

Ultraschall des Fusses (adaptiert nach SGUM-Richtlinien)



Ultrasound of the Foot (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 Fusses 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, muskuloskelettal, Fuss, Sprunggelenk, Zehen

Abstract: This review paper explains the simplified ultrasound anatomy of the foot including the ankle, midfoot and the toes. 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, foot, ankle, toe

Untersuchungstechnik

Frequenz der Linearsonde: Zur Untersuchung oberflächlich liegender Strukturen am Fuss (z.B. enthesesealen Ansatz der Achillessehne, Sehnenansätze an den Zehen oder oberflächliche Nerven) 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 zunächst auf dem Rücken für die Untersuchung der anterioren, medialen und lateralen Strukturen. Die statische und dynamische Untersuchung der anterioren, medialen und lateralen Strukturen erfolgt sowohl bei gebeugtem als auch bei gestrecktem Knie. In einer Seitenlage werden ergänzend die medialen und lateralen Bereiche statisch und funktionell untersucht. In Bauchlage erfolgt im Folgenden die Beurteilung der posterioren Abschnitte statisch und dynamisch (z.B. erfolgt eine Dorsalflexion im OSG). Die Bauchlage erlaubt zudem eine optimale Untersuchungsmöglichkeit der medialen, plantaren, lateralen und auch der anterioren Strukturen. Der Vorteil dieser Position ist, dass bei über der Untersuchungslage überhängendem Fuss mit einer Hand der Fuss bewegt werden kann, während die andere Hand die Ultraschallsonde führt (z.B.

funktionelle Beurteilung der Bänder am Innen- oder Ausenknöchel). In den Abbildungen 1 bis 3 wird eine Auswahl von Sondenpositionen zur Fussuntersuchung in Rücken- und in Bauchlage veranschaulicht.

Sonoanatomie OSG, USG und Mittelfuss dorsal/anterior

Fuss (OSG, USG, Mittelfuss) anterior transversal und longitudinal

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

Im Artikel verwendete Abkürzungen

MTP	Metatarsalköpfchen, proximale Phalanx
OSG	Oberes Sprunggelenk
DIP-Gelenk	Distales Interphalangealgelenk
SGUM	Schweizerische Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin
TMT	Tarsometatarsalgelenke
USG	Unteres Sprunggelenk

