
Untere Extremität III

Hüftgelenk, Kniegelenk

David P. Wolfer

Institut für Bewegungswissenschaften und Sport, D-HEST, ETH Zürich

Anatomisches Institut, Medizinische Fakultät, Universität Zürich

376-0905-00 Funktionelle Anatomie, Di 01.04.2025 16:15

Aussen- / Innenrotation des Hüftgelenks

• Hauptmuskeln

- Ⓐ tiefe Muskeln:
6 Aussenroller (dorsal, senkrecht zu Achse, fast reine Rollmuskeln) ↔ Mm. glutei medius et minimus (va. in Flexion)
- Ⓑ oberflächliche Muskeln:
M. gluteus maximus (alle Anteile, dorsal, schräg zu Achse aber kräftig) ↔ M. tensor fasciae latae via Tractus iliotibialis (ventral, schräg zu Achse)

• Unterstützende Muskeln

- Ⓒ Flexoren: M. iliopsoas und M. sartorius haben aussenrotierende Wirkung ↔ kompensiert durch M. tensor fasciae latae, der ebenfalls starker Flexor ist
- Ⓓ mediale Muskelgruppe:
M. pectineus und kraniale transversale Fasern des M. adductor magnus inserieren dorsal, unterstützen Aussenrotation ↔ medialer, langer sehniger Teil des M. adductor magnus inseriert ventral, unterstützt Innenrotation
- Ⓔ dorsale Anteile der Mm. glutei medius et minimus wirken im gestreckten Hüftgelenk leicht aussenrotierend ↔ Innenrotation durch ihre ventralen Anteile

	Flexion	Extension	Aussenrotation	Innenrotation	Abduktion	Adduktion
M. psoas maj.	+++		+			
M. iliacus	+++		+			
M. gluteus max.		+++	+++		+	+
M. piriformis ¹			++		+	
M. gemellus sup. ¹			++			
M. obturatorius int. ¹			+++			
M. gemellus inf. ¹			++			
M. obturatorius ext. ¹			++			
M. quadratus femoris ¹			+++			+
M. gluteus med.	+	+	+ ³	++	+++	
M. gluteus min.	+	+	+ ³	++	++	
M. pectineus	+		+	Ⓔ	+++	
M. adductor lon.	+	+ ²		Ⓓ	+++	
M. adductor bre.	+	+ ²		+	+++	
M. adductor magnus		+		+	+++	
M. tensor fasciae latae	++		Ⓑ	+++	+	
M. gracilis	+			Ⓒ		++
M. rectus femoris	++					
M. sartorius	+					
M. biceps femoris		+				+
M. semimembranosus		+				+
M. semitendinosus		+				+

