

Ultraschall des Knies (adaptiert nach SGUM-Richtlinien)



Ultrasound of the Knee (Adapted According to SGUM Guidelines)

Giorgio Tamborrini^{1,2} und Stefano Bianchi^{3,4}

¹UZR® – Schweizer Ultraschallzentrum und Institut für Rheumatologie, Basel

²Rheumatologie, Universitätsspital Basel, Basel

³CIM SA, Cabinet d'imagerie médicale, Genf

⁴Division de la radiologie, Hôpitaux Universitaires de Genève, Genf

Zusammenfassung: In dieser Übersichtsarbeit wird die vereinfachte Ultraschallanatomie des Knies erläutert. Hierbei werden die adaptierten grundlegenden Standardebenen nach SGUM-Richtlinien im Detail beschrieben und anhand einer Auswahl von hochauflösenden Ultraschall-Bildern illustriert. Fundierte Kenntnisse der sonografischen Anatomie sind unabdingbar, um Pathologien zu erkennen.

Schlüsselwörter: Ultraschall, Gelenke, SGUM, muskuloskeletal, Knie

Abstract: This review paper explains the simplified ultrasound anatomy of the knee. The adapted basic standard planes are described in detail according to SGUM guidelines and illustrated with a selection of high-resolution ultrasound images. A profound knowledge of the sonographic anatomy is essential for the detection of pathologies.

Keywords: Ultrasound, Joints, SGUM, musculoskeletal, knee

Untersuchungstechnik

Frequenz der Linearsonde: Zur Untersuchung oberflächlich liegender Strukturen am Knie (z.B. Entesen oder oberflächliche Nerven wie z.B. der N. peroneus superficialis) empfehlen wir die Wahl von Frequenzen zwischen 10 und 18 MHz. Für die Untersuchung tief liegender Regionen wird die Frequenz tiefer gewählt: zwischen 9 und 12 MHz.

Patientenposition: Die Patientin/der Patient liegt auf dem Rücken für die Untersuchung der anterioren, medialen und lateralen Strukturen. Die statische und dynamische Beurteilung der anterioren, medialen und lateralen Strukturen erfolgt sowohl in Streckstellung wie auch in leichter (20–30 Grad Flexionsstellung) und auch in maximaler Flexionsstellung (z.B. zur Beurteilung des vorderen Kreuzbandes oder des hyalinen Knorpels der Femurkondylen). In der Seitenlage werden ergänzend mit Varus- und Valgusstress die medialen und lateralen Bereiche funktionell untersucht. In Bauchlage oder im Stehen erfolgt zuletzt die Beurteilung des posterioren Knies statisch und dynamisch (z.B. erfolgt eine Flexion mit Rotationskomponenten). In den Abbildungen 1 und 2 wird eine Auswahl von Sondenpositionen zur Knieuntersuchung illustriert.

Sonoanatomie anteriores Knie

Knie anterior transversal und longitudinal

- Position: Rückenlage, Hüftgelenk in Neutralstellung, Kniegelenk gestreckt und in Flexion
- Untersuchung statisch und dynamisch

Strukturen anterior (in Klammer: Orientierungspunkte)

- Ossäre Orientierungspunkte
 - Femur
 - Femurkondylen
 - Patella
 - Tibia
 - Fibula
- Suprapatellär (Position: Rückenlage, «Nackenrolle» unter Knie (ca. 20–30° Flexion):

Im Artikel verwendete Abkürzungen

MCL Innenband des Knies

SGUM Schweizerische Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin

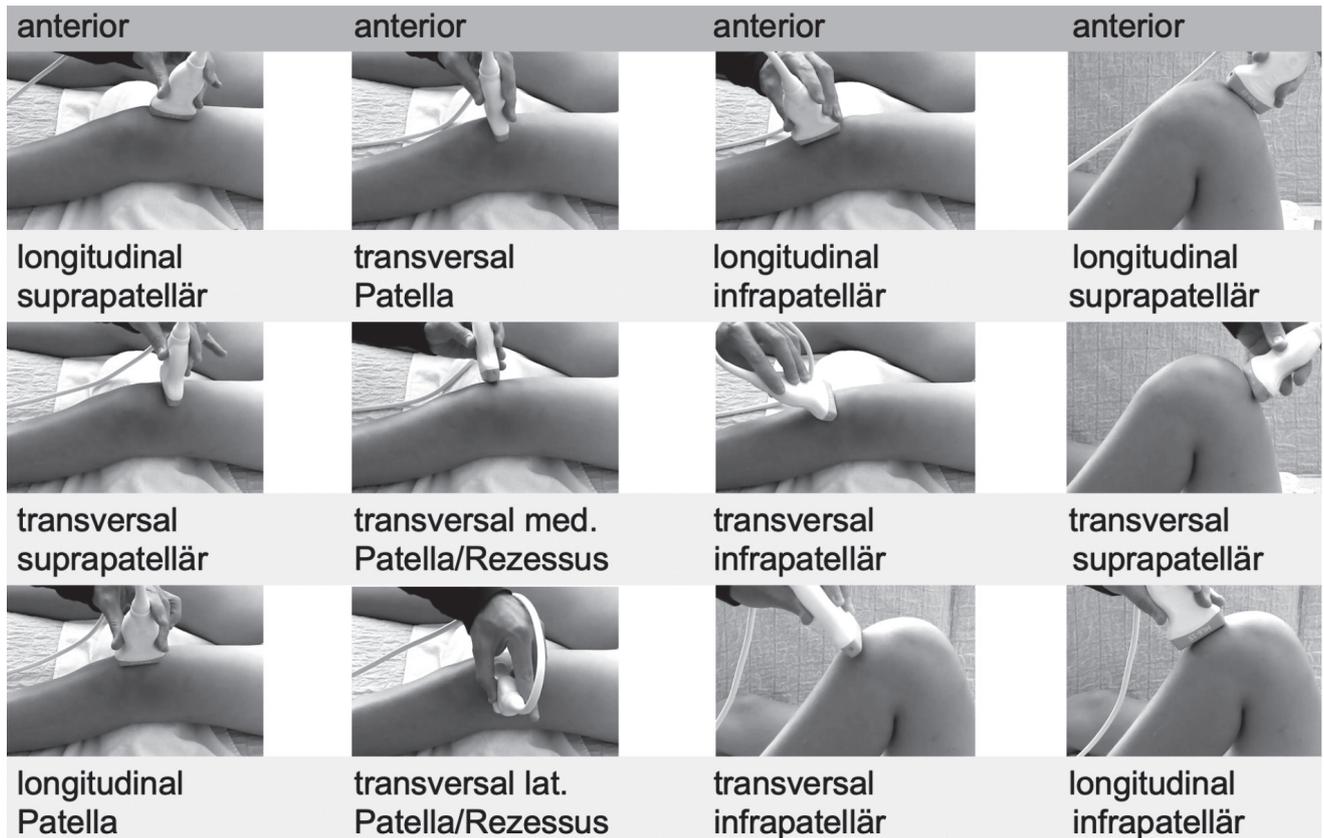


Abbildung 1. Auswahl von Sondenlagen bei der standardisierten statischen Hüftuntersuchung.

