

2 Funktionelle Anatomie

Das Kniegelenk, *Articulatio genus* setzt sich zusammen aus dem Kniekehlgelenk, *Articulatio femorotibialis* und dem Kniescheibengelenk, *Articulatio femoropatellaris*.

2.1 Das Kniekehlgelenk, *Articulatio femorotibialis*

2.1.1 Knochen

Im Kniekehlgelenk artikulieren der Oberschenkelknochen, *Os femoris* und die Unterschenkelknochen, *Tibia* und *Fibula* miteinander. Die Kondylen des *Os femoris* treffen auf die Gelenkfläche, *Facies articularis* des Schienbeins, *Tibia*.

Die Gelenkknorren, *Condylus medialis et lateralis*, tragen kaudal die glatten Gelenkflächen (*Facies articulares medialis et lateralis*) zur Artikulation mit den Sesambeinen, *Ossa sesamoidea musculi gastrocnemii* und medial und lateral die Bandhöcker, *Epicondylus medialis et lateralis*, für den Ansatz der Kollateralbänder, *Ligg. colateralia* des Kniekehlgelenkes. Die rauhe *Fossa intertubercularis* liegt zwischen den Gelenkknorren.

Zwischen dem *Condylus medialis* und *Condylus lateralis* der *Tibia* findet sich ein knöcherner Vorsprung, die nach proximomedial herausragende *Eminentia intercondylaris*. Es handelt sich hierbei um ein inkongruentes Gelenk (BUDRAS et al., 2004).

2.1.2 Menisken

Zum Ausgleich der Inkongruenz der *Facies articulares* des Femurs und der *Tibia*, sowie als Puffer in diesem Gelenk dient an jeder Seite des Kniekehlgelenkes je ein *Meniscus articularis* mit seiner kapsulogenen Fixierung. Die Menisken reichen von medial und lateral in die Gelenkhöhle, wodurch sie diese mit Ausnahme des Zentralbereiches unterteilen. Die Menisken sind apfelsinenscheibenförmig und besitzen einen scharfen, konkaven Innenrand und einen dicken, konvexen äußeren Umriss (BUDRAS et al., 2004).

2.1.3 Bänder

Die Menisken besitzen je ein craniales und ein caudales Band zur Fixierung an der *Tibia*. Das *Ligamentum tibiale craniale menisci laterale* bzw. *mediale* hat seinen Ursprung an dem jeweiligen kranialen Winkel des Meniskus und setzt an der lateralen bzw. medialen *Area intercondylaris cranialis tibiae* an. Das *Ligamentum tibiale caudale menisci laterale* bzw. *mediale* entspringt an dem betreffenden caudalen Winkel des Meniskus und das laterale Band zieht zur *Incisura poplitea tibiae*, während das mediale Band zur *Area intercondylaris caudalis tibiae* zieht. Der laterale Meniskus hat zusätzlich mit dem *Ligamentum meniscofemorale* eine Verbindung zur intercondylaren Fläche des *Condylus medialis ossis femoris*. Die kranialen Winkel der Menisken werden durch das *Ligamentum transversus genus* verbunden (NICKEL et al., 1992).

Das Kniegelenk wird durch die Seitenbänder, *Ligamenta collateralia laterale et mediale*, und die Kreuzbänder, *Ligamenta cruciata genus*, gegen unphysiologische Bewegungen stabilisiert.

Die *Ligamenta collateralia* verlaufen zwischen den Bandhöckern von Femur und Tibia bzw. Fibula. Das *Ligamentum cruciatum craniale* entspringt an der *Area intercondylaris tibiae*, zieht zwischen den kranialen Hörnern der Menisken durch und setzt an der medialen Seite des *Condylus lateralis femoris* an. Das *Ligamentum cruciatum caudale* läuft von der medialen Seite der *Incisura poplitea* der Tibia zur lateralen Seite des medialen *Condylus ossis femoris* (REESE; 1995).

2.1.4 Gelenkkapsel

Nach BUDRAS et al. (2004) ist die Gelenkkapsel des Kniekehlgelenks die Fortsetzung des Periosts. Sie überzieht mehr oder weniger glatt den Gelenkscheitel und ist in der Gelenkkehle in Falten und Zotten gelegt.

Das äußere *Stratum fibrosum* des Periosts geht in das der Gelenkkapsel über, das innere *Stratum synoviale* ist die modifizierte zellreiche Fortsetzung des *Stratum osteogenicum*. Dieses kleidet die Gelenkkapsel an der Innenseite mit zwei Typen Synovialzellen aus.

Die sezernierenden Synovialzellen sind zuständig für die Zusammensetzung der Gelenkflüssigkeit, *Synovia*. Diese ernährt den Gelenkknorpel, der nicht vaskularisiert ist.

Den phagozytierenden Synovialzellen ist es möglich, Blutzellen nach Gelenkblutungen und kleinste Knorpelfragmente bei Arthrosen aufzunehmen.