¹ Rollmuskeln = Aussenroller

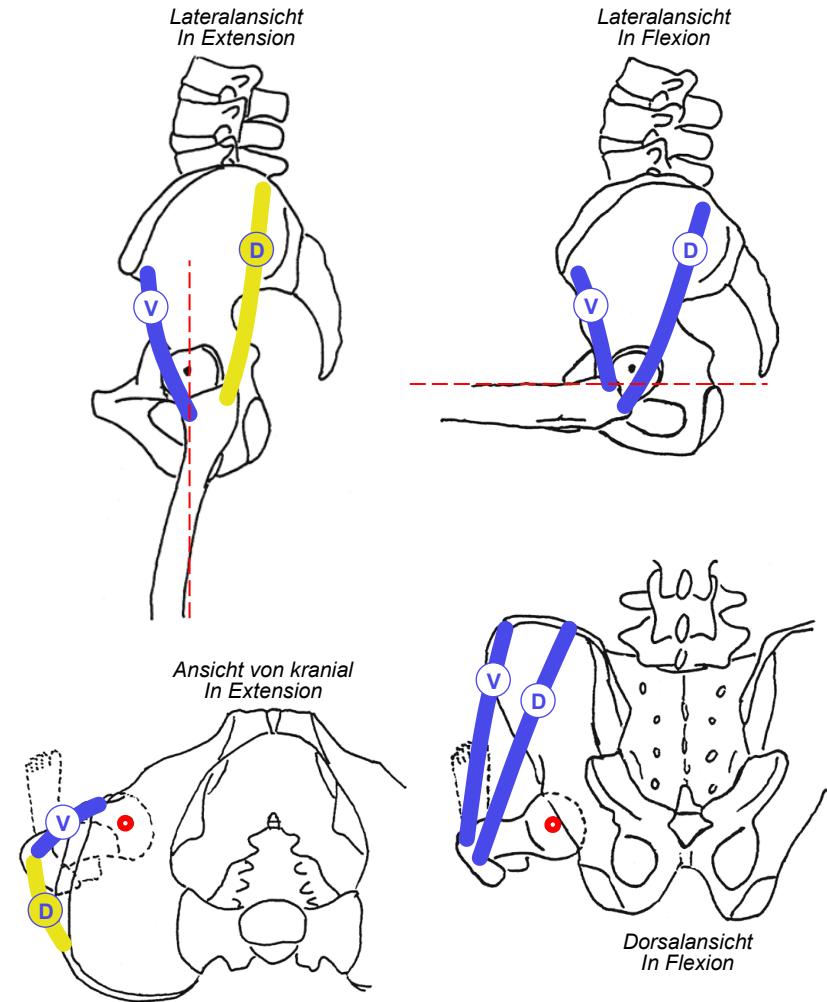
² ab 80° Flexion

³ in Extension

Innenrotation im Hüftgelenk

- M. gluteus medius
 - Dorsale und ventrale Portionen konvergieren von Aussenfläche Darmbeinschaukel zu Trochanter major
 - wichtigster Innenrotator
 - volle innenrotierende Kraft nur bei flektiertem Hüftgelenk
 - dorsale Portion in Extensionstellung dorsal des Hüftgelenks, mit leicht streckender und aussenrotierender Wirkung
 - ventrale Portion immer innenrotierend, aber in Extensionstellung schlechterer Winkel zwischen Faserrichtung und Rotationsachse, sowie kleinerer Hebelarm
- M. gluteus minimus
 - verhält sich wie M. gluteus medius, insgesamt schwächer

M. gluteus medius
M. gluteus minimus:
ventrale Portion (V)
dorsale Portion (D)
innenrotierend (blau)
ausssenrotierend (gelb)
Rotationsachse (rot gestrichelt)



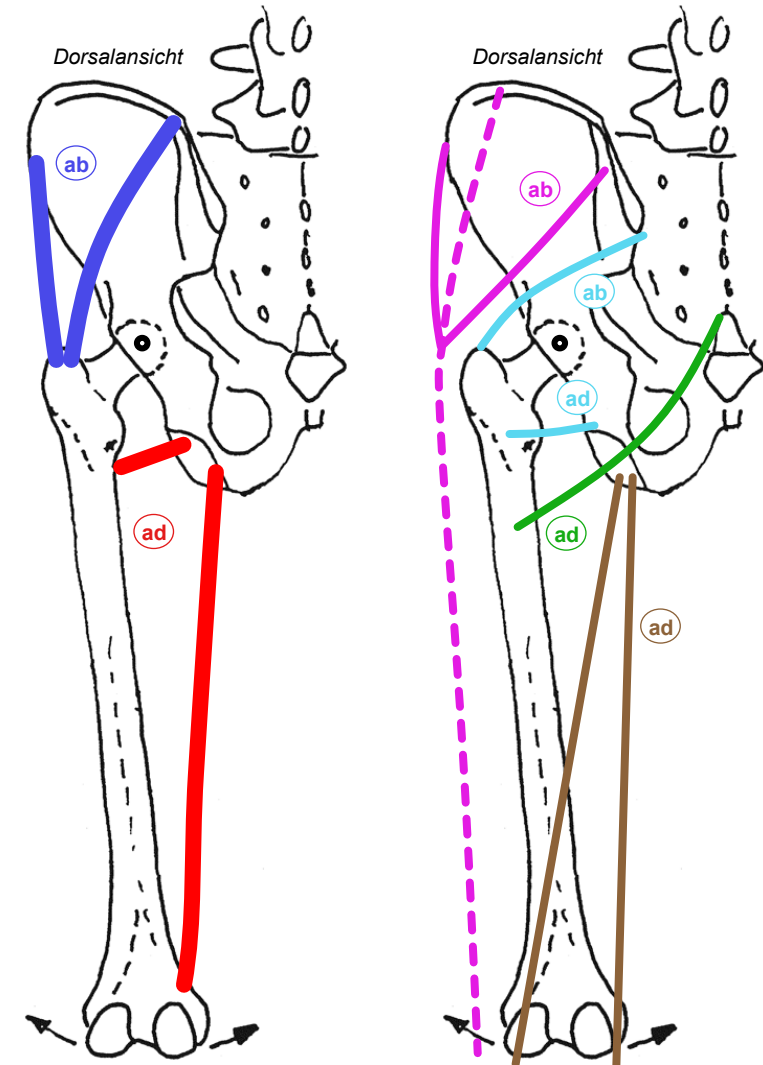
Adduktion und Abduktion im Hüftgelenk

• Hauptmuskeln

- ⓐ Mm. glutei medius et minimus:
stärkste Abduktoren, auch Aktivierung im Standbein → Stabilisation des Beckens in Frontalebene bei Anheben des Spielbeins (bei Ausfall durch Schwerpunktverlagerung kompensiert → schwankender Gang)
- ⓑ Adduktion durch mediale = Adduktoren-Gruppe (M. pectineus, M. gracilis; Mm. adductores longus, brevis, magnus): auch Aktivierung auf Lastseite zur Stabilisierung des Beckens bei Tragen schwerer Last