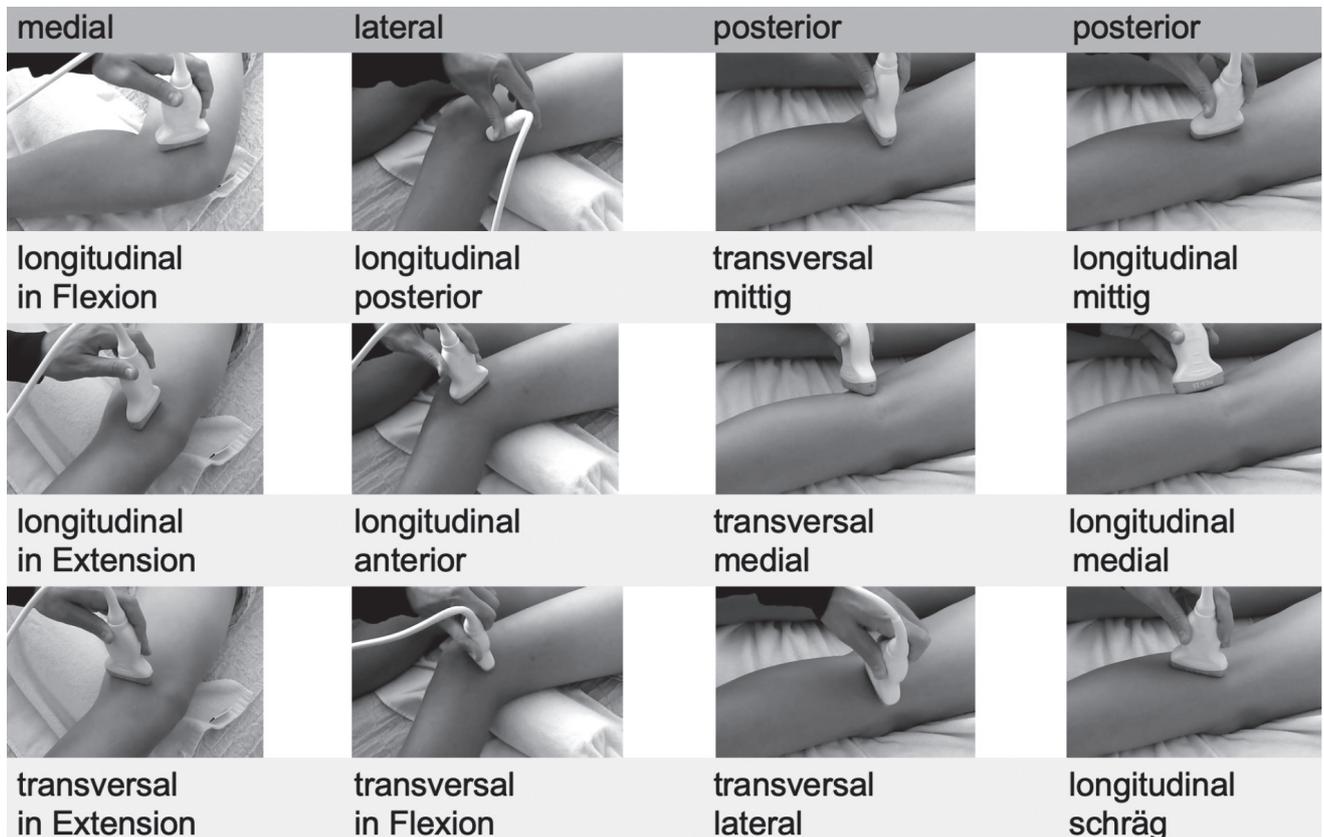


Abbildung 2. Auswahl von Sondenlagen bei der standardisierten statischen Hüftuntersuchung.

https://econtent.hogrefe.com/doi/pdf/10.1024/1661-8157/a003540 - Sunday, June 11, 2023 11:10:49 PM - IP Address: 87.102.175.124

- Knorpelbeurteilung im femoro-patellären Gleitlager (Position: maximal gebeugtes Knie)
- Trochlea femoris (Position: maximal gebeugtes Knie)
- Patellaoberpol, Quadrizepssehneninsertion
- Retinaculum patellae mediale und laterale (Patella, Femur)
- Übergang Sehne Quadrizepsmuskulatur
- 3-lagige Quadrizepssehne (oberflächlich: Sehne des M. rectus femoris; intermediär: Sehne des M. vastus lateralis und medialis; tief: Sehne des M. vastus intermedius)
- Suprapatellärer Fettkörper und präfemoraler Fettkörper (Patella, Femur)
- Recessus suprapatellaris (auch lateral und medial)
- Präpatellär: Bursa präpatellaris (cave: kein Druck mit Sonde)
- Infrapatellär (Position: Rückenlage, «Nackenrolle» unter Knie, ca. 30° Flexion):
- Ligamentum patellae (Patella, Tuberositas tibiae)
- Hoffa-Fettkörper (Patella, Tuberositas tibiae, Femur)
- Bursa infrapatellaris superficialis und profunda (Tuberositas tibiae)
- Tuberositas tibiae
- In der Tiefe Femurkondylus und infrahoffatischer Rezessus (Tibia)
- Vorderes Kreuzband (Eminentia intercondylaris)

Suprapatelläre Region: Wir beginnen die Untersuchung bei gestrecktem Kniegelenk und im Weiteren in einer 20–30-Grad-Flexion im Kniegelenk. Hierbei orientieren wir uns am Femur, welcher als ossäre Landmarke in der Tiefe dient. Idealerweise beginnen wir die Untersuchung im Bereich des mittleren Oberschenkels in einem Transversalschnitt und bewegen die Ultraschallsonde in der Lift-technik nach distal. In einem zweiten Schritt erfolgt die Untersuchung longitudinal. Die Sonde wird von proximal nach distal bis zum Patellaoberpol bewegt unter Beurteilung der Quadrizepsmuskulatur (M. vastus lateralis, intermedius, medialis und M. rectus femoris), der myotendinösen Übergänge und zuletzt der Quadrizepssehne mit Insertion an der Patella. Die Quadrizepssehne besteht aus drei Lagen, welche vor allem in der Longitudinalebene gut voneinander differenziert werden können: Oberflächlich liegt der Anteil des Musculus rectus femoris, intermediär jener des Musculus vastus lateralis und medialis und in der Tiefe der Anteil des Musculus vastus intermedius.

Zwischen der Quadrizepssehne und dem Patellaoberpol befindet sich der suprapatelläre Fettkörper, anterior des Femurs in der Tiefe kann der präfemorale Fettkörper dargestellt werden. Dazwischen liegt der Recessus suprapatellaris, welcher physiologischerweise mit echofreier Flüssigkeit gefüllt ist. Durch Anspannen der Quadrizeps-

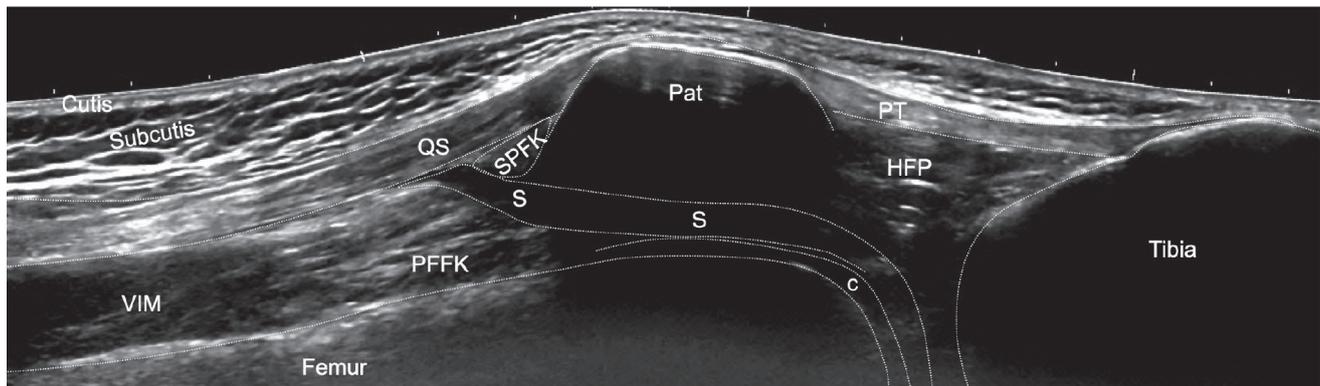


Abbildung 3. Anteriorer Longitudinalschnitt, Panoramaaufnahme.

QS = Quadrizepssehne, VIM = M. vastus intermedius, PFFK = präfemoraler Fettkörper, SPFK = suprapatellärer Fettkörper, Pat = Patella, PT = Ligamentum patellae, HFP = Hoffa' Fettkörper, s = synovialer Rezessus, c = hyaliner Knorpel des Femurkondylus.

