego pacjenta z uwagi na niezastosowanie się właścicieli do zaleceń pooperacyjnych. Zwierzę po zabiegu nie miało ograniczonego ruchu i pies po wykonanym skoku na mebel zaczął kuleć. Kulawizna się nasilała, a kontrolny radiogram wykazał lizę kośćca. Powikłanie zaopatrzono dodatkową stabilizacją w postaci gwoździ Kirchenra przechodzących przez guzowatość kości piszczelowej do bliższego odłamu kości piszczelowej, stabilizując złamanie i ograniczając ruch między dwoma odłamami.

Złamanie awulsyjne guzowatości kości piszczelowej występuje z częstotliwością od 0,4% do 9% wykonanych zabiegów TPLO (Carey 2005, Stauffer 2006, Corr 2007, Bergh 2008, Duerr 2008). W powyższym badaniu powikłanie te wystąpiło u 3,35% wszystkich pacjentów, co potwierdza wyniki z dotychczasowej literatury. Oderwanie guzowatości kości piszczelowej spowodowane jest zbyt dużym naprężeniem więzadła prostego rzepki na skutek rotacji bliższego fragmentu kości piszczelowej i/lub niewłaściwą lokalizacją osteotomii podczas wykonywanego cięcia kości piszczelowej (Duerr 2008). Częstotliwość występowania złamania awulsyjnego guzowatości kości piszczelowej wzrasta podczas jednoczesnego obustronnego wykonywania TPLO (22,7%-40%) w porównaniu z jednostronnym TPLO (0,4%-5,1%) (Bergh 2012). Oprócz tego, czynnikami ryzyka wystąpienia złamania awulsyjnego guzowatości kości piszczelowej po wykonanej procedurze TPLO są wzrost kąta TPA w okresie rekonwalescencji oraz zbyt mała szerokość guzowatości kości piszczelowej po wykonanej procedurze (Kergosien 2004, Bergh 2008). Wykazano, że w celu zminimalizowania ryzyka wystąpienia tego powikłania szerokość guzowatości kości piszczelowej powinna wynosić minimum 10mm (Bergh 2008). W przypadku znacznego przemieszczenia oderwanej guzowatości kości piszczelowej konieczne jest podjęcie leczenia chirurgicznego i wewnętrznej stabilizacji złamania (Conkling 2010).

Wśród wszystkich poważnych powikłań chroniczna kulawizna jest częstym powikłaniem po zabiegu TPLO. Występuje zazwyczaj na skutek innych powikłań takich jak zapalenie więzadła prostego rzepki, złamanie kości piszczelowej, strzałkowej, złamanie rzepki, osteomielitis, infekcji lub powikłań związanych z implantami (Carey 2005, Bergh 2012, Dal-Bo 2013, Muir 2018). Powikłanie te jest definiowane jako kulawizna występująca powyżej dwunastego tygodnia po wykonanej procedurze TPLO, niezależnie od stopnia kulawizny (Muir 2018). W powyższym badaniu chroniczna

kulawizna wystąpiła u trzech pacjentów, co stanowiło 10% wszystkich psów biorących udział w badaniu. Powikłanie to pojawiło się na skutek innych powikłań. Były to infekcja trudno leczona antybiotykami, migracja wkrętu i niestabilność fragmentów po osteotomii na skutek zbyt małej kompresji odłamów. Pacjenci wykazujący chroniczną kulawiznę wymagają terapii celowanej względem pierwotnej przyczyny wystąpienia zaburzeń chodu, w tym fizjoterapii jako leczenia wspomagającego (Barnes 2019). W powyższym badaniu wszyscy pacjenci po wdrożeniu leczenia bezpośredniej przyczyny kulawizny odzyskali pełną sprawność operowanej kończyny w szóstym miesiącu po zabiegu TPLO.

1.16. Ocena stopnia zrostu kości piszczelowej po wykonanym zabiegu osteotomii wyrównującej poziom plateau kości piszczelowej (TPLO) u psów o masie ciała powyżej 30 kg

Osteotomia w kształcie jednej czwartej wycinka koła wykonywana podczas zabiegu TPLO oraz fakt cieniowania implantów w obrazowaniu rentgenowskim stanowią znaczne wyzwanie w ocenie zrostu kości piszczelowej w porównaniu do osteotomii poprzecznych lub złamań. Do oceny stopnia zrostu kości piszczelowej po wykonanym zabiegu TPLO najczęściej autorzy używają sześciu skal: subiektywna skala 5-punktowa, subiektywna skala 11-punktowa, wizualna analogowa skala punktowa, skala deskryptora (może opisowa?), skala pomostowa oraz subiektywna skala 10-punktowa. Systemy oceny zrostu kości piszczelowej wykorzystujące małe skale punktowe charakteryzują się niższym odsetkiem błędu, ale wykazują mniejszą zdolność do wykrywania subtelnych zmian (Leal 2023). Niezależnie od wybranej skali ważne jest dokładne pozycjonowanie radiograficzne, aby zapewnić dobrą widoczność istoty korowej kości i linii osteotomii do

oceny przez lekarza, szczególnie w pierwszych dwóch tygodniach po zabiegu (Kieves 2015, Leal 2023).

We wcześniejszych badaniach porównywano skale do oceny zrostu linii osteotomii po zabiegu TPLO. Celem doświadczeń było przedstawienie zdolności systemów punktacji do identyfikacji subtelnych zmian w gojeniu kości piszczelowej oraz wykrycie skali, która najskuteczniej identyfikuje subtelne zmiany w gojeniu linii osteotomii po TPLO, jednocześnie ograniczając nieprawidłowe lub niezmienione wyniki. Najwyżej została oceniona wizualna analogowa skala punktowa (Leal 2023). Jest to udoskonalony system 5-punktowy (Kieves 2015), jednakże oceniający zdjęcie rentgenowskie może przyznać punkty w skali od 0 do 100, gdzie 0 oznacza brak gojenia, a 100 całkowite zagojenie linii osteotomii (Leal 2023). Korzystając z tego systemu osoby oceniające radiogramy miały najwyższy odsetek poprawnych odpowiedzi. Drugim najlepszym systemem do oceny zrostu kości piszczelowej po TPLO była skala deskryptora. Oceniający zdjęcia rentgenowskie przyznaje punkty od 0 do 4, gdzie 0 oznacza łatwo widoczną linię osteotomii i brak zrostu istoty korowej; 1 określa łatwo widoczną linię osteotomii wraz z tworzeniem się mostków kostnych między korówkami; 2 oznacza, że linia osteotomii jest zatarta; 3 opisuje, że trudno zobaczyć linię osteotomii, a korówki kości piszczelowej są w pełni zrośnięte; natomiast 4 oznacza, że linia osteotomii jest niewidoczna (Leal 2023). Skala deskryptora pozwala na ocenę cech gojenia się tkanki kostnej po osteotomii, jednak niemożliwa jest ocena cech specyficznych dla gojenia się kości piszczelowej po zabiegu TPLO. System ten jest zbyt uniwersalny, żeby mógł być wykorzystywany do badań nad osteotomią wyrównującą plateau kości piszczelowej. Kolejną skalą służącą do oceny zrostu kości piszczelowej, która jest wyróżniana wśród autorów jest skala 11-punktowa, gdzie 0 oznacza brak cech gojenia kości; 1 oznacza 1-10% zagojenia kości piszczelowej; 2 opisuje 11-20% zagojenia kości piszczelowej; 3