• Hilfsmuskeln

- ⓐ M. gluteus maximus, laterale Fasern (va. kraniale Portion via Tractus iliotibialis) synergistisch mit M. tensor fasciae latae abduzierend
- ⓑ M. gluteus maximus, mediale Fasern (va. kaudale Portion via direkter Ansatz am Femur) adduzierend
- ⓒ M. piriformis leicht abduzierend
ⓓ M. quadratus femoris leicht adduzierend } übrige Aussenroller zu nahe an Achse
- ⓓ ⓐ Hamstrings unterstützen Adduktion (aufgrund ihres Ursprungs medial des Hüftgelenks)



Abduktion / Adduktion des Hüftgelenks

• Hauptmuskeln

Ⓐ Mm. glutei medius et minimus: einzige starke Abduktoren
 ↔ ganze mediale Muskelgruppe des Oberschenkels: Adduktion

• Ausfall M. gluteus med. & min. → Beckeninstabilität in Frontalebene: Absinken des Beckens auf Spielbeinseite (Trendelenburg-Zeichen) + kompensatorische Verlagerung von Oberkörper/Schwerpunkt → schwankender Gang (Duchenne-Hinken)

• Unterstützende Muskeln

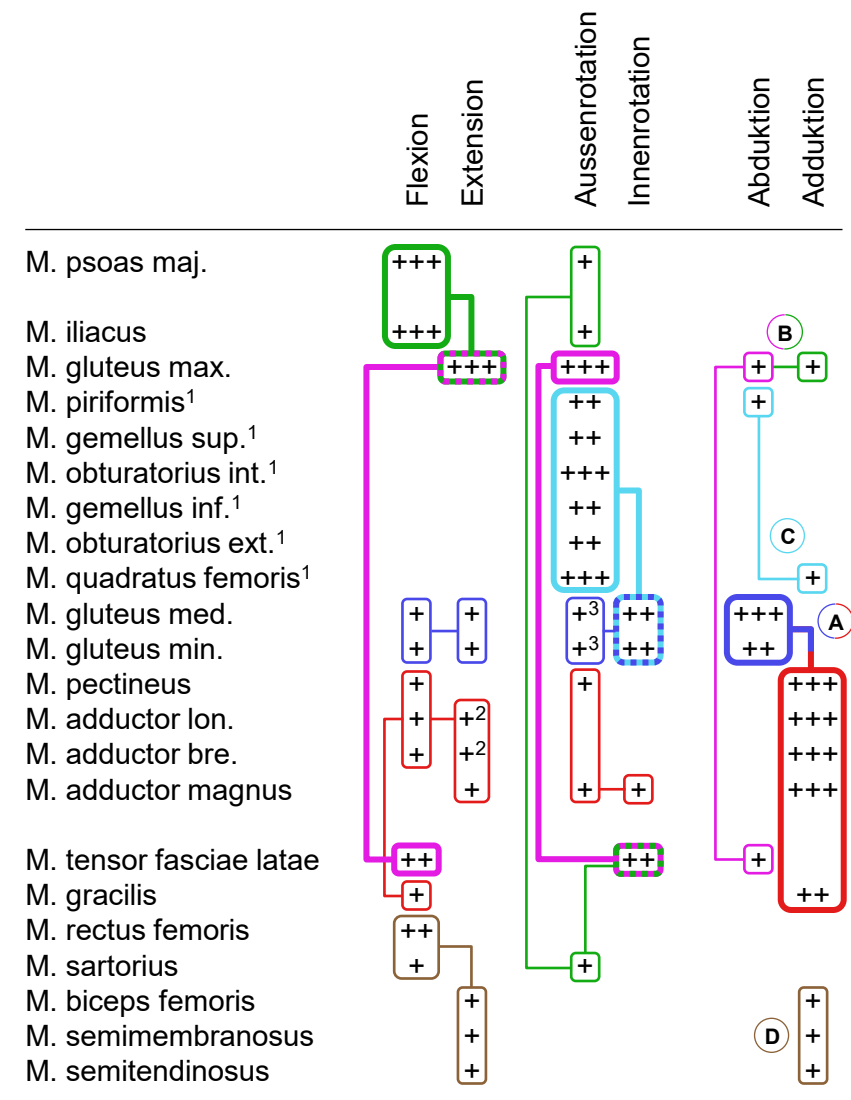
Ⓑ M. tensor fasciae latae und laterale oberflächliche Fasern
 M. gluteus maximus synergistisch: Abduktion
 ↔ mediale Fasern M. gluteus maximus: Adduktion