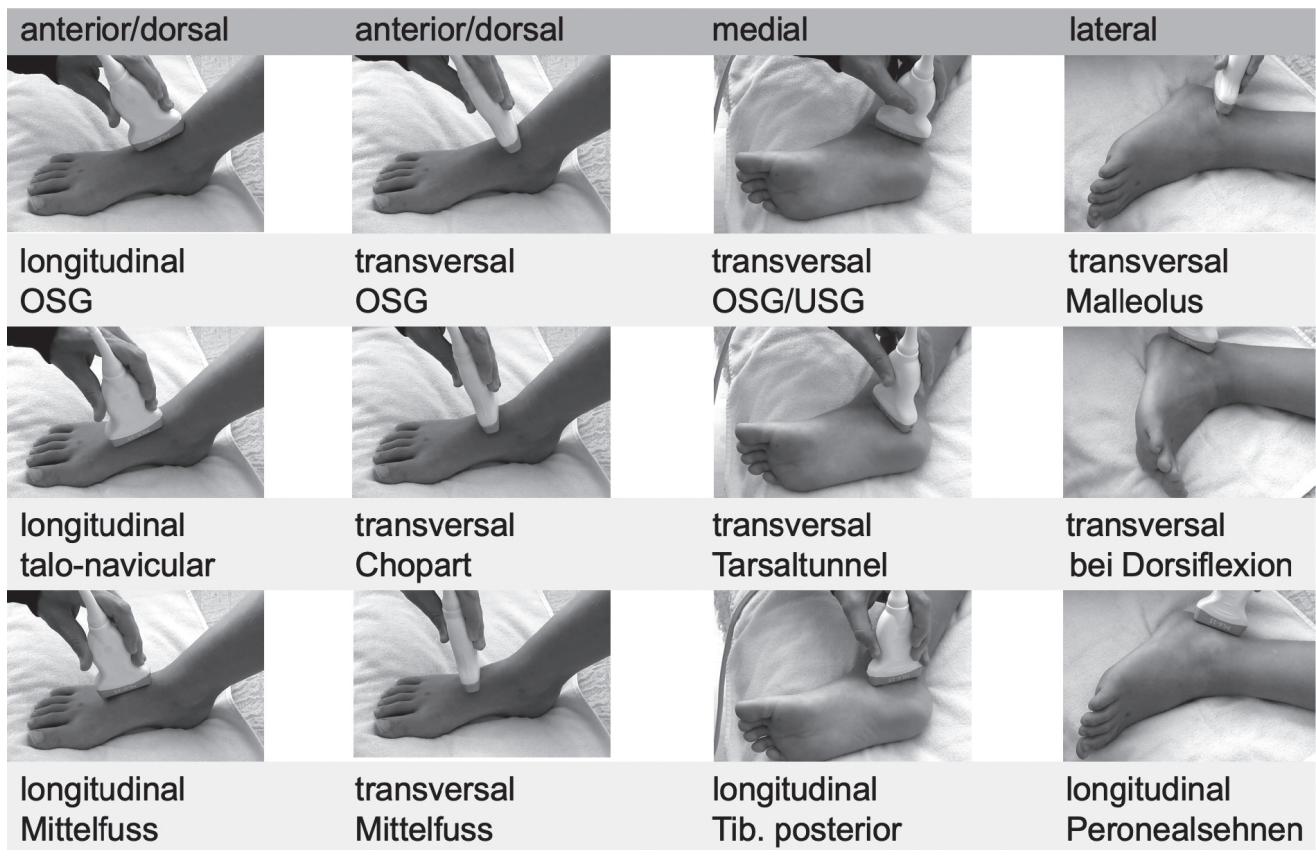


Abbildung 1. Auswahl von Sondenlagen bei der standardisierten statischen Fussuntersuchung anterior/dorsal, medial und lateral in Rückenlage.

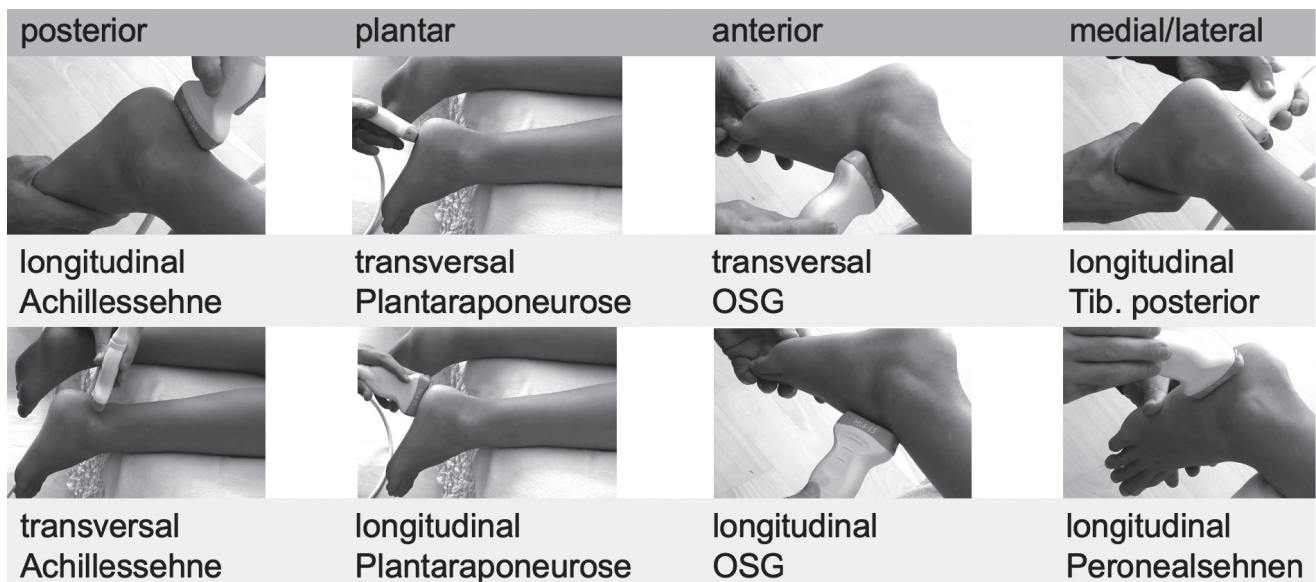


Abbildung 2. Auswahl von Sondenlagen bei der standardisierten statischen Fussuntersuchung in Bauchlage.