oznacza 21-30%; 4 opisuje 31-40% zagojenia kości piszczelowej; 5 oznacza 41-50% zagojenia kości piszczelowej; 6 opisuje 51-60% zagojenia kości piszczelowej; 7 oznacza 61-70% zagojenia kości piszczelowej; 8 opisuje 71-80% zagojenia kości piszczelowej; 9 oznacza 81-90% zagojenia kości piszczelowej; natomiast 10 oznacza 91-100% zagojenia kości piszczelowej. Metoda ta charakteryzuje się mniejszym odsetkiem błędów, lecz podczas używania tej skali zanotowano dużą powtarzalność wyników i mniejszą wrażliwość na subtelne zmiany w procesie gojenia kości (Leal 2023).

W powyższym badaniu zastosowano dziesięciopunktowy system oceny radiograficznej z uwagi na to, że został on opracowany do oceny zrostu kości piszczelowej po zabiegu TPLO (Kieves 2015). Opisywane wcześniej systemy wykorzystują mniej czułe skale z trzema do pięciu przypisanymi stopniami oceny, które nie są specyficzne dla gojenia się kości piszczelowej po zabiegu TPLO (Hoffer 2008, Duerr 2008, Krotscheck 2012). Dziesięciopunktowy system punktacji został stworzony z użyciem większej skali i oceny cech specyficznych dla TPLO, takich jak stopień zaokrąglenia dystalnej części korówki w miejscu osteotomii, który może świadczyć nie o samym procesie gojenia tkanki kostnej, lecz o przebudowie kości piszczelowej (Kieves 2015). W dostępnych publikacjach do oceny stopnia zrostu linii osteotomii najczęściej wykorzystywano zdjęcia rentgenowskie w 6 i 8 tygodniu po zabiegu. Nie oceniono efektów leczenia długoterminowego. Linia osteotomii ulega znacznej przebudowie 8 tygodni po zabiegu, lecz pełny zrost linii osteotomii może nastąpić nawet w 12-16 tygodniu po TPLO (Muir 2018). Autorskie badanie ocenia zrost kości piszczelowej w dłuższym czasie po zabiegu- do sześciu miesięcy. W drugim tygodniu po zabiegu nie określa się cech zrostu u żadnego z pacjentów. Po ośmiu tygodniach po TPLO średnia ocena zrostu dla wszystkich psów wynosi 5,2 punktów. Na tym etapie w wielu doniesieniach naukowych kończyły się badania, mimo niepełnego zrostu kostnego kości

piszczelowej. W dwunastym tygodniu po interwencji chirurgicznej widoczny jest pełny zrost linii osteotomii, natomiast brak jest cech specyficznych dla kości piszczelowej po TPLO. W tym czasie średnia ocena zrostu wynosiła 7,4 punktów. Dopiero w szóstym miesiącu po zabiegu lekarze oceniający radiogramy mogli dostrzec cechy specyficzne gojenia się kości piszczelowej po TPLO, między innymi zaokrąglenie dystalnego fragmentu korówki, a średnia ocena u wszystkich pacjentów wynosiła 9,6 punktów.

Spowolnione gojenie kości piszczelowej można było dostrzec u pacjentów, u których dochodziło do powikłań po zabiegu. Są to psy, u których doszło do migracji wkrętu, infekcji trudno leczonej antybiotykami oraz pacjent, u którego doszło do zbyt małej kompresji odłamów śródoperacyjnie i na skutek braku ograniczenia ruchu po zabiegu. Dodatkowo ci sami pacjenci charakteryzowali się chroniczną kulawizną powyżej dwunastu tygodni od interwencji chirurgicznej. Najgorsze noty uzyskał pacjent, u którego wystąpiła zbyt mała kompresja odłamów kostnych, gdyż w szóstym miesiącu po zabiegu radiogramy zostały ocenione na 5 punktów w skali dziesięciostopniowej.

Na podstawie powyższego badania można wysnuć wnioski, że całkowity czas zrostu jest dłuższy niż 8 tygodni, jak pokazują rutynowe doniesienia, i należy wydłużyć czas obserwacji pacjenta.

1.17. Określenie czy i w jakim stopniu zmienia się kąt pochylenia wyniosłości międzykłykciowej (TPA) po zabiegu TPLO wraz z upływem czasu

Poprzednie badania pozwoliły określić minimalny kąt TPA, jaki należy uzyskać po zabiegu TPLO, aby zmienić geometrię stawu kolanowego w taki sposób, żeby większe obciążenie sił działających na staw przejmowało więzadło krzyżowe tylne (Warzee 2001, Reif 2002). Z tego powodu teoretyczna skuteczność TPLO zależy od osiągnięcia

minimalnego kąta TPA w celu wyeliminowania doczaszkowego przesunięcia kości piszczelowej względem kłykci kości udowej. Obrót plateau kości piszczelowej i utrzymanie tej rotacji w procesie gojenia jest krytycznym punktem dla pomyślnego wyniku klinicznego i zapewnienia prawidłowej biomechaniki stawu kolanowego pacjenta (Moeller 2006).

Obecnie istnieje niewiele badań przedstawiających długoterminowe wyniki zmiany kąta TPA po zabiegu TPLO. W 2006 roku Moeller i inni przedstawili wyniki dotyczące zmiany kąta TPA podczas procesu gojenia kości piszczelowej wynoszącym odpowiednio od 28 do 65 dni. Średni wzrost kąta TPA we wspomnianym badaniu wyniósł 1,5 ± 2,21 stopnia (zakres od -3 do 9 stopni). Jednak, jak sami autorzy zauważyli, badanie nie uwzględniało pomiarów po zakończonym procesie gojenia i odbudowy tkanki kostnej, a dodatkowo czas kontroli pozabiegowej był stosunkowo krótki. Zmianę w kącie TPA przypisywano braku pełnej stabilizacji kończyny u pacjentów po zabiegu TPLO, a charakter zmian według autorów był mechaniczny i nie wynikał z biologicznej odbudowy kości piszczelowej. Próbowano również ocenić czynniki, które mogły przyczyniać się do przypuszczanego ruchu bliższego fragmentu kości piszczelowej podczas gojenia kości piszczelowej. W stawianych hipotezach brano pod uwagę masę pacjenta oraz rodzaj płyty do TPLO użytej do stabilizacji osteotomii, lecz nie zauważono statystycznie istotnego czynnika mającego wpływ na zmianę kąta TPA. W 2009 roku przeprowadzono badanie zależności między wzrostem TPA a zastosowaniem wkrętów blokujących lub konwencjonalnych. Zdjęcia kontrolne wykonywano bezpośrednio po zabiegu i w ósmym tygodniu po przeprowadzonej procedurze TPLO. Większy wzrost kąta TPA otrzymano po zastosowaniu śrub blokujących (Conkling 2010). W badaniu tym wykonano zbyt mało pomiarów kontrolnych i czas badania był zbyt krótki, aby można było jednoznacznie

potwierdzić stawianą hipotezę. W moim badaniu pacjenci byli poddawani zabiegowi TPLO z użyciem systemów blokowanych, co może mieć wpływ na uzyskane wyniki.