Ⓒ Rollmuskeln: geringe Wirkung auf Ab/Adduktion:
 kranialster M. piriformis unterstützt Abduktion
 ↔ kaudalster M. quadratus femoris Adduktion

• M. piriformis presst Hüftkopf in Hüftpfanne

Ⓓ ischiokrurale Gruppe unterstützt insgesamt Adduktion

• Muskeln ventraler Loge ohne Wirkung auf Ab/Adduktion (fehlender Hebelarm)



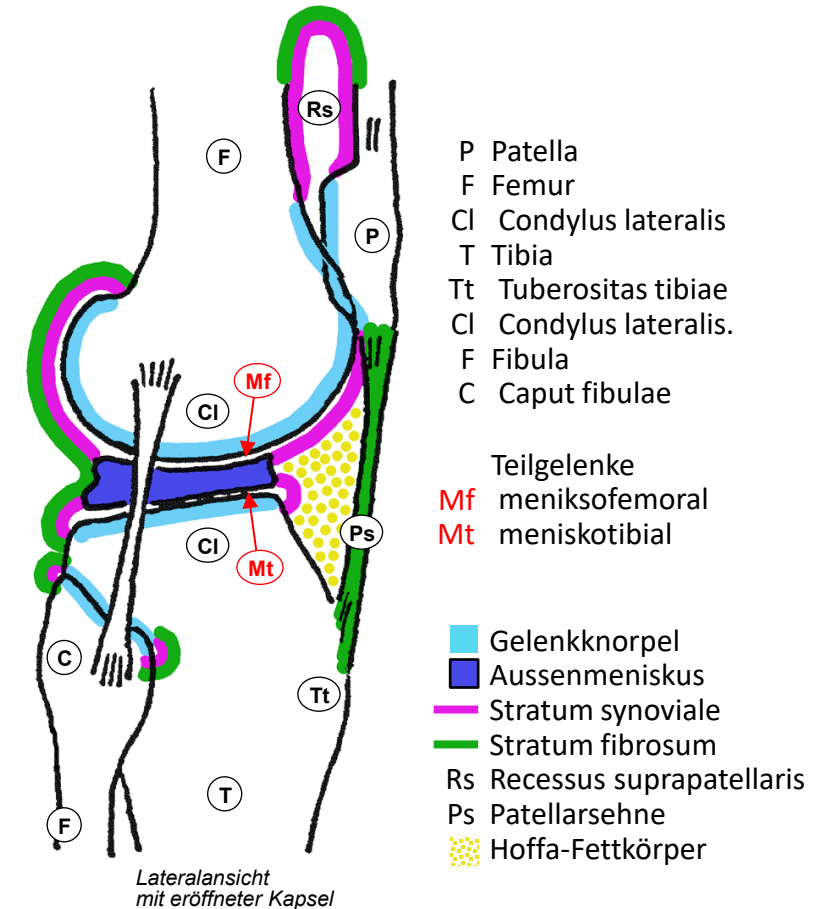
¹ Rollmuskeln = Aussenroller

² ab 80° Flexion

³ in Extension

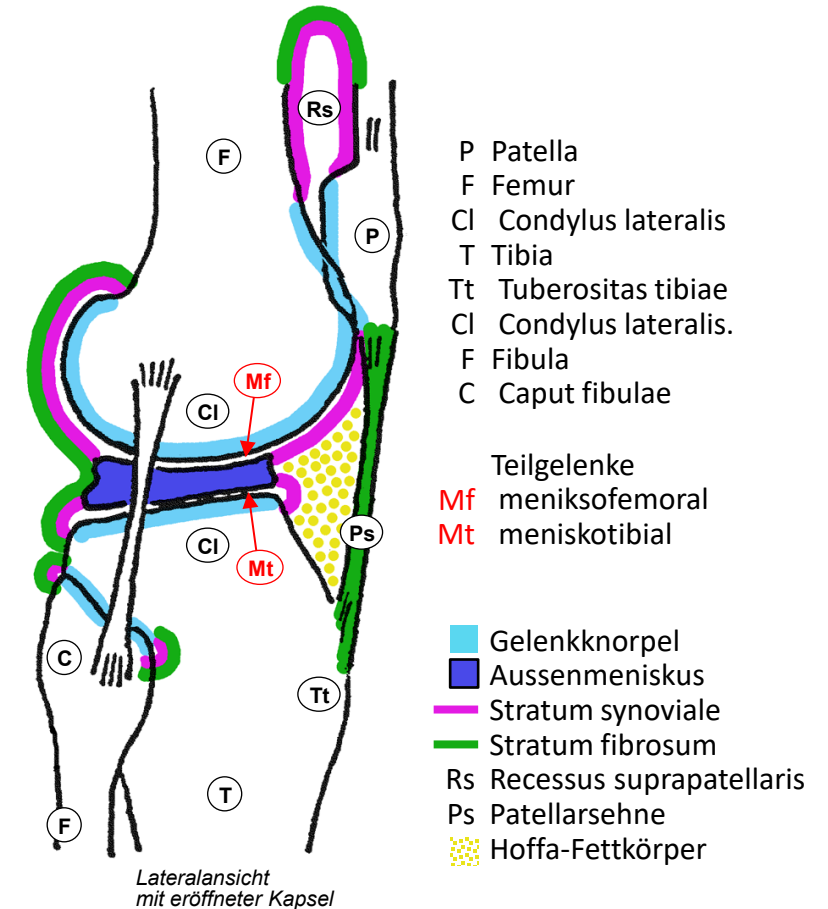
Lateralansicht des Kniegelenks

- Zusammengesetztes Gelenk
 - Femorotibialgelenk: bikondyläres Gelenk, lateraler + medialer Femurkondylus ↔ lateraler + medialer Tibiakondylus (Teile des Tibiaplateaus), knöcherner Inkongruenz
 - Femoropatellargelenk: annähernd planes Gelenk