Strukturen Fuss anterior (in Klammer: Orientierungspunkte)

- Ossäre Orientierungspunkte
 - Tibia
 - Talus
 - Tarsalknochen, Mittelfussknochen

- OSG (Tibiakante, Fibula und Talusrolle) mit Gelenkkapsel
- USG (Talus, Calcaneus und Os naviculare), unteres Sprunggelenk, bestehend aus Articulatio subtalaris und Articulatio talo-calcaneo-navicularis

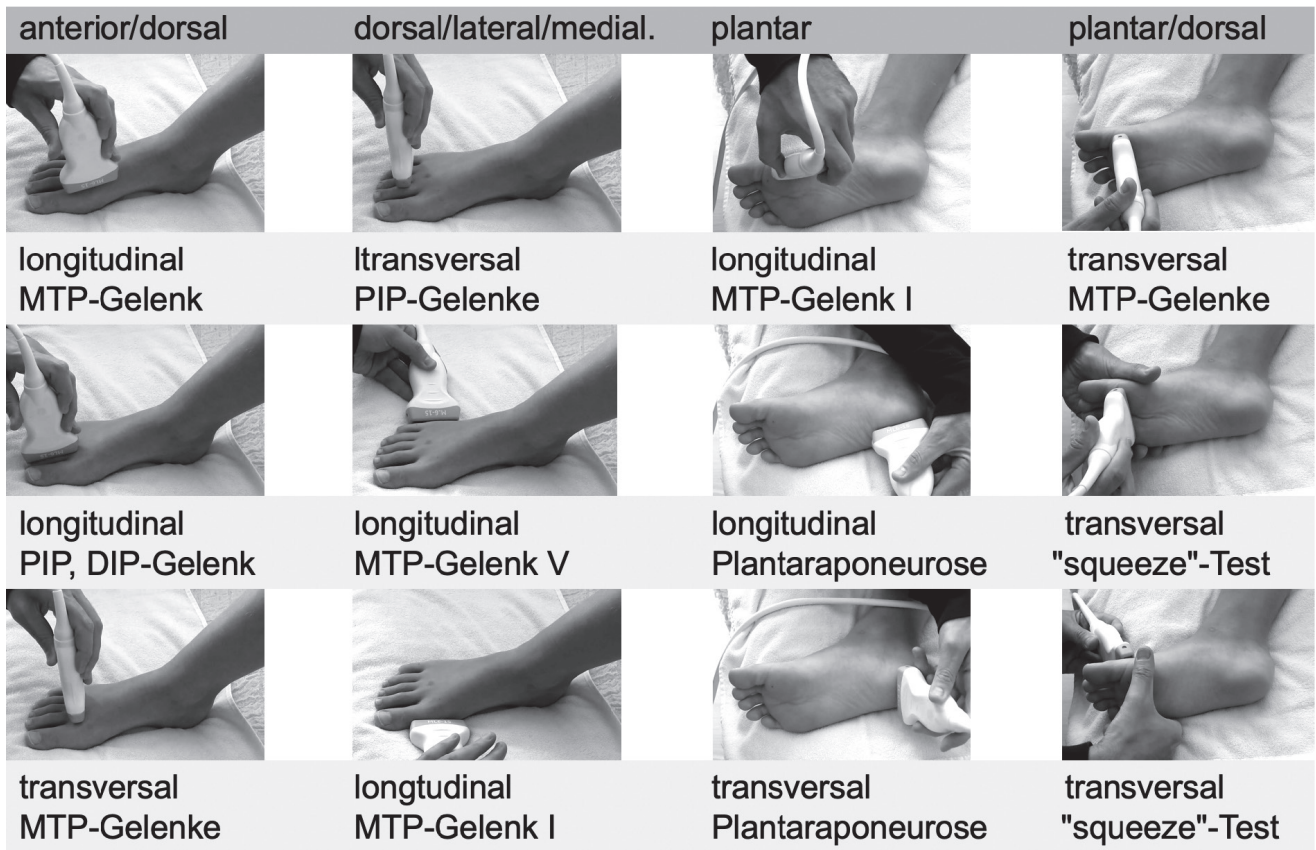


Abbildung 3. Auswahl von Sondenlagen bei der standardisierten statischen Zehenuntersuchung anterior/dorsal, medial und lateral in Rückenlage und Sondenlagen plantar.