W innym badaniu oceniono wpływ ułożenia kończyny i nakierowanie wiązki centralnej promieniowania rentgenowskiego na otrzymywane pomiary kąta TPA. Ustalono, że oba czynniki mają znaczący wpływ na uzyskane wyniki. Według autorów wiązka centralna powinna być skierowana bezpośrednio na doczaszkowej granicy stawu kolanowego. Nieprawidłowe nakierowanie wiązki centralnej ma wpływ na radiograficzny wygląd stawu kolanowego, a co za tym idzie na zmianę pomiaru kąta TPA. Nakierowanie wiązki centralnej w kierunku proksymalnym względem bliższego fragmentu kości piszczelowej powoduje wzrost mierzonego kąta TPA, podczas gdy nakierowanie doogonowe i dystalne determinuje uzyskanie mniejszego kąta TPA. Dodatkowo niewłaściwe pozycjonowanie kończyny pacjenta, w tym brak pokrycia się kłykci kości udowej, powoduje różnicę w pomiarach kąta TPA wynosząca maksymalnie 3,61 stopnia w porównaniu do pomiarów uzyskanych z radiogramów o prawidłowym ułożeniu stawu kolanowego (Reif 2004). W przypadku psów objętych moim badaniem zdjęcia rentgenowskie przed i po zabiegu TPLO wykonywano, gdy pacjent był pod wpływem środków sedujących lub znieczulenia ogólnego. W związku z tym uzyskano prawidłowe ułożenie kończyny i nakierowanie wiązki centralnej bezpośrednio nad doczaszkową granicą stawu kolanowego. U każdego z pacjentów udało się uzyskać właściwe ustawienie kończyny w zgięciu stawów kolanowego i skoku oraz nałożenie na siebie kłykci kości udowej, a dodatkowo radiogramy były wykonywane zawsze przez jedną osobę, co umożliwiło wykonanie dokładnych pomiarów kąta TPA.

Ważnym aspektem w zmianie kata TPA może być subiektywny pomiar kontrolnych zdjęć rentgenowskich wykonywanych przez różne osoby. Różnica ta może sięgać nawet do 1,51 stopnia (Fetting 2003). W tym badaniu wszystkie pomiary kąta TPA

zostały wykonane przez jedną osobę, która zastosowała tę samą technikę i materiały do przeprowadzenia badania, co znacznie zmniejsza ryzyko błędu podczas wykonywania procedur.

Powyższe wyniki pokazują, że istnieje statystycznie istotna zmiana kąta TPA nie tylko podczas gojenia się linii osteotomii, ale też po zakończonym procesie odbudowy kości piszczelowej. Wzrost wartości kąta TPA u każdego z pacjentów pokazuje, że procesy biologicznej odbudowy tkanki kostnej grają główną rolę w zmianie geometrii kości piszczelowej. Dodatkowo zauważono zależność między kątem TPA bezpośrednio po zabiegu a kątem TPA rok po przeprowadzonej procedurze u danego pacjenta. Im mniejszy był kąt TPA po zabiegu, tym mniejsza była różnica między kątami TPA końcowym a początkowym. Jeżeli ta zależność potwierdziłaby się na większej grupie pacjentów, mogłoby to sugerować konieczność powstania nowych norm kątów rotacji bliższego fragmentu kości piszczelowej podczas wykonywania procedury TPLO. Należy również zauważyć, że powyższe badanie jako pierwsze przedstawia długoterminowe wyniki leczenia pacjentów z użyciem procedury TPLO. Poprzednie doniesienia o zmianie kąta TPA u pacjentów obejmuje krótki okres rekonwalescencji- do ośmiu tygodni po zabiegu. Analizując powyższe wyniki powinniśmy dążyć do osiągnięcia TPA o wartości 1-2°.

Wnioski

1. Średni kąt TPA dla berneńskich psów pasterskich wynosił 22,13°, dla terierów rosyjskich 20,86°, dla golden retrieverów 25,02°, dla west highland white terierów 25,11°, dla owczarków niemieckich 24,05° oraz dla american staffordshire terierów 22,12°.
2. Ogólny odsetek powikłań po zabiegu TPLO wynosił 36,7%, z czego poważne komplikacje stanowiły 23,3%, a mniej istotne powikłania dotyczyły 13,3% pacjentów. Do poważnych komplikacji zaliczono kulawiznę utrzymująca się powyżej 12 tygodni (występowa u trzech psów), złamanie awulsyjne guzowatości kości piszczelowej, migrację wkrętu, infekcję trudno leczona antybiotykami oraz zbyt małą kompresję odłamów (występowały pojedynczo).
3. W dziesięciostopniowej skali oceny zrostu kostnego po dwóch tygodniach od TPLO nie obserwowano cech zrostu u żadnego z pacjentów. W ósmym tygodniu po wykonanej procedurze średnia ocen zrostu u wszystkich zwierząt wynosiła 5,2, a w dwunastym tygodniu 7,4. W szóstym miesiącu po zabiegu większość kości piszczelowych uległo pełnemu zrostowi, a średnia z ocen zrostu kości piszczelowej po zabiegu TPLO wynosiła 9,6 w tym okresie. Najsłabsze cechy zrostu i opóźnione gojenie tkanki kostnej zauważone były u pacjentów, u których wystąpiły poważne komplikacje.
4. Średni kąt TPA pooperacyjny wyniósł 4,98 stopnia, a w ósmym tygodniu oraz w szóstym i dwunastym miesiącu po zabiegu wyniósł odpowiednio 6,15, 7,47 oraz 9,02 stopnia. Średnia różnica między kątem TPA końcowym a początkowym wyniosła 4,045 stopnia (mediana 4,4 stopnia; zakres od 0,3 do 6,3 stopnia). Im mniejszy był kąt TPA po zabiegu, tym mniejsza była różnica między TPA końcowym a początkowym.