 - gemeinsame Gelenkhöhle mit medialem und lateralem Kompartiment, dorsal getrennt, ventral kommunizierend
 - Innen- und Aussenmeniskus: unvollständige bewegliche Pfanne & Stossdämpfer, kranial konkav, kaudal flach, tragen 1/3 der Last
 - Grosse Belastung + grosser Bewegungsumfang + kaum knöcherner Führung = Verletzungen + degenerative Erkrankungen!
- Tibiofibulargelenk
 - Amphiarthrose mit separater Gelenkhöhle
- Gelenkachse in Frontalebene
 - normal Hüftkopf - Mitte Kniegelenk - oberes Sprunggelenk im Lot, Knieinnenseiten und Innenknöchel können sich berühren
 - Winkel Tibiaschaft – Femurschaft: 174° ab 7y
 - >174° Genu varum (O-Bein), Überlast auf mediales Kompartiment
 - <174° Genu valgum (X-Bein), Überlast auf laterales Kompartiment



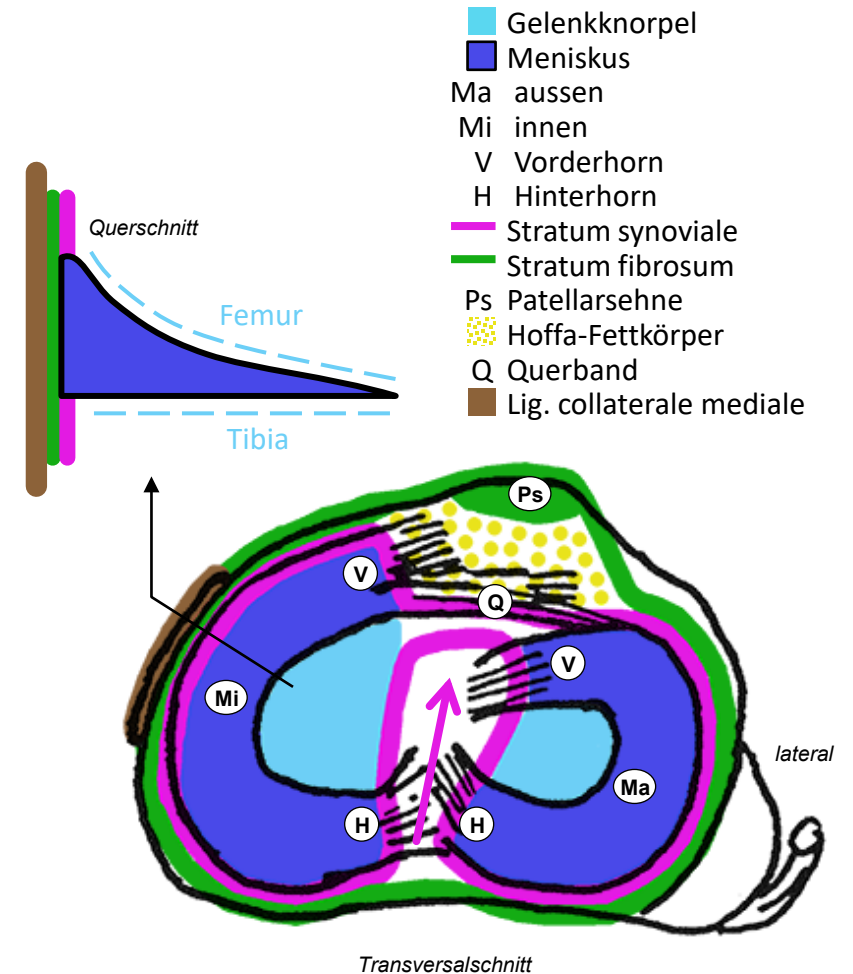
Parasagittalschnitt der Kniegelenkscapsel