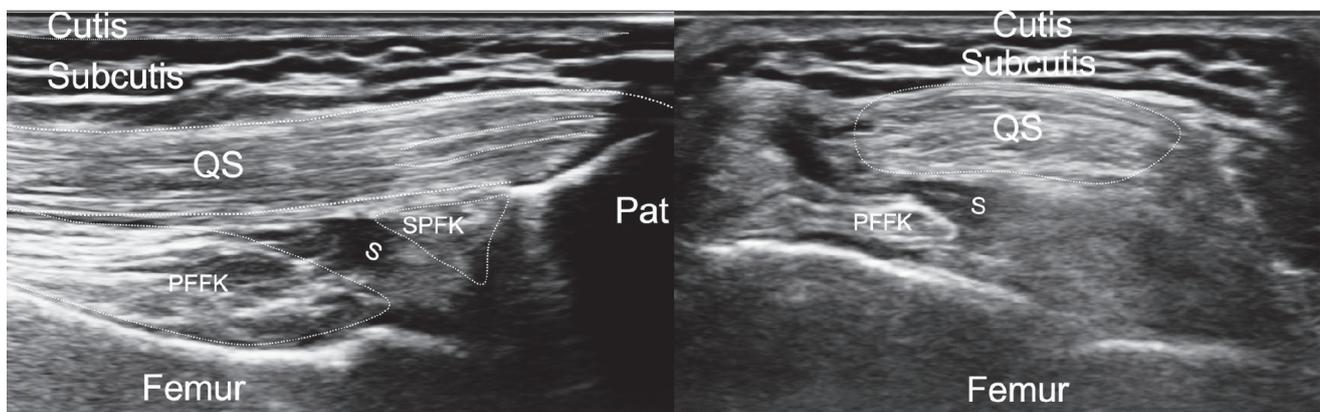


Abbildung 4. Anteriorer suprapatellärer Longitudinalschnitt und Transversalschnitt.

QS = Quadrizepssehne, PFFK = präfemoraler Fettkörper, SPFK = suprapatellärer Fettkörper, Pat = Patella, s = suprapatellärer synovialer Rezessus.

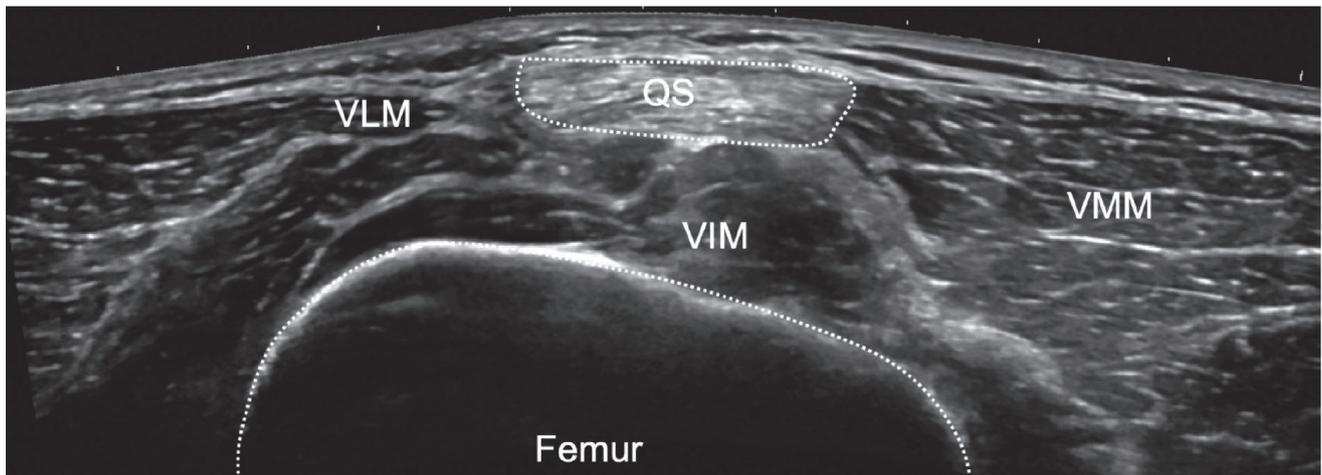


Abbildung 5. Transversaler suprapatellärer Transversalschnitt.

QS = Quadrizepssehne, VMM = M. vastus medialis, VIM = M. vastus intermedius, VLM = M. vastus lateralis.

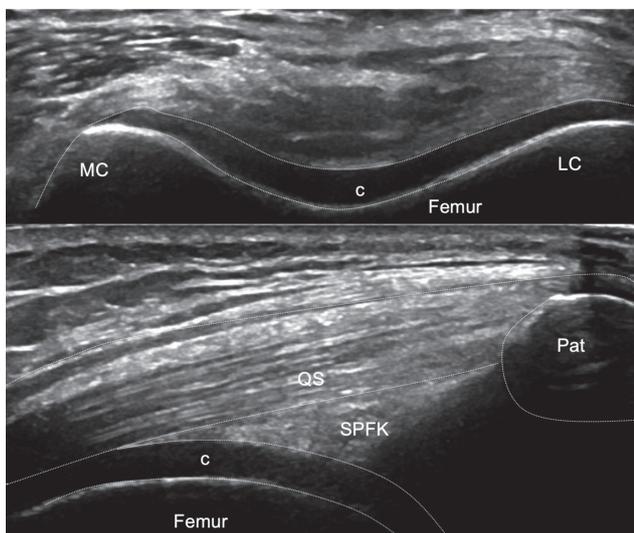


Abbildung 6. Transversaler suprapatellärer Transversalschnitt und Longitudinalschnitt in maximaler Flexion.

QS = Quadrizepssehne, Pat = Patella, SPFK = suprapatellärer Fettkörper, MC = medialer Femurkondylus, LC = lateraler Femurkondylus, c = hyaliner Knorpel.

muskulatur (z.B. das gestreckte Bein hochheben lassen) kommt in der Regel zusätzliche Flüssigkeit vom distal gelegenen femorotibialen Gelenk in den suprapatellaren Recessus. In den tiefen Schichten präfemorale befinden sich eingangs erwähnter Fettkörper, welcher nicht mit einer synovialen Proliferation verwechselt werden sollte, da die Echogenität sehr ähnlich ist. Unter Anwendung einer hohen Frequenz wird die Insertion der Quadrizepssehne am Patellaoberpol beurteilt. Hierbei handelt es sich um eine typische Entthese, was bedeutet, dass kurz vor der Insertion das fibrilläre Muster der Sehne sich in eine echoarme Zone verändert, da hier die Sehne zu Faserknorpel wird, bevor sie in den Knochen übergeht. Einzelne Fasern der Quadrizepssehne ziehen über die Patella und kommunizieren mit der Patellarsehne. In einer maximalen Knieflexion kann transversal und longitudinal der hyaline Knorpel der Femurkondylen visualisiert werden (Abb. 1–4).

Patellaregion: Die Kniescheibe wird longitudinal und transversal untersucht. Einerseits wird die Kortikalis beurteilt, andererseits auch die Entthesen im Bereich der Insertion der Quadrizepssehne und distal im Bereich des Ursprungs der Patellarsehne. Einzelne kortikale Unterbrechungen der Patella sind normal, dies entspricht jeweils den Eingängen von nutritiven Gefäßen. Es ist hier auch auf Normvarianten zu achten, wie z.B. auf eine Patella bipartita. Durch Anwendung von viel Ultraschallgel und ohne Sondendruck wird die Bursa präpatellaris aufgesucht, die normalerweise im Übergang mittleres zu distalem Drittel der Patella subkutan liegt und weiter nach distal ziehen kann. In Einzelfällen kann die Synovialmembran visualisiert werden und wenig echofreie Flüssigkeit beinhaltend. In einem Transversalschnitt auf Höhe der Patella bewegen wir die Sonde nach medial und nach lateral, dies jeweils von proximal nach distal und beurteilen isoliert die Sehne des Musculus vastus lateralis, bzw. des Musculus vastus medialis und das Retinaculum patellae mediale, bzw. laterale. Durch Kompression des medialen Recessus, respektive des lateralen Recessus, kann jeweils Flüssigkeitsaustritt auf der gegenüberliegenden Seite in den jeweiligen synovialen medialen oder lateralen Recessus ausgelöst werden.