Piśmiennictwo

1. Aertsens A., Rincon Alvarez J., Poncet C.M., Beaufrère H., Ragetly G.R.: Comparison of the tibia plateau angle between small and large dogs with cranial cruciate ligament disease. Vet Comp Orthop Traumatol 2015, 28, 385–390.
2. Aiken S.W., Bauer M.S., Toombs J.P.: Extra-articular fascial strip repair of the cranial cruciate deficient stifle: Technique and results in seven dogs. Vet Comp Orthop Traumatol 1992, 5, 145–150.
3. Allen M.J., Leone K.A., Lamonte K., Townsend K.L., Mann K.A.: Cemented total knee replacement in 24 dogs. Vet Surg 2009, 38, 555– 567.
4. Andriacchi T.P., Mundermann A., Smith R.L., Alexander E.J., Dyrby C.O., Koo S.: A framework for the in vivo pathomechanics of osteoarthritis at the knee. Ann Biomed Eng 2004, 32, 447–457.
5. Anderst W.J., Tashman S.: The association between velocity of the center of closest proximity on subchondral bones and osteoarthritis progression. J Orthop Res 2009, 27, 71–77.
6. Apelt D., Pozzi A., Marcellin-Little D.M., Kowaleski M.P.: Effect of cranial tibial closing wedge angle on tibial subluxation: An ex vivo study. Vet Surg 2010, 39, 454–459.
7. Arcand M.A., Rhalmi S., Rivard C.H.: Quantification of mechanoreceptors in the canine anterior cruciate ligament. Int Orthop 2000, 24, 272–275.
8. Arnoczky S.P., Marshall J.L.: The cruciate ligaments of the canine stifle: an anatomical and functional analysis. Am J Vet Res 1977, 38, 1807–1814.
9. Aulakh K.S., Harper T.A., Lanz O.I., Daniel G.B., Werre S.R.: Effect of stifle angle on the magnitude of the tibial plateau angle measurement in dogs with intact and transected

cranial cruciate ligament. A cadaveric study. Vet Comp Orthop Traumatol 2011, 24, 272–278.

10. Bailey C.J., Smith B.A., Black A.P.: Geometric implications of the tibial wedge osteotomy for the treatment of cranial cruciate ligament disease in dogs. Vet Comp Orthop Traumatol 2007, 20, 169–174.
11. Baker L.A., Kirkpatrick B., Rosa G.J.M., Gianola D., Valente B., Sumner J.P., Baltzer W., Hao Z., Binversie E.E., Volstad N., Piazza A., Sample S.J., Muir P.: Genome- wide association analysis in dogs implicates 99 loci as risk variants for anterior cruciate ligament rupture. PLoS One 2017, 12;e0173810.
12. Barnes K., Faludi A., Takawira C., Aulakh K., Rademacher N., Liu C., Lopes M.J.: Extracorporeal shock wave therapy improves short-term limb use after canine tibial plateau leveling osteotomy. Vet Surg 2019, 48, 1382-1390.
13. Bergh M.S., Rajala-Schultz P., Johnson K.A.: Risk factors for tibial tuberosity fracture after tibial plateau leveling osteotomy in dogs. Vet Surg 2008, 37, 374-382.
14. Bergh M.S., Peirone B.: Complications of tibial plateau levelling osteotomy in dogs. Vet Comp Orthop Traumatol 2012, 25, 349–358.
15. Burgess R., Elder S., McLaughlin R., Constable P.: In vitro biomechanical evaluation and comparison of Fiber- Wire, FiberTape, OrthoFiber, and nylon leader line for potential use during extraarticular stabiliza- tion of canine cruciate deficient stifles. Vet Surg 2010, 39, 208–215.
16. Caporn T.M., Roe S.C.: Biomechanical evaluation of the suitability of monofilament nylon fishing and leader line for extra-articular stabilisation of the canine cruciate-deficient stifle. Vet Comp Orthop Traumatol 1996, 9, 126–133.
17. Cappelle K.K. Barnhart M.D.: Short-Term Complications following Single-Session versus Staged Bilateral Tibial Plateau Levelling Osteotomies Stabilized with Locking

Plates for Treatment of Bilateral Cranial Cruciate Ligament Disease: A Retrospective Study. Vet Comp Orthop Traumatol 2019, 32, 460-466.

18. Carey K., Aiken S.W., DiResta G.R., Herr L.G., Monette S.: Radiographic and clinical changes of the patellar tendon after tibial plateau leveling osteotomy 94 cases (2000–2003). Vet Comp Orthop Traumatol 2005, 18, 235– 242.
19. Carpenter D.H., Cooper R.C.: Mini review of canine stifle joint anatomy. Anat Histol Embryol 2000, 29, 321-9.
20. Coletti T.J., Anderson M., Gorse M.J., Madsen R.: Complications associated with tibial plateau leveling osteotomy: a retrospective of 1519 procedures. Can Vet J 2014, 55, 249–254.
21. Conkling A.L., Fagin B., Daye R.M.: Comparison of tibial plateau angle changes after Tibial Plateau Leveling Osteotomy fixation with conventional or locking screw technology: screw type and TPA change. Vet Surg 2010, 39, 475–81.
22. Corr S.A., Brown C.A.: A comparison of outcomes following tibial plateau leveling osteotomy and cranial tibial wedge osteotomy procedures. Vet Comp Orthop Traumatol 2007, 20, 312–319.
23. Cosenza G., Reif U., Martini F.M.: Tibial plateau levelling osteotomy in 69 small breed dogs using conically coupled 1.9/2.5 mm locking plates. A clinical and radiographic retrospective assessment. Vet Comp Orthop Traumatol 2015, 5, 347-354.
24. Dal-Bo I.S., Ferrigno C.R., Ferreira M.P., Caquias D.F., Souza A.N., Cerniawsky M.F., Rizzo I.: Osteomyelitis after Cranial Cruciate Ligament Rupture Osteotomies in Dogs. Acta Scientiae Veterinariae, 2013, 41, 1148.
25. de la Riva G.T., Hart B.L., Farver T.B., Oberbauer A.M., Messam L.L., Willits N., Hart L.A.: Neutering dogs: effects on joint disorders and cancers in Golden Retrievers. PLoS One 2013, 8:e55937.

26. Dueland T.R.: A recent technique for reconstruction of the anterior cruciate ligament. Anim Hosp 1966, 2, 1–5.
27. Duerr F.M., Duncan C.G., Savicky R.S., Park R.D., Egger E.L., Palmer R.H.: Comparison of surgical treatment options for cranial cruciate ligament disease in large-breed dogs with excessive tibial plateau angle. Vet Surg 2008, 37, 49–62.
28. Duerr F.M., Duncan C.G., Savicky R.S., Park R.D., Egger E.L., Palmer R.H.: Risk factors for excessive tibial plateau angle in large-breed dogs with cranial cruciate ligament disease. J Am Vet Med Assoc 2007, 231, 1688–1691.
29. Dupuis J., Harari J., Blackketter D., Gallina M.A.: Evaluation of the lateral collateral ligament after fibular head transposition in dogs. Vet Surg 1994, 23,456–465.
30. Eijer H., Hauke C., Arens S., Printzen G., Schlegel U., Perren SM.: PC-Fix and local infection resistance: influence of implant design on postoperative infection development, clinical and experimental results. Injury 2001, 32, 38–43.
31. Etchepareborde S., Barthelemy N., Mills J., Pascon F., Ragetly G.R., Balligand M.: Mechanical testing of a modified stabilisation method for tibial tuberosity advancement. Vet Comp Orthop Traumatol 2010, 23, 400–5.
32. Fetting A.A., Rand W.M., Sato A.F., Solano M., McCarthy R.J., Boudrieau R.J.: Observer variability of tibial plateau slope measurement in 40 dogs with cranial cruciate ligament-deficient stifle joints. Vet Surg 2003, 32, 471-478.
33. Fitzpatrick N., Solano M.A.: Predictive variables for complications after TPLO with stifle inspection by arthrotomy in 1000 consecutive dogs. Vet Surg 2010, 39, 460–474.
34. Fox E., Dycus D.L., Leasure C.S., Fox H.A., Canapp S.O.: Average Tibial Plateau Angle of 3,922 Stifles Undergoing Surgical Stabilization for Cranial Cruciate Ligament Rupture. Vet Comp Orthop Traumatol 2020, 33, 167-173.