- **Stratum synoviale**
 - Endet an kranialer und kaudaler Aussenkante der Menisken → mediale und laterale meniskofemorale und meniskotibiale Teilgelenke
 - Ansatz an Knorpel-Knochen-Grenze: dorsal Femur und Tibia, ventral Patella und Tibia
 - Recessus suprapatellaris: kranial der Knorpel-Knochen-Grenze von Patella und Femur, Reservefalte für Exkursion der Patella bei Knieflexion
- **Stratum fibrosum**
 - dorsal: Stratum synoviale begleitend (ausser im Bereich der Kreuzbänder), mit Aussenfläche der Menisken verwachsen
 - ventral: ersetzt durch Patellarsehne (Patellaspitze → Tuberositas tibiae) und Retinacula patellae mediale / laterale (Aponeurose des M. vastus lateralis und medialis)
 - Recessus suprapatellaris: Stratum fibrosum dünn
- **Hoffa-Fettkörper**
 - ventral zwischen Stratum synoviale und Patellarsehne
 - Pyramide, Basis ventral, Spitze zeigt nach dorsal ins Kniegelenk zwischen Femurkondylen



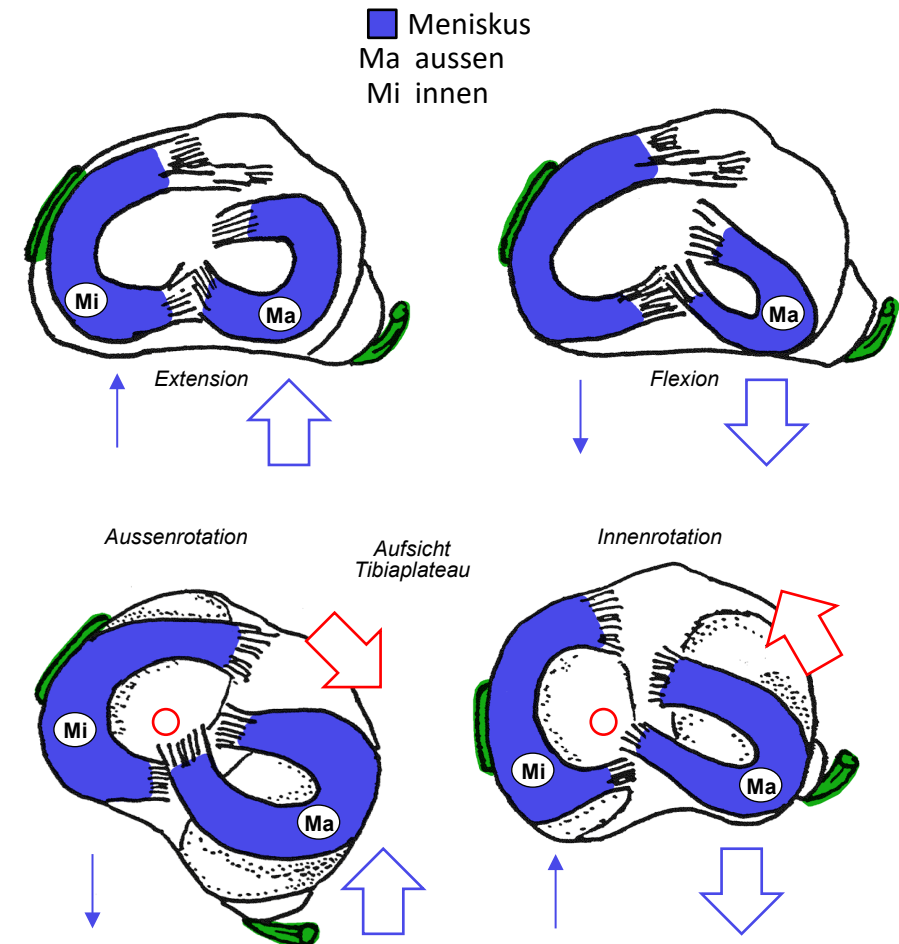
Transversalschnitt des Kniegelenks

- Form der Menisken
 - Innenmeniskus sichelförmig, schlecht schwenkbar
 - Aussenmemiskus fast geschlossene C-Form, gut schwenkbar
 - Querschnitt keilförmig: kapselseitig dick, zentral dünn
- Befestigung
 - beide: dicke Aussenfläche verwachsen mit Stratum fibrosum
 - beide: Enden von Vorder/Hinterhorn am Tibiaplateau befestigt
 - beide: Vorderhörner durch Querband verbunden
 - nur Innenmeniskus mit Kollateralband verwachsen (Kapselband)
- Verletzungen
 - Innenmeniskus wegen geringerer Beweglichkeit häufiger betroffen
- Stratum synoviale
 - Endet an kranialer und kaudaler Aussenkante der Menisken, ventral Befestigung am Querband
 - bedeckt Hoffa-Fettkörper von dorsal: Anpassung an Relief der Femurkondylen, kein Einklemmen bei Extension
 - mit Kreuzbändern als Falte von dorsal in Gelenk verlagert
→ unvollständige Trennwand zwischen Gelenkkompartimenten
 - inneres und äusseres Gelenkkompartiment kommunizieren ventral