- Sehnen verfolgen bis Insertion: M. tibialis anterior (Tibiakante), M. extensor hallucis long., M. extensor digitorum (Reihenfolge von medial: **Tom hates Dick**)
- Articulatio tarsi transversa (Chopart-Gelenkslinie)
- Intertarsale Gelenke (Naviculare cuneiforme I-III und Os cuboideum)
- TMT = Tarsometatarsalgelenke, Lisfranc-Gelenkslinie (Cuneiforme mediale, intermedium, laterales Cuboideum, Metatarsale I-V)
- V. und A. dorsalis pedis und N. peroneus profundus (unterhalb M. extensor hallucis long.)
- Vordere Syndesmose (Tibia und Fibula)
- Lig. fibulotalare anterius, evtl. Drawer Test, Position: Lig. fibulotalare ant.: Plantarflexion + Inversion (Tibia und Fibula)
- N. peroneus profundus auf Höhe OSG/USG (M. extensor hallucis long.)

Zu Beginn untersuchen wir das obere Sprunggelenk, hierbei dienen als Landmarke die Tibia und der Talus (Abb. 4). Das obere Sprunggelenk wird sowohl longitudinal als auch transversal untersucht. Wir beginnen die Untersuchung auf Höhe der M.-extensor-hallucis-longus-Sehne mittig und beurteilen sämtliche synoviale Rezessi des Gelenkes weit nach medial und nach lateral. Die Untersuchung erfolgt statisch und dynamisch, z.B. mittels zusätzlicher Plantarflexion und Dorsalflexion. Bei starker Plantarflexion kann der echoarme hyaline Knorpel des Talus besser beurteilt werden. Auf dem Knorpel aufliegend ist die synoviale Membran und die Ge-

lenkkapsel zu sehen, diese Strukturen werden von einem anterioren Fettkörper in Richtung A. dorsalis pedis und N. peroneus profundus überdeckt. In der Regel befinden wir uns auf Höhe der Sehne des Musculus extensor hallucis longus, wenn wir die Venen und die Arterie dorsalis pedis, bzw. den Nervus peroneus profundus finden. Das untere Sprunggelenk besteht aus zwei Gelenken, einerseits aus dem Subtalgelenk und andererseits aus dem Gelenk zwischen Talus, Calcaneus und Os naviculare (Abb. 5). Die Anteile des unteren Sprunggelenkes werden analog Untersuchung des OSG isoliert statisch und dynamisch beurteilt. In einem Transversalschnitt Höhe Talus sehen wir das Retinakulum der anterioren Strecksehnen und die anterioren Sehnen in einem Querschnitt (Abb. 6, 7). Medial liegt die Sehne des Musculus tibialis anterior, gefolgt von der Sehne des Musculus extensor hallucis longus und lateral die Sehnen des Musculus extensor digitorum. Sämtliche Sehnen werden transversal und longitudinal beurteilt, wir verfolgen die jeweiligen Sehnen nach proximal bis zu den myotendinösen Übergängen und nach distal bis zu den Insertionen (z.B. setzt die M.-tibialis-anterior-Sehne am Os cuneiforme mediale und am Os metatarsale 1 an) und achten auf Sehnenläsionen und Sehnencheidenentzündungen, da oben genannte drei Sehnen in eigenen Sehnencheidenfächern liegen. In allen Ebenen werden im Weiteren die Tarsalknochen (Os naviculare, Ossa cuneiforma, Os cuboideum), die Chopart-Gelenkslinie, die intertarsalen Gelenke, alle Mittelfußknochen und sämtliche dazwischenliegenden Gelenke (Lisfranc-Gelenkslinie) gesucht. Am Fuß hat es sehr viele Ligamente. Anterior spielt

das Ligamentum fibulotalare anterius eine wichtige Rolle (Abb. 8). Wir führen zur besseren Visualisierung eine dynamische Untersuchung mittels zusätzlicher Plantarflexion und Inversion durch. Je nach Fragestellung wird zwischen der Tibia und der Fibula die vordere Syndesmose visualisiert (Abb. 9).