35. Frey T.N., Hoelzler M.G., Scavelli T.D., Fulcher R.P., Bastian R.P.: Risk factors for surgical site infection-inflammation in dogs undergoing surgery for rupture of the cranial cruciate ligament: 902 cases (2005–2006). J Am Vet Med Assoc 2010, 236. 88–94.
36. Gallagher A.D., Mertens W.D.: Implant removal rate from infection after Tibial Plateau Leveling Osteotomy in dogs: implant removal after TPLO. Vet Surg 2012, 41, 705-11.
37. Gatineau M., Dupuis J., Plante J., Moreau J.: Retrospective study of 476 tibial plateau levelling osteotomy procedures. Rate of subsequent 'pivot shift', meniscal tear and other complications. Vet Comp Orthop Traumatol 2011, 24, 333–341.
38. Grierson J., Asher L., Grainger K.: An investigation into risk factors for bilateral canine cruciate ligament rupture. Vet Comp Orthop Traumatol 2011, 24, 192– 196.
39. Guthrie J.W., Keeley B.J., Maddock E., Bright S.R., May C.: Effect of signalment on the presentation of canine patients suffering from cranial cruciate ligament disease. J Small Anim Pract 2012, 53, 273–277.
40. Hagen C.R.M., Singh A., Weese J.S., Marshall Q., Linden A., Gibson T.W.G.: Contributing factors to surgical site infection after Tibial Plateau Leveling Osteotomy: a follow-up retrospective study. Vet Surg 2020, 49, 930-939.
41. Hans E.C., Barnhart M.D., Kennedy S.C., Naber S.J.: Comparison of complications following tibial tuberosity advancement and tibial plateau levelling osteotomy in very large and giant dogs 50 kg or more in body weight. Vet Comp Ortop Tramattol 2017, 4, 299-305.
42. Harari J.: Caudal cruciate ligament injury. Vet Clin North Am Small Anim Pract 1993, 23, 821–829.
43. Harasen G.: Canine cranial cruciate ligament rupture in profile: 2002–2007. Canadian Vet J 2008, 49, 193– 194.

44. Hayashi K., Frank J.D., Dubinsky C., Zhengling H., Markel M.D., Manley P.A., Muir P.: Histologic changes in ruptured canine cranial cruciate ligament. Vet Surg 2003, 32, 269–277.
45. Heffron L.E., Campbell J.R.: Morphology, histology and functional anatomy of the canine cranial cruciate ligament. Vet Rec 1978, 102, 280–283.
46. Hoffer M.J., Griffon D.J., Schaeffer D.J., Johnson A.L., Thomas M.W.: Clinical applications of demineralized bone matrix: a retrospective and case-matched study of seventyfive dogs. Vet surg 2008, 37, 639-647.
47. Hoffmann D.E., Miller J.M., Ober C.P., Lanz O.I., Martin R.A., Shires P.K.: Tibial tuberosity advancement in 65 canine stifles. Vet Comp Orthop Traumatol 2006, 19, 219–227.
48. Hulse D.A., Shires P.K.: The stifle joint. In Slatter DH (ed): Textbook of Small Animal Surgery. Philadelphia, WB Saunders, 1985, 193-2233.
49. Husi B., Overesch G., Forterre F., Rytz U.: Surgical site infection after 769 Tibial Plateau Leveling Osteotomies. Front Vet Sci 2023, 10, 1133813.
50. Jerram R.M., Walker A.M.: Cranial cruciate ligament injury in dog: pathophysiology, diagnosis and treatment. N Z Vet J 2003, 51, 149-158.
51. Johnson S., Hulse D.A.: Cranial cruciate ligament rupture. In: Fossum TW (ed). Small Animal Surgery, 2nd Edtn. Mosby, St Louis 2002,1110-22.
52. Lloyd D.H.: Multi-resistant S. pseudintermedius: a wake-up call in our approach to bacterial infection. J Small Anim Pract 2012, 53, 145–6.
53. Kalff S., Meachem S., Preston C.: Incidence of medial meniscal tears after arthroscopic assisted tibial plateau leveling osteotomy. Vet Surg 2011, 40, 952–6.
54. Kergosien D.H., Barnhart M.D., Kees C.E.: Radiographic and clinical changes of the tibial tuberosity after tibial plateau leveling osteotomy. Vet surg 2004, 33, 468-474.

55. Kieves N.R., MacKay C.S., Adducci K., Rao S., Goh C., Palmer R.H., Duerr F.M.: High energy focused shock wave therapy accelerates bone healing. Vet Comp Orthop Traumatol 2015, 28, 425-32.
56. Kim S.E., Pozzi A., Kowaleski M.P., Lewis D.D.: Tibial osteotomies for cranial cruciate ligament insufficiency in dogs. Vet Surg 2008, 37, 111–25.
57. Kim S.E., Pozzi A., Banks S.A., Condrad B.P., Lewis D.D.: Effect of tibial plateau leveling osteotomy on femorotibial contact mechanics and stifle kinematics. Vet Surg 2009, 38, 33–39.
58. Kim S.E., Jones S.C., Lewis D.D., Banks S.A., Conrad B.P., Tremolada G., Abbasi A.Z., Coggeshall J.D., Pozzi A.: In vivo three dimensional knee kinematics during daily activities in dogs. J Orthop Res 2015, 33, 1603– 1610.
59. Kipfer N.M., Tepic S., Damur D.M., Guerrero T., Hässig M., Montavon P.M.: Effect of tibial tuberosity advancement on femorotibial shear in cranial cruciate-deficient stifles. An in vitro study. Vet Comp Orthop Traumatol 2008, 21, 385–390.
60. Kipfer N.M., Montavon P.M.: Fixation of pelvic floor fractures in cats. Vet Comp Orthop Traumatol 2011**,** 24(2), 137-41.
61. Korvick DL, Johnson AL, Schaeffer DJ.: Surgeons' preferences in treating cranial cruciate ligament ruptures in dogs. J Am Vet Med Assoc 1994;205: 1318–1324.
62. Korvick D.L., Pijanowski G.J., Schaeffer D.J.: Three dimensional kinematics of the intact and cranial cruciate ligament-deficient stifle of dogs. J Biomech 1994, 27, 77–87.
63. Kowaleski M.P., Apelt D., Mattoon J.S., Litsky A.S.: The effect of tibial plateau leveling osteotomy position on cranial tibial subluxation: an in vitro study. Vet Surg 2005, 34, 332–336.