Infrapatelläre Region: Infrapatellär achten wir auf die Bursa infrapatellaris superfizialis. Diese liegt subkutan zwischen der Insertion des Ligamentum patellae an der Tuberositas tibiae und der Subcutis. Physiologischerweise wird in der Regel keine Flüssigkeit detektiert. Anders ist es in der Bursa infrapatellaris profunda, welche anatomisch in der Tiefe liegt zwischen der Insertion des Ligamentum patellae an der Tuberositas tibiae und dem ganz distalen und anterioren Anteil des Hoffa-Fettkörpers: Durch eine maximale Flexion im Kniegelenk kann hier praktisch immer etwas Flüssigkeit in der Bursa dargestellt werden. Das Ligamentum patellae vom Patellaunterpol bis zur Tuberositas tibiae ziehend wird statisch und dynamisch untersucht, das heißt in entspanntem und in angespanntem Zustand. Infrapatellär longitudinal und transversal lässt sich in der Tiefe der distale Femurkondylus darstellen. Durch Wahl von tieferen Frequenzen wird der gesamte Hoffa-Fett-

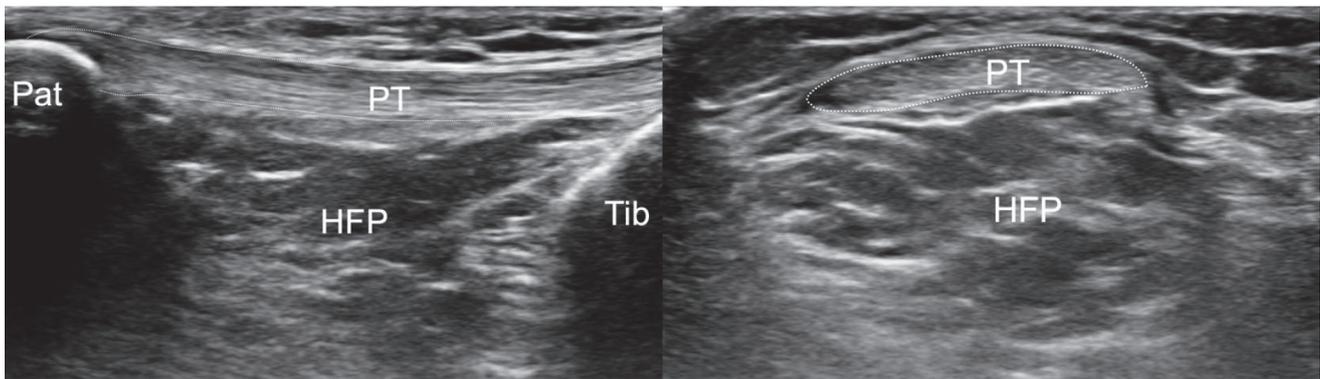


Abbildung 7. Infrapatellärer Longitudinal- und Transversalschnitt.
Pat = Patella, PT = Ligamentum patellae, HFP = Hoffa' Fettkörper, Tib = Tibia.

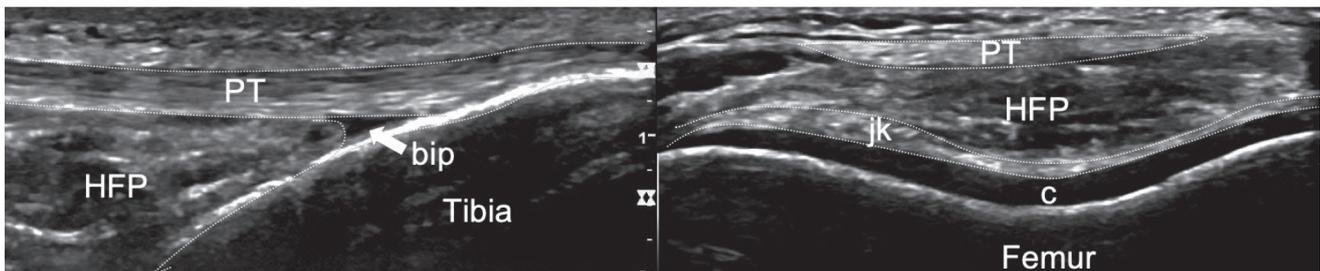


Abbildung 8. Infrapatellärer Longitudinal- und Transversalschnitt in maximaler Knieflexion.
PT = Ligamentum patellae, HFP = Hoffa' Fettkörper, bip = Bursa infrapatellaris profunda, jk = Gelenkkapsel mit Synovia, c = hyaliner Knorpel.

körper beurteilt, zudem auch die Synovialmembran und die Gelenkkapsel femorotibial in der Tiefe, welche auf dem Knorpel der Femurcondylen aufliegt. In der Tiefe und distal liegt der intrahoffatische synoviale Recessus, welcher am besten visualisiert wird, wenn die Patientin/der Patient das Bein in Richtung Untersuchungsfläche drückt. In maximaler Knieflexion wird die Insertion des vorderen Kreuzbandes an der Eminentia intercondylaris ersichtlich. Durch Kippen der Sonde wird soweit möglich unter die Patella und durch den Hoffa-Fettkörper der hyaline Knorpel der Femurcondylen beurteilt (Abb. 5-7).

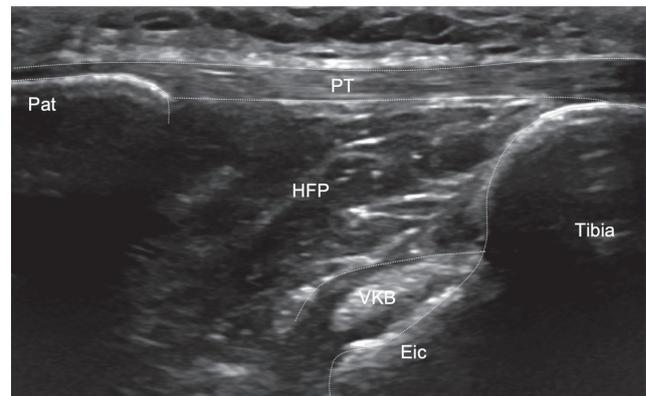


Abbildung 9. Infrapatellärer Longitudinaler Schnitt.
Pat = Patella, PT = Ligamentum patellae, HFP = Hoffa' Fettkörper, VKB = vorderes Kreuzband, Eic = Eminentia intercondylaris.

Sonoanatomie mediales Knie

Knie medial transversal und longitudinal

- Position: Rückenlage, Hüftgelenk in Neutralstellung, Kniegelenk gestreckt und in Flexion
- Untersuchung statisch und dynamisch (Innen- und Aussenrotation, Valgus- und Varusstress in Seitenlage)

Strukturen medial (in Klammer: Orientierungspunkte)

- Ossäre Orientierungspunkte
 - medialer Femurcondylus
 - Patella
 - Tibia

- Lig. collaterale mediale = MCL (tiefere Schicht verwachsen mit Meniskus medialis und Gelenkkapsel)
- Lig. meniscomemorale und meniscotibiale (Femur, Tibia)
- Meniskus medialis (Femur, Tibia)
- Femoro-tibialer Gelenkspalt
- Medialer Femurcondylus, mediales Tibiaplateau
- Medialer Recessus (Femur, Tibia)
- Pes anserinus mit Sehneninsertionen vom M. sartorius, M. gracilis und M. semitendinosus über MCL (Tibia)
- Insertion M. semimembranosus (Tibia)
- N. saphenus (medial von M. gracilis)

Mit einem Longitudinalschnitt beginnend orientieren wir uns proximal am Femur und distal an der Tibia. Zuerst