Sonoanatomie OSG, USG medial

Fuss medial transversal und longitudinal

- Position: Rückenlage oder Bauchlage, Kniegelenk gestreckt und in Flexion, «Schneidersitz», Kissen unter lateralem Malleolus > Eversion Fuss
- Untersuchung statisch und dynamisch

Strukturen Fuss medial (in Klammer: Orientierungspunkte)

- Ossäre Orientierungspunkte
 - Tibia
 - Talus

- OSG (Tibia, Talus) medial mit Gelenkkapsel
- USG medial (Talus, Calcaneus und Os naviculare), unteres Sprunggelenk, bestehend aus Articulatio subtalaris und Articulatio talo-calcaneo-navicularis)
- Sehnen: Reihenfolge auf Höhe des Malleolus medialis von anterior nach posterior: Tom, Dick, And Very Nervous Harry:
- Leitstruktur: M. tibialis post. (Tom) resp. Tibiakante (Malleolus medialis)
- M. flexor digitorum long. (Dick) bis Sustentaculum tali (von prox. medial kreuzt über Tib.post und über Flex. hallucis longus nach distal lateral)
- M. flexor digitorum long. kreuzt nach Sustentaculum tali über M. flexor hallucis long. (knochennah M. abductor hallucis)
- Lig. deltoideum, Pars tibionavicularis, Pars tibiocalcanea, Pars tibiotalaris posterior und anterior (Sustentaculum tali und M. tibialis post.)
- Tarsaltunnel: M. abductor hallucis (Sustentaculum tali)
- N. tibialis resp. N. plantaris medialis und den N. plantaris lateralis (A. tibialis post. und Venae tibiales posteriores)
- A. tibialis post. (And) und Venae (Very) tibiales posteriores (Venen wegdrückbar)
- M. flexor hallucis longus (Harry) (Achillessehne)

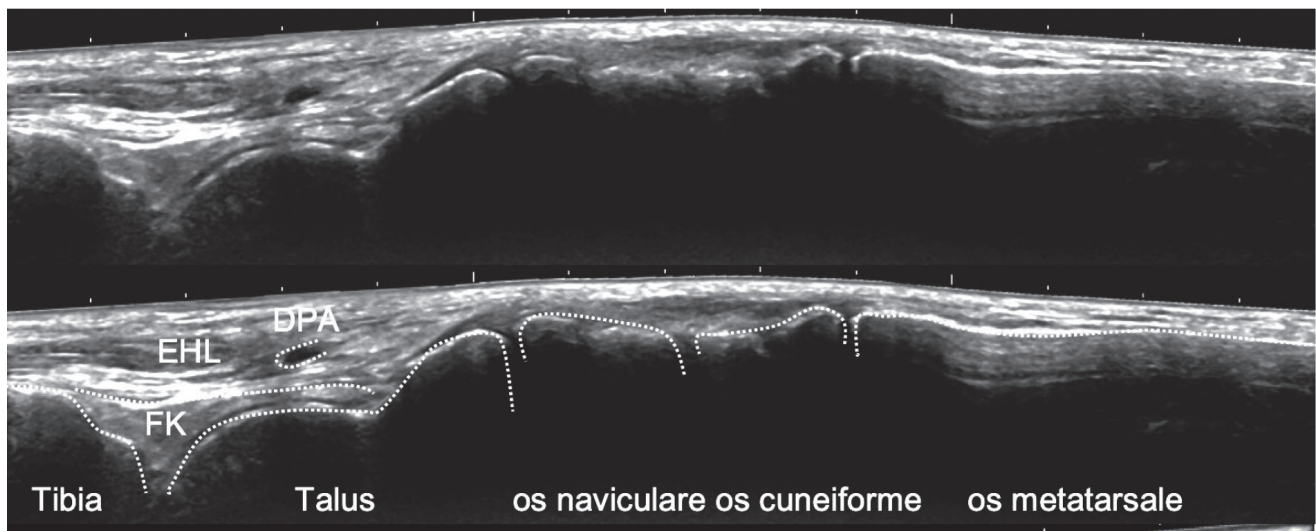


Abbildung 4. Anteriorer Longitudinalschnitt, Panoramaaufnahme.