64. Kowaleski M.P., Boudrieau R.J., Pozzi A.: In: Veterinary Surgery: Small Animal. Stifle Joint. Karen M, Tobias SAJ, eds. 1st edn. St Louis, MO, Elsevier-Saunders, 2012, 906–998.
65. Krotscheck U., Thompson M.S., Ryan K.K., Mohammed H.O.: Comparison of TPA, bone healing, and intra-articular screw placement using conventional nonlocked application of surgeon-contoured versus locked application of precontoured TPLO plates in dogs. Vet Surg 2012, 41, 931-937.
66. Lafaver S., Miller N.A., Stubbs W.P., Taylor R.A., Boudrieau R.J.: Tibial tuberosity advancement for stabilization of the canine cranial cruciate ligament-deficient stifle joint: surgical technique, early results, and complications in 101 dogs. Vet Surg 2007, 36, 573–586.
67. Leal R.A., Lambrechts N.E., Crowley J.D., Griffin J.F., Karnia J.J., Torres B.T., Maritato K.C., Kieves N.R., Duerr F.M.: Comparison of radiographic scoring systems for assessment of bone healing after tibial plateau leveling osteotomy in dogs. Front Vet Sci 2023, 10, 1147386.
68. Light V.A., Montgomery R.D., Akingbemi B.T.: Sex hormone regulation of collagen concentrations in cranial cruciate ligaments of sexually immature male rabbits. Am J Vet Res 2012, 73, 1186–1193.
69. Liu C., Bayer A., Cosgrove S.E., Daum R.S., Fridkin S.K., Gorwitz R.J.: Clinical practice guidelines by the infectious diseases society of america for the treatment of methicillin-resistant S. aureus infections in adults and children: executive summary. Clin Infect Dis Off Publ Infect Dis Soc Am 2011, 52, 285–92.
70. Liu Y., Ramanath H.S., Wang D.A.: Tendon tissue engineering using scaffold enhancing strategies. Trends Biotechnol 2008, 26, 201–209.

71. Lopez D.J., VanDeventer G.M., Krotscheck U., Aryazand Y., McConkey M.J., Hayashi K.: Retrospective study of factors associated with surgical site infection in dogs following tibial plateau leveling osteotomy. J Am Vet Med Assoc 2018, 253, 315–21.
72. McCurnin D.M., Pearson P.T., Wass W.M.: Clinical and pathologic evaluation of ruptured cranial cruciate ligament repair in the dog. Am J Vet Res 1971, 32, 1517–1524.
73. McDougall R.A., Spector D.I., Hart R.C., Dycus D.L., Erb H.N.: Timing of and risk factors for deep surgical site infection requiring implant removal following canine Tibial Plateau Leveling Osteotomy. Vet Surg 2021, 50, 999–1008.
74. Moeller E.M., Cross A.R., Rapoff A.J.: Change in tibial plateau angle after tibial plateau leveling osteotomy in dogs. Vet Surg 2006, 35, 460–464.
75. Montavon P.M., Damur D.M., Tepic S.: Advancement of the tibial tuberosity for the treatment of cranial cruciate deficient canine stifle. Proceedings 1st World Orthopedic Veterinary Congress, Munich, Germany, September 5–8, 2002, 152.
76. Montavon P.M., Tepic S.: Tibial tuberosity advancement: biomechanics and surgical procedure. Proceedings American College of Veterinary Surgeons Symposium, San Diego CA, 2005, 438–440.
77. Moore K.W., Read R.A.: Rupture of the cranial cruciate ligament in dogs. Part II. Diagnosis and management. Compend Contin Educ Vet 1996, 18, 381-91.
78. Moore E.J., Kim S.E., Banks S.A., Pozzi A., Coggeshall J.D., Jones S.C.: Normal patellofemoral kinematic patterns during daily activities in dogs. BMC Vet Res 2016, 12, 262.
79. Moriarty T.F., Schlegel U., Perren S., Richards R.G.: Infection in fracture fixation: Can we influence infection rates through implant design? J Mater Sci Mater Med. 2010, 21, 1031–5.

80. Morris E., Lipowitz A.J.: Comparison of tibial plateau angles in dogs with and without cranial cruciate ligament injuries. J Am Vet Med Assoc 2001, 218, 363–366.
81. Muir P.: Physical examination of lame dogs. Compend Cont Ed Pract Vet 1997, 19, 1149–1161.
82. Mullen H.S., Mattheisen D.T.: Complications of transposition of the fibular head for stabilization of the cranial cruciate-deficient stifle in dogs: 80 cases (1982–1986). J Am Vet Med Assoc 1989, 195, 1267–1271.
83. Nanda A., Hans E.C.: Tibial Plateau Leveling Osteotomy for Cranial Cruciate Ligament Rupture in Canines: Patient Selection and Reported Outcomes. Vet Med (Auckl) 2019, 27, 249-255.
84. Nazarali A., Singh A., Moens N.M.M., Gatineau M., Sereda C., Fowler D.: Association between methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* carriage and the development of surgical site infections following Tibial Plateau Leveling Osteotomy in dogs. J Am Vet Med Assoc 2015, 247, 909–16.
85. Ness M.G.: User Manual Orthofoam MMP Wedge for canine cruciate disease in: Catalogue Orthomed (User Guide). West Yorkshire, UK, Orthomed UK, 2011.
86. Nicoll C., Singh A., Weese J.S.: Economic impact of Tibial Plateau Leveling Osteotomy surgical site infection in dogs. Vet Surg 2014, 3, 899–902.
87. O'Connor B.L., Woodbury P.: The primary articular nerves to the dogs knee. J Anat 1982, 134, 563– 572.
88. Otto M.: Staphylococcal biofilms. Curr Top Microbiol Immunol 2008, 322, 207–28.
89. Oxley B., Gemmill T.J., Renwick A.R., Clements D.N., McKee W.M.: Comparison of complication rates and clinical outcome between tibial plateau leveling osteotomy and a modified cranial closing wedge osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament disease in dogs. Vet Surg 2013, 42, 739–750.