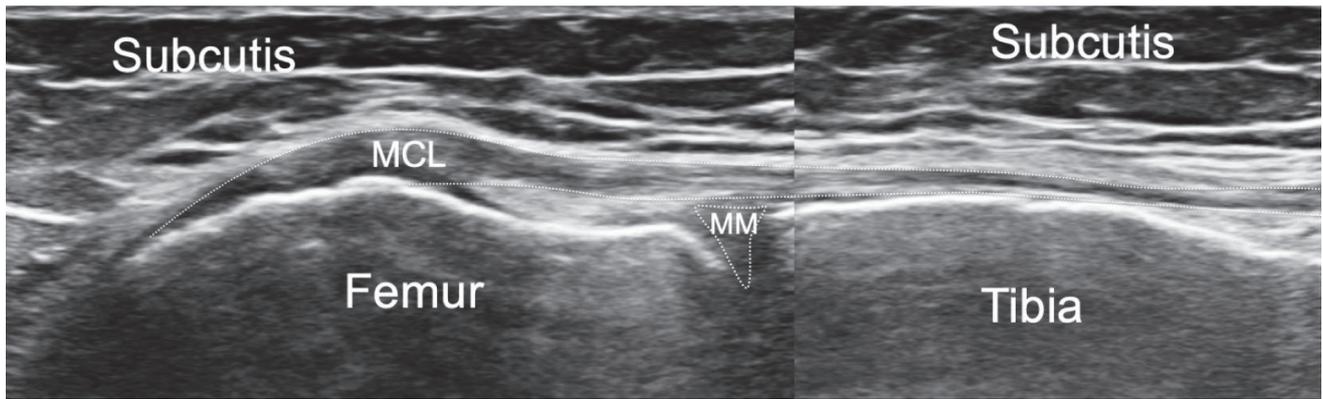


Abbildung 10. Medialer Longitudinalschnitt.

MCL = mediales Kollateralligament, MM = medialer Meniskus.

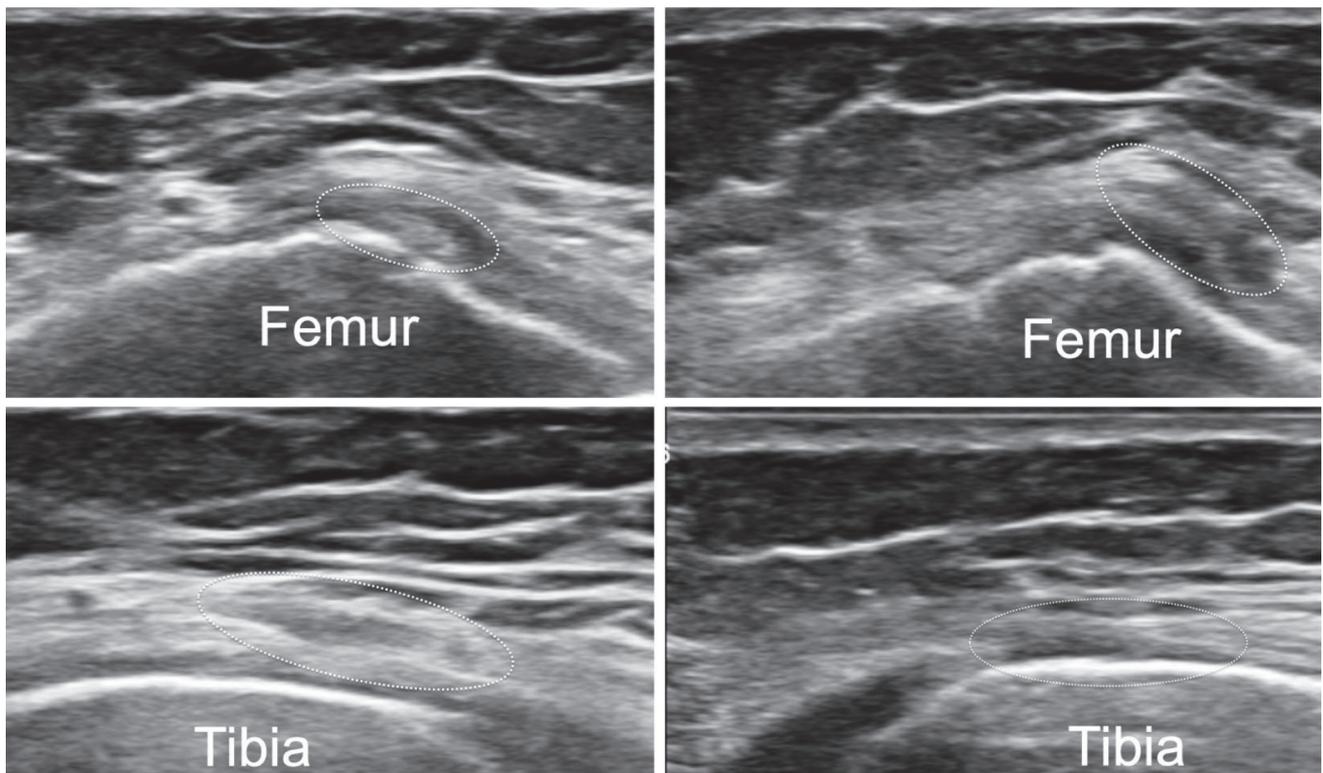


Abbildung 11. Mediale Transversalschnitte von proximal nach distal entlang des medialen Kollateralligamentes.

untersuchen wir die Strukturen in einer gestreckten Position, dann in einer Flexionsstellung und zuletzt dynamisch, entweder in Rückenlage oder in Seitenlage. Bei der Untersuchung der medialen Strukturen ist das Kniegelenk idealerweise in einer leichten 20–30°-Flexion auf einer Rolle positioniert und leicht aussenrotiert. Wir beurteilen den medialen Meniskus, der aus Faserknorpel besteht und mit den tiefen Schichten des medialen Kollateralbandes verbunden ist. Wichtig ist die Untersuchung des Meniskus sowohl longitudinal wie auch transversal, statisch und im Rahmen einer funktionellen Untersuchung. Im Weiteren werden die einzelnen Ligamente zwischen Meniskus und Femur, bzw. Meniskus und Tibia statisch und funktionell visualisiert. Etwas echofreie Flüssigkeit im medialen Recessus ist physiologisch. Das mediale Seitenband wird vom Ursprung am Femur bis zur Tibia nach distal verfolgt. In dieser Region sehen wir die aponeurotische Insertion des

Pes anserinus superficialis, bestehend aus den Sehnen des Musculus sartorius, Musculus gracilis und Musculus semitendinosus. Etwas proximal davon, unter dem MCL und begleitet von einer Arterie und dem Ramus infrapatellaris des N. saphenus, kann eine der mehreren Insertionen des Musculus semimembranosus visualisiert werden. Die Bursa anserina ist beim Gesunden in der Regel nicht darstellbar, und eine Bursitis ebenda ist äusserst selten (Abb. 8–11).

Sonoanatomie laterales Knie

Knie lateral transversal und longitudinal

- Position: Rückenlage, Hüftgelenk in Neutralstellung, Kniegelenk gestreckt und in Flexion