FK = Fettkörper, EHL = Sehne des M. extensor hallucis longus, DPA = A. dorsali pedis.

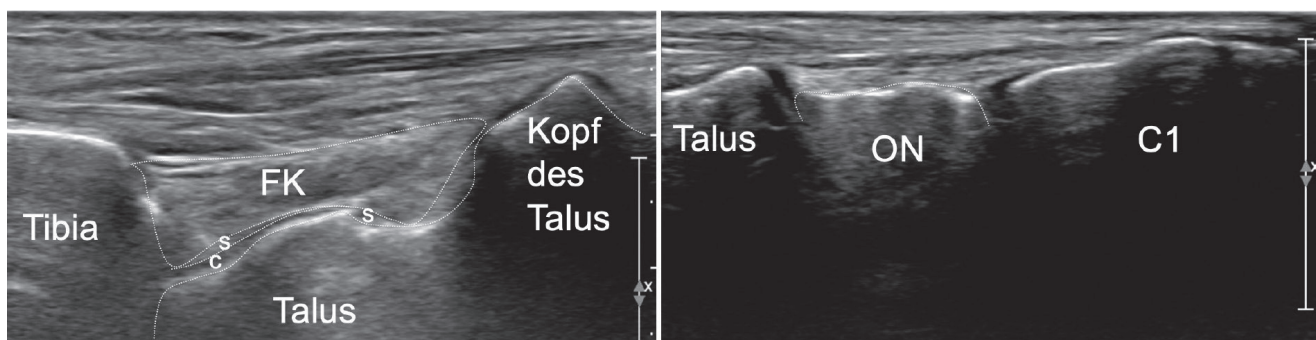


Abbildung 5. Anteriore Longitudinalschnitte (OSG und USG = talonavicular).

FK = Fettkörper, s = synovialer Rezessus des oberen Sprunggelenkes, c = hyaliner Knorpel, ON = Os naviculare, C1 = Os cuneiforme 1.

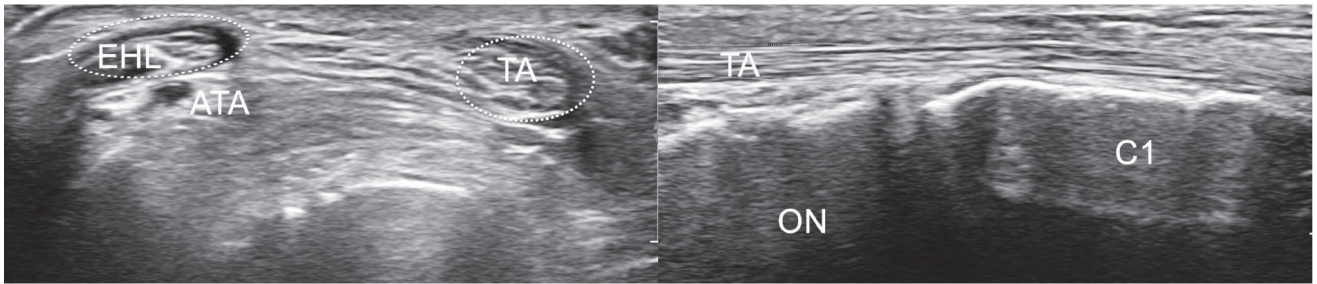


Abbildung 6. Anteriorer Transversal- und Longitudinalschnitt.

EHL = Sehne des M. extensor hallucis longus, TA = Sehne des M. tibialis anterior, ATA = A. tibialis anterior, ON = Os naviculare, C1 = Os cuneiforme 1.