90. Pacchiana P.D., Morris E., Gillings S.L., Jessen C.R., Lipowitz A.J.: Surgical and postoperative complications associated with tibial plateau leveling osteotomy in dogs with cranial cruciate ligament rupture: 397 cases (1998–2001). J Am Vet Med Assoc 2003, 222, 184–193.
91. Payne, J.T., Constantinescu G.M.: Stifle joint anatomy and surgical approaches in the dog. Vet Clin North Am Small Anim Pract 1993, 23, 691-701.
92. Pearson P.T., McCurnin D.M., Carter J.D., Hoskins J.D.: Lembert suture technique to surgically correct ruptured cruciate ligaments. J Am Anim Hosp Assoc 1971, 7, 1–13.
93. Perreten V., Kadlec K., Schwarz S., Gronlund Andersson U., Finn M., Greko C.: Clonal spread of methicillin-resistant S. pseudintermedius in Europe and North America: an international multicentre study. J Antimicrob Chemother 2010, 65, 1145-54.
94. Paterson G.K., Harrison E.M., Holmes M.A.: The emergence of mecC methicillin-resistant Staphylococcus aureus. Trends Microbiol 2014, 22, 42–7.
95. Penha E.M., Rezende C.M.F., Melo E.G.: Late postoperative of cranial cruciate ligament replacement in dog. Arq Bras Med Vet Zootec 2007, 59, 1184–1193.
96. Petazzoni M., Jeager G.H.: Atlas of Clinical Goniometry and Radiographic Measurements of the Canine Pelvic Limb. 2nd ed. Merial 2008, 60-71.
97. Pozzi A., Kowaleski M.P., Apelt D., Meadows C., Andrews C.M., Johnson K.A.: Effect of medial meniscal release on tibial translation after tibial plateau leveling osteotomy. Vet Surg 2006, 35, 486– 494.
98. Priddy N.H., Tomlinson J.L., Dodam J.R., Hornbostel J.E.: Complications with and owner assessment of the outcome of tibial plateau leveling osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament rupture in dogs: 193 cases (1997–2001). J Am Vet Med Assoc 2003, 222, 1726– 1732.

99. Ralphs S.C., Whitney W.O.: Arthroscopic evaluation of menisci in dogs with cranial cruciate ligament injuries: 100 cases (1999–2000). J Am Vet Med Assoc 2002, 1, 221, 1601-4.

100. Reif U., Hulse D.A., Hauptman J.G.: Effect of tibial plateau leveling on stability of the canine cranial cruciate-deficient stifle joint: an in vitro study. Vet Surg 2002, 31, 147–154.

101. Reif U., Probst C.W.: Comparison of tibial plateau angles in normal and cranial cruciate deficient stifles of Labrador Retrievers. Vet Surg 2003, 32, 385– 389.

102. Reif U., Dejardin L.M., Probst C.W., DeCamp C.E., Flo G.L., Johnson A.L.: Influence of limb positioning and measurement method on the magnitude of the tibial plateau angle. Vet Surg 2004, 33, 368-375.

103. Rose N.D., Goerke D., Evans R.B., Conzemius M.G.: Mechanical testing of orthopaedic suture material used for extra- articular stabilization of canine cruciate ligament- deficient stifles. Vet Surg 2012, 41, 266–272.

104. Samoy Y., Verhoeven G., Bosmans T., Van der Vekens E., de Bakker E., Verleyen P., Van Ryssen B.: TTA Rapid: Description of the Technique and Short Term Clinical Trial Results of the First 50 Cases. Vet Surg 2015, 44, 474-484.

105. Savicky R., Beale B., Murtaugh R., Swiderski-Hazlett J., Unis M.: Outcome following removal of TPLO implants with surgical site infection. Vet Comp Orthop Traumatol 2013, 26, 260–5.

106. Sha L., Zhao L.: Quantitative study on mechanorecep- tors in tibial remnants of ruptured anterior cruciate ligament in human knees. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi 2010, 24, 1318–1322.

107. Slauterbeck J.R., Pankratz K., Xu K.T., Bozeman S.C., Hardy D.M.: Canine ovariohysterectomy and orchiectomy increases the prevalence of ACL injury. Clin Orthop Relat Res 2004, 429, 301–305.

108. Slocum B., Devine T.: Cranial tibial thrust: a primary force in the canine stifle. J Am Vet Med Assoc 1983, 183, 456-459.

109. Slocum B., Devine T.: Cranial tibial wedge osteotomy: a technique for eliminating cranial tibial thrust in cranial cruciate ligament repair. J Am Vet Med Assoc 1984, 184, 564–569.

110. Slocum B., Slocum T.D.: Tibial plateau leveling osteotomy for repair of cranial cruciate ligament rupture in the canine. Vet Clin North Am Small Anim Pract 1993, 23, 777–795.

111. Smith G.K., Torg J.S.: Fibular head transposition for repair of cruciate-deficient stifle in the dog. J Am Vet Med Assoc 1985, 187, 375–383.

112. Spencer D.D., Daye R.M.A.: Prospective, randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical study on postoperative antibiotherapy in 150 arthroscopy-assisted Tibial Plateau Leveling Osteotomies in dogs. Vet Surg 2018, 47, 79–87.

113. Stauffer K.D., Tuttle T.A., Elkins A.D., Wehrenberg A.P., Character B.J.: Complications associated with 696 tibial plateau leveling osteotomies (2001–2003). J Am Anim Hosp Assoc 2006, 42, 44–50.

114. Tashman S., Anderst W., Kolowich P.: Kinematics of the ACL deficient canine knee during gait: serial changes over two years. J Orthop Res 2004, 22, 931– 941.

115. Tepic S., Damur D.M., Montavon P.M.: Biomechanics of the stifle joint. Proceedings 1st World Orthopaedic Veterinary Congress. Munich, Germany, September 5–8, 2002, 189-190.

116. Tivers M.S., Commerford E.J., Owen M.R.: Does a fabello-tibial suture alter the outcome for dogs with cranial cruciate ligament insufficiency undergoing arthrotomy and caudal pole medial meniscectomy? Vet Comp Orthop Traumatol 2009, 22, 283–288.

117. Thompson A.M., Bergh M.S., Wells K.L.: Tibial plateau levelling osteotomy implant removal: A retrospective analysis of 129 cases. Vet Comp Orthop Traumatol 2011, 24, 450-456.

118. Tuan J., Solano M.A., Danielski A.: Risk of infection after double locking plate and screw fixation of tibial plateau leveling osteotomies in dogs weighing greater than 50 kg. Vet Surg 2019, 48, 1211–7.

119. Tuttle T.A., Manley P.A.: Risk factors associated with fibular fracture after tibial plateau leveling osteotomy. Vet Surg 2009, 38, 355–360

120. Warzee C.C., Dejardin L.M., Arnoczky S.P., Perry R.L.: Effect of tibial plateau leveling on cranial and caudal tibial thrusts in canine cranial cruciate deficient stifles. Vet Surg 2001, 30, 278–286.

121. Weese J.S., van Duijkeren E.: Methicillin-resistant S. aureus and S. pseudintermedius in veterinary medicine. Vet Microbiol 2010, 140, 418–29.

122. Wilke V.L., Conzemius M.G., Besancon M.F., Evans R.B., Ritter M.: Comparison of tibial plateau angle between clinically normal Greyhounds and Labrador Retrievers with and without rupture of the cranial cruciate ligament. J Am Vet Med Assoc 2002, 221, 1426–1429.

123. Wingfield C., Amis A.A., Stead A.C., Law H.T.: Cranial cruciate stability in the Rottweiler and racing Greyhound: an in vitro study. J Small Anim Pract 2000, 41, 193–197.

124. Witsberger T.H., Villamil J.A., Schultz L.G.: Prevalence of and risk factors for hip dysplasia and cranial cruciate ligament deficiency in dogs. J Am Vet Med Assoc 2008, 232, 1818–1824.