2.1.5 Funktion

Die Hauptfunktion der *Articulatio femorotibialis* ist eine weite Beugung und Streckung, die nach VOLLMERSHAUS et al. (1994) einen Bewegungsumfang von 120° hat. Zusätzlich ermöglicht eine Asymmetrie der *Condylus lateralis et medialis* von Femur und Tibia sowie der Menisken eine zusätzliche Rotationsbewegung in der Beugstellung (WAIBL et al., 1997).

Formal handelt es sich bei der *Articulatio femorotibialis* um ein Spiralgelenk. Die Spiralförmigkeit der Femurkondylen bedingt durch die Führung der beiden Seitenbänder, *Ligamenta collateralia laterale et mediale*, die zwischen den Bandhöckern von Femur und Tibia bzw. Fibula ausgespannt sind, ein scharnierartiges Rollgleiten des Kniekehlgelenkes auf dem Tibiaplateau als Hauptbewegungsart (WAIBL, 1989).

2.2 Das Kniescheibengelenk, *Articulatio femoropatellaris*

2.2.1 Knochen

Das Kniescheibengelenk wird gebildet von der Kniescheibenrolle, *Trochlea ossis femoris* und der Kniescheibe, *Patella*.

Die *Trochlea ossis femoris* befindet sich kranial am distalen Ende des Femurs und wird von einem lateralen und einem medialen Rollkamm begrenzt. Diese fallen nach außen steil, nach innen sanft ab. Nach SHUTTLEWORTH (1935) sind die beiden Rollkämme nahezu gleich hoch, der mediale ist etwas breiter als der laterale (ROUSH, 1992). Die physiologische Tiefe der *Trochlea ossis femoris* sollte nach SLOCUM und SLOCUM (1993) sowie ROUSH (1993) annähernd die Hälfte der Patellatiefe betragen, während TOMLINSON und CONSTANTINESCU (1994) mindestens die Hälfte der Patellatiefe als physiologische Trochleatiefe fordern.

Die *Patella* ist das größte Sesambein des Körpers (REESE et al., 2001) und ist eingebettet in die Endsehne des *Musculus quadriceps femoris*. Die artikulierende Seite ist konvex und sie ist doppelt so lang wie breit (ROUSH, 1993). Das proximale Ende, *Basis*, dient als Muskelansatzfläche, distal befindet sich die Spitze, *Apex*. (NICKEL et al., 1992).

2.2.2 Unterstützungsapparat

Nach DRAHN (1925) wird der Unterstützungsapparat der *Patella*, der in das Bindegewebe um die Kniescheibe gelagert ist, aus drei Anteilen gebildet: Dem *Fibrocartilago sesamoidea suprapatellaris* und den beiden *Fibrocartilagine sesamoidea parapatellares*.

Die Gleitfläche der Kniescheibe wird nach proximal durch die *Fibrocartilagine sesamoidea suprapatellares* verlängert. Dadurch wird ein sicheres Wiedereingleiten zwischen die Rollkämme des Femurs aus der maximalen Kniebeugung gewährleistet. Seitlich an der *Patella* sind die *Fibrocartilagine sesamoidea parapatellares* angelagert, die dem seitlichen Luxieren entgegen wirken. Beim jungen Hund bestehen diese Anteile aus Sehngewebe, welches in die Endsehne des *Musculus quadriceps femoris* und in die Fibrosa der Gelenkkapsel einstrahlt. Durch die Einwirkung von Druck und Reibung während der Gleitbewegung der *Patella* werden diese Gewebe in Faserknorpel umgewandelt.

2.2.3 Bänder

Weitere Stabilität geben beidseits der Patella gelegene Bindegewebszüge, Retinacula patellae, die eine Verstärkung der Fascien darstellen (FRITZ, 1989). Sie enthalten das von der Fascie schwer abgrenzbare Lig. femoropatellare laterale und Lig. femoropatellare mediale. Diese entspringen beidseits am betreffenden Os sesamoideum musculi gastrocnemii, verlaufen nur undeutlich getrennt von dem tiefen Fascienblatt und inserieren am Seitenrand der Patella (NICKEL et al., 1992).

2.2.4 Gelenkkapsel

Die Patella erhält die notwendige Bewegungsfreiheit dadurch, dass die Capsula articularis der Articulatio femoropatellaris an der kranialen Fläche nach proximal unter die Sehne des M. quadriceps femoris zieht und nach lateral und medial etwa bis zur Außenfläche der Condylen reicht.

Zwischen dem Lig. patellae und der Kniescheibengelenkkapsel liegt der Fettkörper des Knies, *Corpus adiposum infrapatellare*. Nach SHUTTLEWORTH (1935) hilft er, die verschiedenen Komponenten des Kniegelenks in ihrer Position zu halten und füllt den freien Raum zwischen der Gelenkkapsel und der Tuberositas tibiae aus. Kurz vor der Anheftung des Bandes an die Tuberositas tibiae findet sich die Bursa infrapatellaris (NICKEL, 1992).