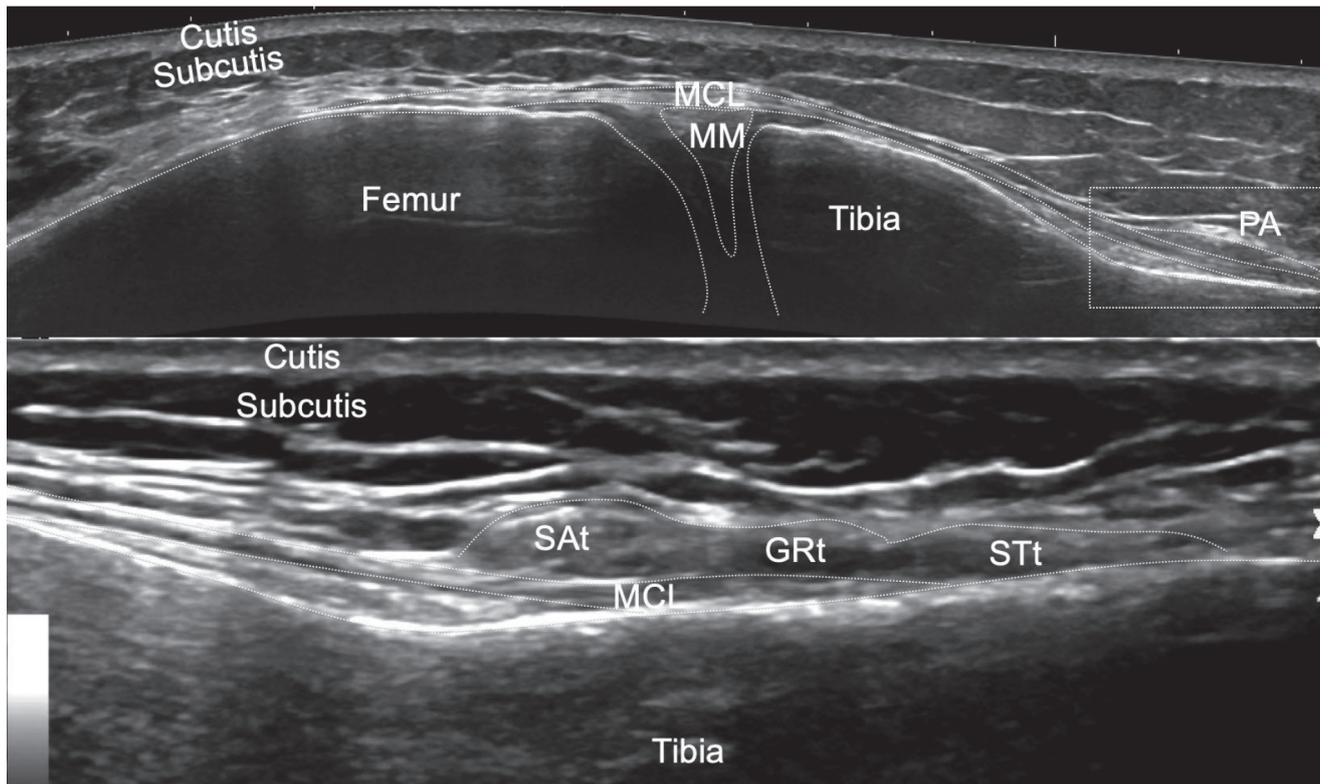


Abbildung 12. Medialer Transversalschnitt, Panoramaaufnahme und Detailaufnahme des Pes anserinus.

MM = medialer Meniskus, MCL = mediales Kollateralligament, PA = Pes anserinus, SAT = Sehne des M. sartorius, GRt = Sehne des M. gracilis, STt = Sehne des M. semitendinosus.

- Untersuchung statisch und dynamisch (Innen- und Aussenrotation, Valgus- und Varusstress in Seitenlage)

Strukturen lateral (in Klammer: Orientierungspunkte)

- Ossäre Orientierungspunkte
 - lateraler Femurkondylus
 - Patella
 - Tibia
 - Fibula
- Lig. collaterale laterale/fibulare, keine feste Verbindung zu Meniskus und Gelenkkapsel (Femur, Tibia)
- Gelenkkapsel (Femur, Tibia)
- Sehne des M. popliteus (Femur)
- Tractus iliotibialis (Tuberculum Gerdy)
- Bursa iliotibialis
- Subpoplitealer Rezessus (Femur)
- Femoro-tibialer Gelenkspalt (Femur, Tibia)
- Lateraler Femurkondylus, laterales Tibiaplateau
- Lateraler Meniskus (Femur, Tibia)
- Lateraler Recessus (Femur, Tibia)
- Tibio-fibulares Gelenk (Tibia, Fibula)
- N. peronealis (medialer Rand M. biceps femoris)

Analog zur medialen Knieuntersuchung beginnen wir mit einem Longitudinalschnitt und orientieren uns proximal am Femur und distal an der Tibia, respektive etwas

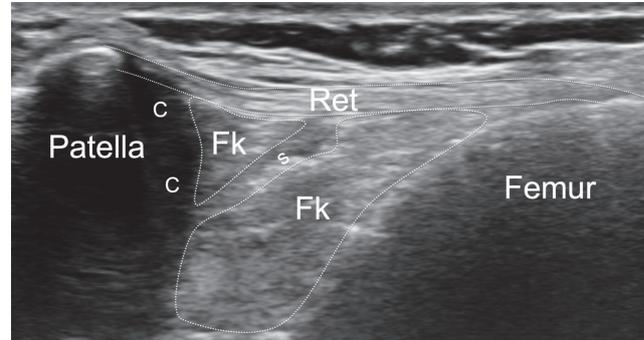


Abbildung 13. Medialer Transversalschnitt Höhe Rezessus.

c = hyaliner Knorpel, s = medialer synovialer Rezessus, Ret = Retinaculum mediale, fk = Fettkörper.

posteriorer an der Fibula. Bei der Untersuchung des lateralen Knies wird das Bein bei 20–30° Flexion im Kniegelenk leicht innenrotiert. Es werden der laterale Femurkondylus und das laterale Tibiaplateau mit dem femorotibialen Gelenkspalt beurteilt. Die Gelenkkapsel verläuft zusammen mit dem Bandapparat lateral bis zum Ansatz des Tractus iliotibialis am Tuberculum Gerdy (lokalisiert antero-lateral der tibialen Epiphyse). Um den Tractus iliotibialis (iliotibial band = ITB) kann gelegentlich Flüssigkeit in einer Bursa dargestellt werden. Auch hier beurteilen wir den Meniskus statisch und dynamisch in allen Ebenen. Eine kleine Arterie kann lateral des äusseren Randes des Meniskus dargestellt werden und dient als Landmarke. Das laterale Kollateralligament ist nicht mit dem Meniskus verwachsen und entspringt dem Femur und inseriert zu-

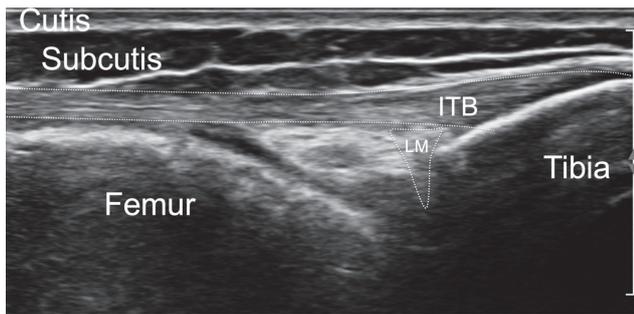


Abbildung 14. Lateraler Longitudinalschnitt.
LM = lateraler Meniskus, ITB = distale Insertion des Tractus iliobialis (am Tuberculum Gerdy).

sammen mit der Bizepssehne am Fibulaköpfchen. Die Popliteusehne hat ihren Ursprung in der Fossa poplitea am Femur, darunter kann in der Regel ein kleiner synovialer Recessus dargestellt werden, welcher mit wenig echofreier Flüssigkeit gefüllt ist. Physiologische echofreie Flüssigkeit im lateralen Recessus ist üblich (Abb. 12, 13).