Bewegungen der Menisken

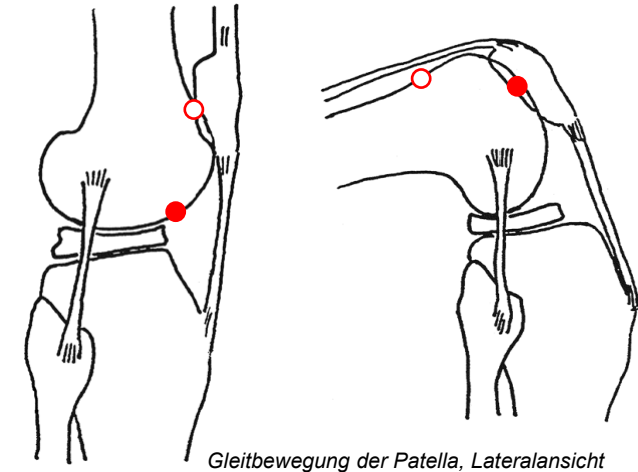
- Menisken folgen den Femurkondylen, verschieben sich dabei auf dem flachen Tibiaplateau
- Flexion/Extension
 - Verschiebung nach ventral bei Extension, nach dorsal bei Flexion: kombinierte Roll/Scharnierbewegung
 - Rollbewegung nur möglich durch Beweglichkeit der Menisken
 - Grössere Bewegung Aussenmeniskus: grössere Beweglichkeit, Geometrie der Femurkondylen (Condylus medialis etwas kürzer als Condylus lateralis)
- Aussen/Innenrotation
 - Aussenrotation: Aussenmeniskus nach ventral in Richtung Tuberositas tibiae, Innenmeniskus nach dorsal in Richtung Plateaurand
 - Innenrotation: umgekehrte Bewegungen
 - Rotation nur möglich durch Beweglichkeit der Menisken
 - Grössere Exkursion Aussenmemiskus: Rotationsachse zum medialen Tibiakondylus verlagert



Flexion und Extension

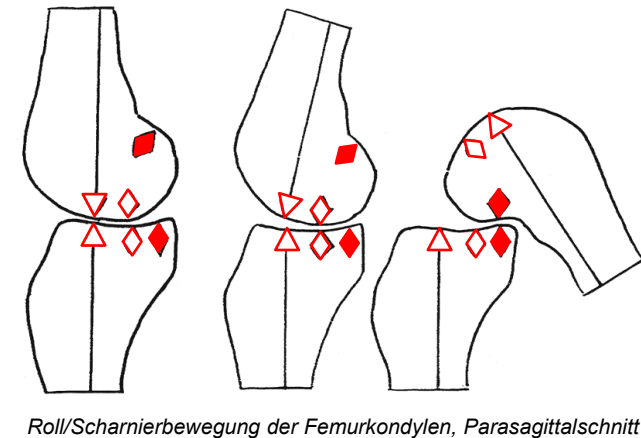
- Femoropatellargelenk

- «planes» Gelenk mit sehr hohen Druckkräften: Patella = Sesambein, immer kranial des femorotibialen Gelenkspalts (Umlenkpunkt!)
- grosse Druckbelastung → 8 mm Gelenkknorpel
- mediolaterale Stabilisierung: Patella gleitet geführt in Rinne des Femur. Probleme bei Instabilität oder schieferm Zug
- Extensionstellung: schwache Umlenkung, geringer Druck, Patella steht proximal, etwas kranial der Gelenkfläche des Femur
- Flexionstellung: starke Umlenkung, grosser Druck, Patella steht distal in rinnenförmiger Gelenkfläche zwischen Femurkondylen



- Femorotibialgelenk

- kombinierte Roll/Scharnierbewegung, Rollkomponente überwiegt zu Beginn der Flexion, Scharnierbewegung am Ende, dazwischen allmählicher Übergang
- Auflagepunkt wandert bei Flexion mit Menisken nach dorsal, Strecke auf Tibiaplateau kleiner als auf Femurkondylus
- Femurkondylen spiralig gekrümmt: Krümmungsradius ventral grösser als dorsal → Grössere Auflagefläche und Stabilität in Extension als in Flexionsstellung