2.2.5 Funktion

Die Articulatio femoropatellaris ist ein Schlittengelenk, bei dem die Kniescheibe in der Gelenkvertiefung, der Trochlea ossis femoris zwischen den zwei Rolkämmen gleitet (BUDRAS et al., 2004). Nach OLMSTEAD (1981) folgt die Patella im Übergang von Beugung zu voller Streckung einem leichten Bogen von medial nach lateral.

2.3 Muskulatur des Kniegelenks

Der Kniegelenksstrecker, *Musculus quadriceps femoris*, besteht aus vier Köpfen. Sein M. rectus femoris hat seinen Ursprung an der Spina iliaca ventralis caudalis ossis ilii und verläuft an der Facies cranialis des Os femoris nach distal. Der M. vastus medialis entspringt craniomedial, der M. vastus lateralis craniolateral und der M. vastus intermedius, als schwächste Portion, zusammen mit dem M. vastus lateralis am Os femoris (BUDRAS et al., 2004). Nach ENDRES (1977) geht der M. vastus intermedius in den M. vastus medialis über, die Mm. vastus lateralis et medialis vereinigen sich proximal der Patella mit der Endsehne des M. rectus femoris, die, mit der Patella als Sesambein, als unelastisches Lig. patellae proximal an der Tuberositas tibiae inserieren. Nach ROUSH (1992) gehen die Mm. vastus lateralis et medialis nicht in die Endsehne des M. rectus femoris über, sondern setzen seitlich an den Fibrocartilagine sesamoideae parapatellares an.

Der Kniekehlmuskel, *Musculus popliteus*, ist Beuger des Kniegelenks. Er entspringt in der Kniekehle aus der Kapsel des Femorotibialgelenks und zieht über die kaudale zur medialen Seite der Tibia, wo er im oberen Drittel ansetzt und ein Sesambein enthält (BUDRAS et al., 2004).

2.4 Anatomie des Kniegelenks im Computertomographen

Die Patella liegt im proximalen Bereich der Trochlea ossis femoris. Die caudale Fläche des Femurs erscheint abgeflacht (*Facies poplitea*). Die *Ossa sesamoidea musculi gastrocnemii* findet man latero- bzw. mediokaudal, wobei sie nicht unbedingt auf der gleichen Höhe liegen. Die Gelenkknorren wölben sich nach kaudal vor und werden durch die *Fossa intercondylaris* nach hinten getrennt. In diesem Bereich lassen sich lateral und medial im Weichteilfenster die Ansätze des *Lig. cruciatum craniale* bzw. *caudale* erahnen (ASSHEUER u. SAGER, 2003)

2.5 Histologie

Nach KRÖLLING und GRAU (1960) und SAJONSKI und SMOLICH (1972) baut sich das Kniegelenk folgendermaßen histologisch auf: Die gelenkbildenden Knochen werden von Knorpelschichten überzogen. Diese bestehen aus drei Schichten: Die Tangentialschicht besteht aus tangential orientierten, unvollständig maskierten Kollagenfaserbündeln und spindelförmigen Knorpelzellen. Sie setzt sich in die *Capsula fibrosa* der Gelenkkapsel bzw. in das Periost fort. Die Übergangszone enthält in die Tiefe ziehende Fibrillenformationen und Knorpelzellen ovoider Gestalt. In der Radiärzone formieren sich die ovoiden Chondrone zu senkrecht stehenden Säulen. Zwischen diesen befinden sich Fibrillenbündel aus Kollagen. Die muzinhaltige fadenziehende Synovia dient dazu, die Reibung der Gelenkflächen zu verhindern und den Knorpel zu ernähren. Die Flüssigkeit ist klar und bernsteinfarben und enthält beim gesunden Patienten vereinzelt Granulozyten, Lymphozyten, Monozyten, Fettzellen und abgestoßene Zellen des *Stratum synoviale*.

2.6 Bewegungsphysiologie

Nach SCHÄFER (1981) wird der Verlauf eines Schrittes folgendermaßen beschrieben: Die Gliedmaße beginnt sich kurz vor dem Aufsetzen der Pfote auf den Boden zu strecken und bleibt in Extension bis die Stützphase beendet ist. Die Streckmuskulatur kontrahiert sich, wobei die Patella entlang der Trochlea ossis femoris nach proximal gleitet, bis sie sich am proximalsten Ende ungestützt befindet. Das Vorführen der Gliedmaße geschieht durch Beugung des Hüftgelenks, wobei die Patella wieder distal gleitet. Sind die anatomischen Verhältnisse korrekt, liegen M. quadriceps femoris, Patella, Trochlea ossis femoris, Lig. patellae und Tuberositas tibiae auf einer Geraden (KODITUWAKKU, 1962; HULSE, 1981; ROUSH, 1993). Durch das Auf- und Abgleiten der Kniescheibe in der Rollfurche entsteht während der Streckung eine Hebelwirkung, die die Streckkraft des M. quadriceps femoris um 15 – 30 % vergrößert (HUNGERFORD u. BARRY, 1975). Dadurch wird durch eine Patellektomie die kontraktile Kraft um 15 – 30 % gesenkt (HULSE, 1981).