Sonoanatomie posteriores Knie

Knie posterior transversal und longitudinal

- Position: Bauchlage oder stehend, Kniegelenk gestreckt und in Flexion
- Untersuchung statisch und dynamisch (Innen- und Aussenrotation)

Strukturen posterior (in Klammer: Orientierungspunkte)

- Ossäre Orientierungspunkte
 - Femurkondylen
 - Tibia
 - Fibula
- M. gastrocnemius medialis und lateralis
- Medial: M. sartorius, M. gracilis, M. semitendinosus, M. semimembranosus
- Zwischen M. semimembranosus und M. gastrocnemius medialis: semimembranosus-gastrocnemius Bursa («Bakerzyste»)
- Meniskushinterhorn
- Posteriores Kreuzband (Tibia)
- Posteriore Gelenkkapsel (Femur, Tibia)
- Gefäß-Nervenbündel: superficial: N. tibialis, intermediär: V. poplitea, profund: A. poplitea (Füsse anheben für Venenbeurteilung)
- Lateral: M. biceps femoris (Fibulaköpfchen)
- Fabella
- N. peronealis (Medialer Rand M. biceps femoris)

Die posteriore Untersuchung erfolgt in Bauchlage oder im Stehen. Popliteal orientieren wir uns zunächst anhand

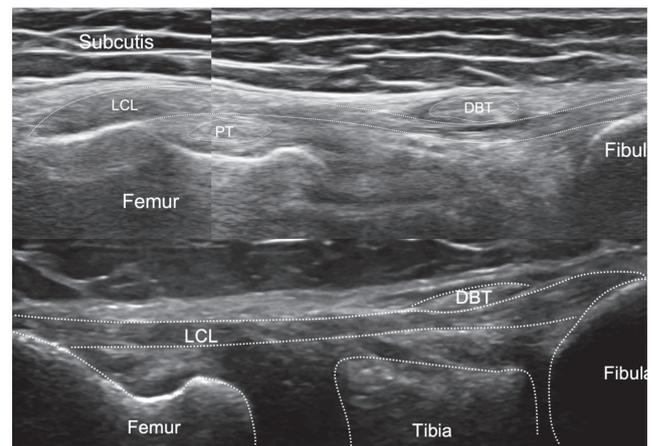


Abbildung 15. Laterale Longitudinalschnitte.
LCL = laterales Kollateralligament, PT = Sehne des M. popliteus, DBT = distale Bizepssehne.

eines Transversalschnittes an den Femurkondylen und an der Arteria und Vena poplitea (intercondylärer Transversalschnitt). Oberflächlich liegt der Nervus tibialis, gefolgt von der Vena poplitea und der in der Tiefe liegenden Arteria poplitea.

Von medial nach lateral werden folgende Strukturen systematisch transversal, longitudinal, statisch und dynamisch aufgesucht: der M. sartorius, die Sehne des M. gracilis, die Sehne des M. semitendinosus, die Sehne des M. semimembranosus und die Sehne des M. gastrocnemius gefolgt vom medialen Kopf des M. gastrocnemius.

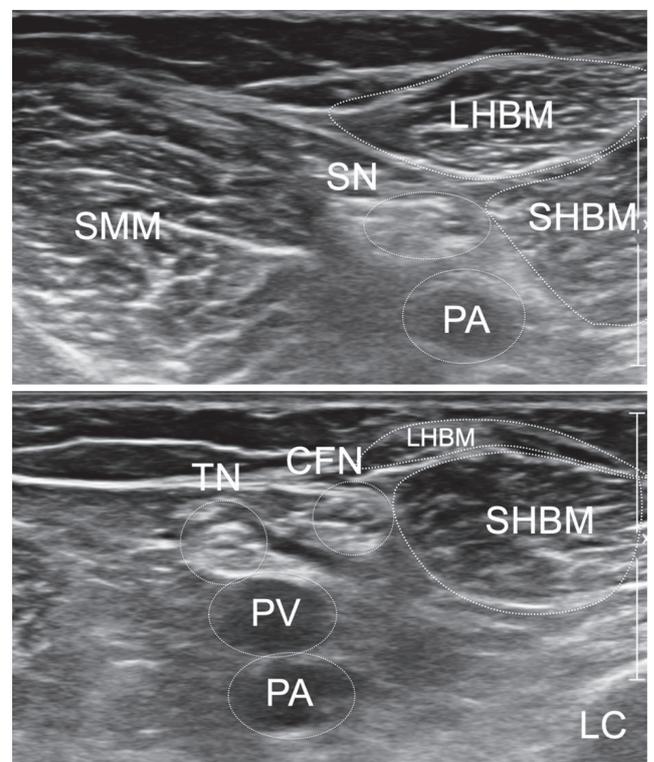


Abbildung 16. Posteriore Transversalschnitte lateral.
SMM = M. semimembranosus, SN = N. ischiadicus, LHBM = Caput longus des M. biceps femoris, SHBM = Caput breve des M. biceps femoris, TN = N. tibialis, CFN = N. peroneus (fibularis) communis, PV = V. poplitea, PA = A. poplitea.

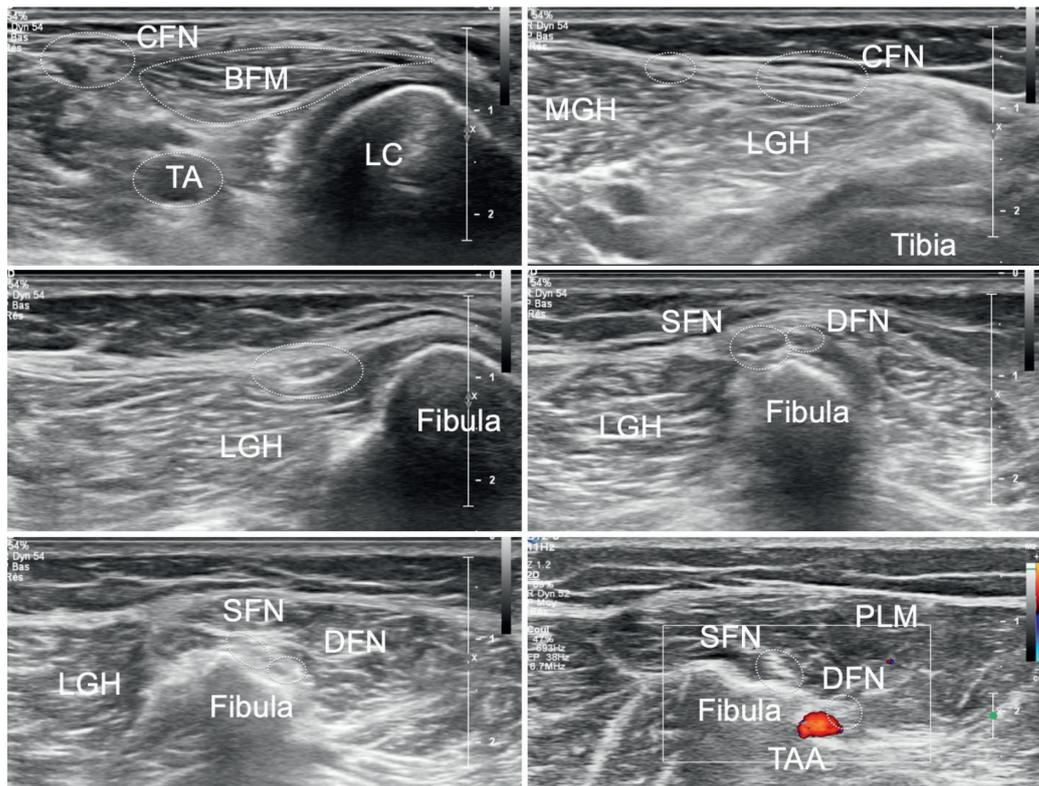


Abbildung 17. Posteriore Transversalschnitte lateral.

CFN = N. peroneus (fibularis) communis, TA = A. tibialis posterior, BFM = M. biceps femoris, LC = lateraler Femurkondylus, MGH = Caput mediale des M. gastrocnemius, LGH = Caput laterale des M. gastrocnemius, SFN = N. peroneus (fibularis) superficialis, DFN = N. peroneus (fibularis) profundus, PLM = M. peroneus longus, TAA = A. tibialis anterior.