Kollateralbänder

■ Lig. collaterale mediale (LCM, engl. MCL)

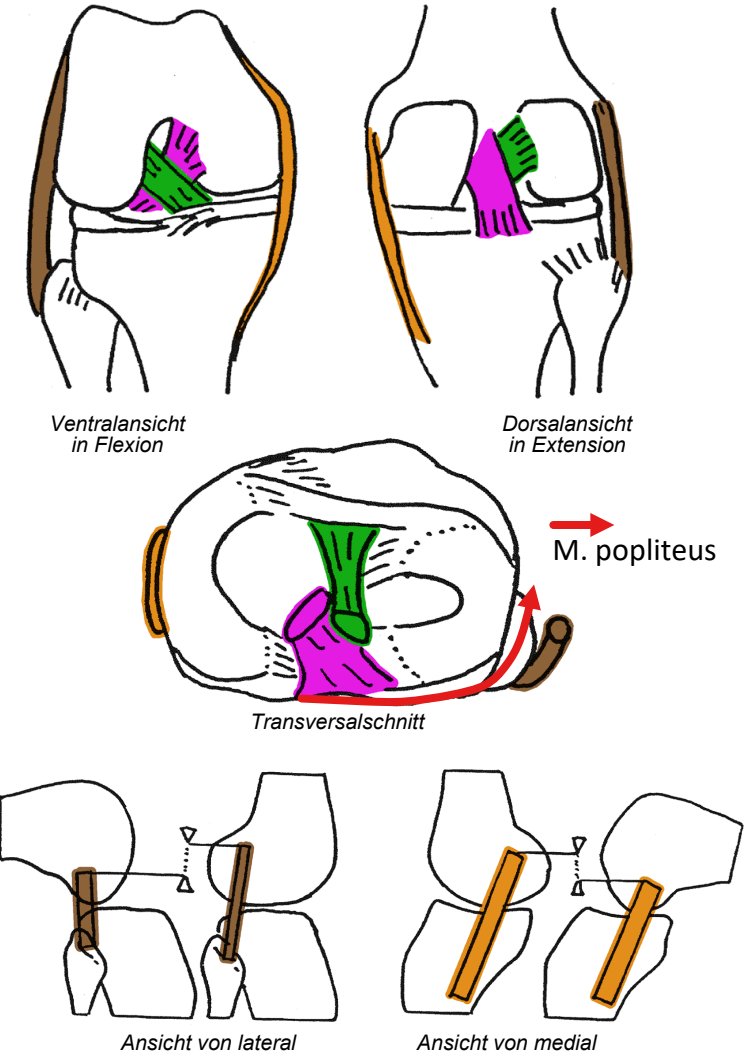
- breites Kapselband, medialer Femurepikondylus ↔ medialer Tibiakondylus
- via Stratum fibrosum mit Innenmeniskus verwachsen
- Anspannung bei Extension und Valgusstress / Abduktionsstress (Abklappen von Unter- oder Oberschenkel nach lateral)

■ Lig. collaterale laterale (LCL)

- runder Strang («Bleistift»), freies Band, lateraler Femurepikondylus ↔ Fibulaköpfchen
- Sehne des M. popliteus und Schleimbeutel zwischen Gelenkkapsel und Seitenband
- Anspannung bei Extension und Varusstress / Adduktionsstress (Abklappen des Unter- oder Oberschenkels nach medial)

• Stabilität

- nach dorsal verlagerter Ursprung beider Kollateralbänder vom Femur: maximale Anspannung und Stabilität in Extensionsstellung, Rotation blockiert
- Beschränkte Rotation im Kniegelenk nur in Flexionsstellung



Kreuzbänder

■ Lig. cruciatum anterius (LCA, engl. ACL)

- Innenseite lateraler Femurkondylus ↔ Bereich zwischen Meniskusvorderhörnern (Area intercondylaris anterior tibiae)

■ Lig. cruciatum posterius (LCP, engl. PCL)

- Innenseite medialer Femurkondylus ↔ Bereich zwischen Meniskushinterhörnern (Area intercondylaris posterior tibiae)

• Funktion

- Führen Roll/Scharnierbewegung: in jeder Stellung Anteile der Kreuzbänder angespannt
- Beschränken Innenrotation bei flektiertem Kniegelenk
- Gelenkstabilisierung durch maximale Anspannung in Extension

• Verletzungen des Kniegelenks

- Menisken und Bänder in Extension am wenigsten gefährdet
- gefährlich: Varus/Valgusstress, Rotationsstress, Extensionsstress bei (teil)flektiertem Gelenk
- Schubladenphänomene: diagnostische Zeichen für Kreuzbandruptur, ausgeprägt va bei Kombination mit Kollateralbandruptur