125. Waxman A.S., Robinson D.A., Evans R.B., Hulse D.A., Innes J.F., Conzemius M.G.: Relationship between objective and subjective assessment of limb function in normal dogs with an experimentally induced lameness. Vet Surg 2008, 3, 241– 246.
126. Vasseur PB, Arnoczky SP. Collateral ligaments of the canine stifle joint: anatomic and functional analysis. Am J Vet Res 1981, 42, 1133–1137.
127. Yahia L.H., Drouin G.: Microscopical investigation of canine anterior cruciate ligament and patellar tendon: Collagen fascicle morphology and architecture. J Orthop Res 1989, 7, 243–251.
128. Yahia L.H., Newman N.M., St Georges M.: Innervation of the canine cruciate ligaments. A neurohistologi- cal study. Anat Histol Embryol 1992, 21, 1–8.

Wykaz tabel

Tabela nr 1

Charakterystyka funkcji więzadła krzyżowego przedniego.

Tabela nr 2

Potencjalne czynniki ryzyka wystąpienia zerwania więzadła krzyżowego doczaszkowego u psów w oparciu o wcześniejsze doniesienia naukowe (Muir 2018).

Tabela nr 3

Zestawienie podgrup biorących udział w badaniu.

Tabela nr 4

Tabela przedstawiająca stopnie kulawizny (Kipfer 2011).

Tabela nr 5

Tabela oceny stopnia zrostu kości piszczelowej po wykonanym zabiegu TPLO.

Tabela nr 6

Wyniki pomiarów kąta TPA u poszczególnych ras psów.

Tabela nr 7

Wyniki analizy statystycznej dla podgrupy 1 (berneńskie psy pasterskie).

Tabela nr 8

Wyniki analizy statystycznej dla podgrupy 2 (Terier rosyjski).

Tabela nr 9

Wyniki analizy statystycznej dla podgrupy 3 (Golden retriever).

Tabela nr 10

Wyniki analizy statystycznej dla podgrupy 4 (West Highland White Terrier).

Tabela nr 11

Wyniki analizy statystycznej dla podgrupy 5 (Owczarek niemiecki).

Tabela nr 12

Wyniki analizy statystycznej dla podgrupy 6 (American Staffordshire Terrier).

Tabela nr 13

Wyniki oceny chodu pacjentów przed oraz po wykonanym zabiegu TPLO. Pogrubioną czcionką zaznaczeni są pacjenci, którzy wykazywali kulawiznę większą bądź równą 12 tygodni.

Tabela nr 14

Powikłania, które wystąpiły u zwierząt po zabiegu TPLO.

Tabela nr 15

Tabela przedstawiająca wyniki oceny zrostu kości piszczelowej. Pogrubioną czcionką zaznaczone są zwierzęta, u których zrost był opóźniony w porównaniu do reszty psów.

Tabela nr 16

Pomiary kąta TPA po zabiegu TPLO.

Tabela nr 17

Analiza statystyczna otrzymanych wyników badań określenia zmiany kąta TPA po zabiegu TPLO wraz z upływem czasu.

Tabela nr 18

Tabela przedstawiająca analizę statystyczną otrzymanych wyników różnic między TPA końcowym a początkowym po zabiegu TPLO.

Wykaz rycin

Rycina nr 1

Ilustracja przestawiająca staw kolanowy A. od strony bocznej; 1- kość udowa; 2- więzadło udowo-rzepkowe boczne; 3- trzeszczka Vesala; 4- więzadło proste rzepki; 5- ścięgno mięśnia prostownika długiego palców; 6- łąkotka boczna; 7- więzadło poboczne boczne; 8- kość piszczelowa (guzowatość kości piszczelowej); 9- kość strzałkowa; 14- rzepka. B. od strony przyśrodkowej; 10- ścięgno mięśnia prostego uda; 11- więzadło poboczne przyśrodkowe; 12- łąkotka przyśrodkowa; 13- więzadło udowo-rzepkowe przyśrodkowe.

Rycina nr 2

Ilustracja przedstawiająca przekrój poprzeczny przez staw kolanowy. 1- więzadło proste rzepki; 2- łąkotka przyśrodkowa; 3- łąkotka boczna; 4- więzadło poboczne przyśrodkowe; 5- więzadło poboczne boczne; 6- ścięgno mięśnia podkolanowego; 7- więzadło poprzeczne łąkotek; 8- więzadło krzyżowe doczaszkowe; 9- więzadło łąkotkowo-piszczelowe doczaszkowe; 10- więzadło łąkotkowo-piszczelowe tylne; 11- więzadło łąkotkowo-udowe; 12- więzadło krzyżowe doogonowe; 13- więzadło łąkotkowo-piszczelowe tylne; 14- więzadło łąkotkowo-piszczelowe doczaszkowe; 15- ścięgno mięśnia prostownika długiego palców.

Rycina nr 3

Zdjęcie rentgenowskie kończyny z całkowitym zerwaniem więzadła krzyżowego doczaszkowego. Widoczne jest przemieszczenie kości piszczelowej względem kłykci kości udowej, zwyrodnienia powierzchni stawowych oraz odczyn zapalny w stawie.

Rycina nr 4

Radiogram przyśrodkowo-boczny z naniesionymi pomiarami kąta TPA, gdzie TPA jest kątem ostrym znajdującym się między liniami A i C.

Rycina nr 5

Zrzut ekranu. Tabela rotacji TPLO. Do określenia stopnia rotacji potrzebne są przedoperacyjne pomiary kąta TPA oraz rozmiaru ostrza. (źródło: synthes).

Rycina nr 6

Radiogram przyśrodkowo-boczny kończyny miednicznej po wykonanym zabiegu TPLO. Widoczna linia zmniejszonego wysycenia cienia w linii osteotomii z lizą kości piszczelowej w doogonowym fragmencie dalszego odłamu kości piszczelowej. Liza powstała na skutek wzajemnego tarcia fragmentów po osteotomii.

Rycina nr 7

Zainfekowana rana pacjenta po wykonanym zabiegu TPLO. Widoczny ropno-krwisty wypływ z rany.

Rycina nr 8

Radiogram przyśrodkowo-boczny kończyny miednicznej po wykonanym zabiegu TPLO. Widoczne zmniejszone wysycenie cienia dystalnego fragmentu poddanego osteotomii w doogonowej części kości piszczelowej.

Rycina nr 9

Zrzut ekranu. Wynik badania mikrobiologicznego z antybiogramem pacjenta po TPLO (wymaz pobrany z rany).

Rycina nr 10

Radiogram przednio-tylny kończyny po wykonanym zabiegu TPLO. Widoczna migracja wkrętu do przestrzeni stawowej.

Rycina 11

A. Radiogram przyśrodkowo-boczny pokazujący złamanie awulsyjne guzowatości kości piszczelowej po zabiegu TPLO. B. Radiogram przyśrodkowo-boczny po zabiegu osteosyntezy złamania awulsyjnego guzowatości kości piszczelowej.

Wykaz wykresów

Wykres nr 1

Wykres przedstawiający zależność między różnicą kąta TPA początkowym a końcowym oraz częstotliwością występowania danej wartości u wszystkich pacjentów, u których przeprowadzono zabieg TPLO.