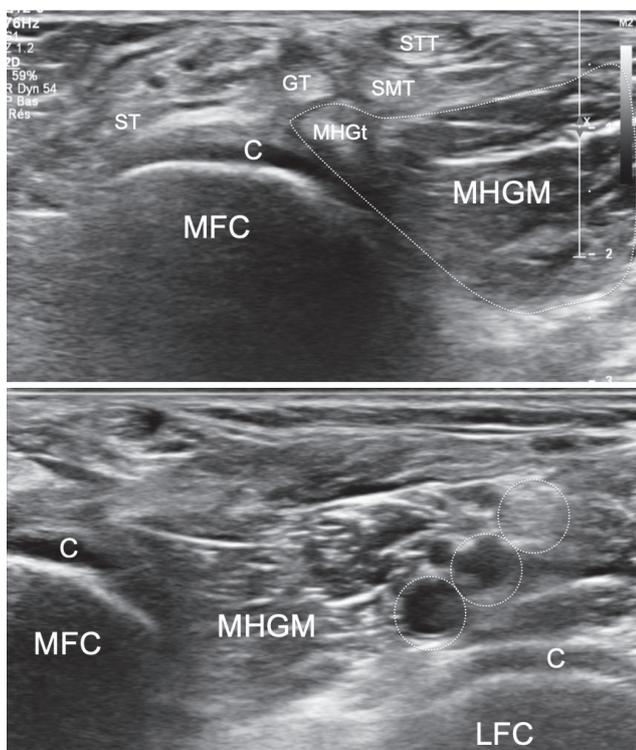


Abbildung 18. Posteriore Transversalschnitte medial und mittig. MHGM = Caput mediale des M. gastrocnemius, MFC = medialer Femurkondylus, c = hyaliner Knorpel, ST = Sehne des M. sartorius, GT = Sehne des M. gracilis, MHGt = Sehne des Caput mediale des M. gastrocnemius, SMT = Sehne des M. semimembranosus, STT = Sehne des M. semitendinosus, LFC = lateraler Femurkondylus.

Zwischen der Sehne des M. semimembranosus und dem Caput mediale des M. gastrocnemius liegt die Semimembranosus-Gastrocnemius-Bursa, welche auch «Bakerzyste» genannt werden kann. Die Autoren ziehen es vor, die Semimembranosus-Gastrocnemius-Bursa im Stehen und nach Belastung des Kniegelenkes zu untersuchen.

Medial transversal lassen sich von proximal der M. semimembranosus und der M. gastrocnemius medialis darstellen. In der Tiefe wird das Hinterhorn des medialen Meniskus visualisiert, proximal der mediale Femurkondylus und distal das Tibiaplateau mit dem jeweiligen echofreien hyalinen Knorpelüberzug. Das hintere Kreuzband wird in einem schrägen Schnitt unter Anwendung tiefer Frequenzen visualisiert.

In einem lateralen Longitudinalschnitt lassen sich proximal der Musculus biceps femoris und distal der Musculus gastrocnemius lateralis jeweils transversal und longitudinal darstellen. In der Tiefe liegt das laterale Meniskushinterhorn, etwas proximal der laterale Femurkondylus, distal die Tibia und lateraler das Fibulaköpfchen. Popliteal wird der Nervus peroneus communis und dessen weitere distale Äste aufgesucht (Abb. 14–17).

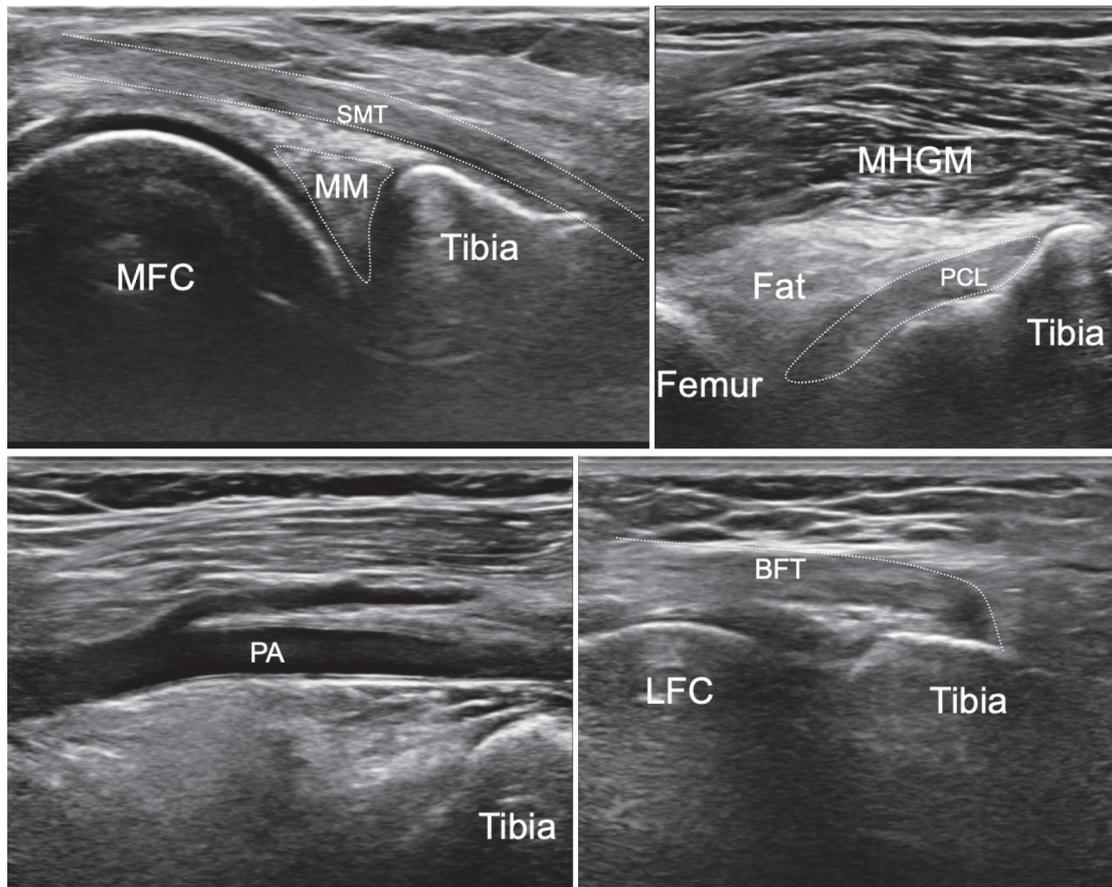


Abbildung 17. Posteriore Longitudinalschnitte von medial nach lateral.

MFC= medialer Femurkondylus, MM = medialer Meniskus, SMT = Sehne des M. semimembranosus, MHGM = Caput mediale des M. gastrocnemius, PCL = hinteres Kreuzband, LFC = lateraler Femurkondylus, BFT = Sehne des M. biceps femoris, PA = A. poplitea.

Literaturempfehlungen

- Alves TI, Girish G, Kalume Brigido M, Jacobson JA. US of the knee: Scanning techniques, pitfalls, and pathologic conditions. *Radiographics*. 2016; 36: 1759–1775. doi:10.1148/rg.2016160019.
- Bianchi S, Martinoli C, Demondion X. Ultrasound of the nerves of the knee region: Technique of examination and normal US appearance. *J Ultrasound*. 2007;10:68–75. doi:10.1016/j.jus.2007.04.004.
- De Maeseneer M, Marcelis S, Boulet C, et al. Ultrasound of the knee with emphasis on the detailed anatomy of anterior, medial, and lateral structures. *Skeletal Radiol*. 2014;43:1025–1039. doi:10.1007/s00256-014-1841-6.
- Orduña Valls JM, Vallejo R, López Pais P, et al. Anatomic and ultrasonographic evaluation of the knee sensory innervation: A cadaveric study to determine anatomic targets in the Treatment of Chronic Knee Pain. *Reg Anesth Pain Med*. 2017;42:90–98. doi:10.1097/AAP.0000000000000516.
- Yablon CM, Melville DM, Jacobson JA. Ultrasound of the knee. *AJR Am J Roentgenol*. 2014;202:W284. doi:10.2214/AJR.13.11483.

Manuskript akzeptiert: 15.04.2020

Interessenskonflikt: Die Autoren erklären, dass keine Interessenskonflikte bestehen.

KD Dr. med. Giorgio Tamborrini-Schütz
 UZR® – Ultraschallzentrum Rheumatologie
 Aeschenvorstadt 68
 4051 Basel
 und
 Universitätsspital Basel
 Petersgraben 4
 4031 Basel

gt@uzrbasel.ch