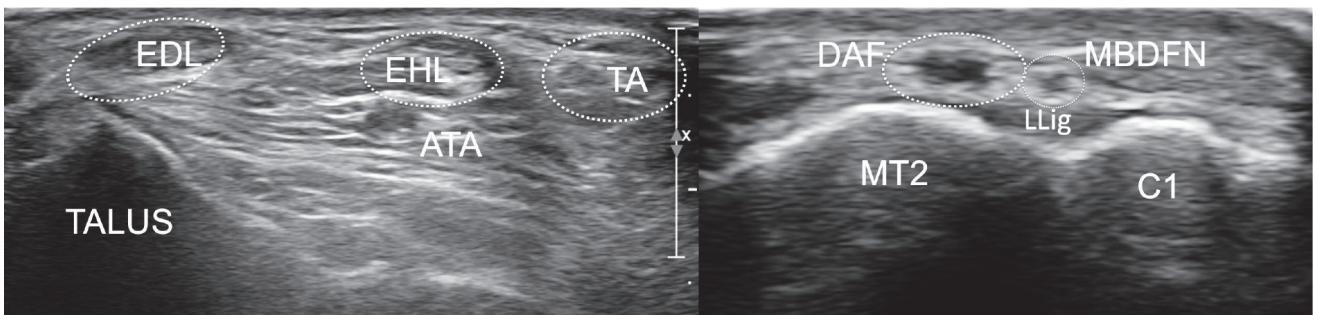


Abbildung 7. Anteriorer Transversal- und Longitudinalschnitt.

EDL = Sehne des M. extensor digitorum longum, EHL = Sehne des M. extensor hallucis longus, TA = Sehne des M. tibialis anterior, ATA = A. tibialis anterior, MT2 = Os metatarsale II, C1 = Os cuneiforme 1, DAF = A. dorsalis pedis, MBDFN = medialer Ast des N. peronealis (fibularis) profundus, Llig = dorsales Band des Lisfranc-Ligaments.

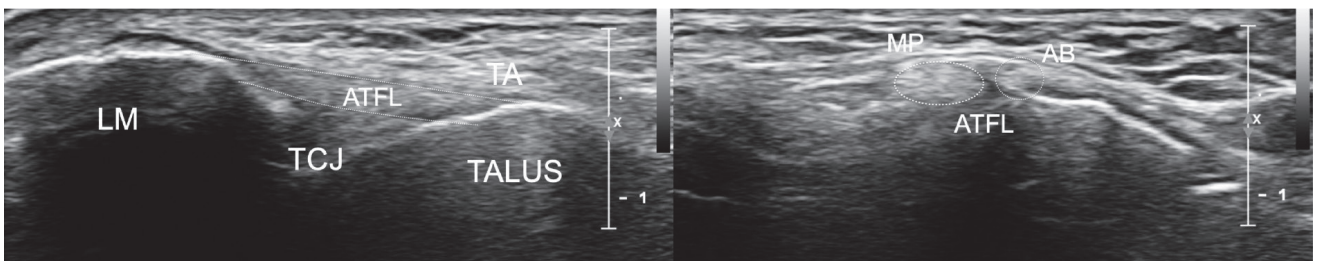


Abbildung 8. Anteriorer Longitudinal- und Transversalschnitt.

LM = Malleolus lateralis (Fibula), TCJ = lateraler Rezessus des oberen Sprunggelenkes, ATFL = Ligamentum fibulotalare anterius, TA = Sehne des M. tibialis anterior, MB = Hauptbündel des ATFL, AB = akzessorisches Bündel des ATFL.

Analog zur anterioren Untersuchung erfolgt medial die Beurteilung des oberen Sprunggelenkes zwischen Tibia und Talus und der Anteile des unteren Sprunggelenkes zwischen Talus, Calcaneus und Os naviculare in leichter Eversionsstellung. In einer Seitenlage oder in Bauchlage kann diese Region optimal dynamisch untersucht werden. Dem Malleolus medialis anliegend liegt die Sehne des Musculus tibialis posterior umgeben von einer Sehnenscheide. Den Ansatz liegt plantar am Os naviculare und an den drei Ossa cuneiformia. Die Sehne liegt über dem Springligament, welches wiederum über dem unteren Sprunggelenk liegt. Normalerweise enthalten die Sehnenscheiden keine Flüssigkeit; in der Tibialis-posterior-Sehne kann aber speziell im distalen Anteil praktisch immer wenig (physiologisch) echofreie Flüssigkeit gesehen werden und sollte nicht als Tenosynovitis falsch interpretiert werden. Die Tibialis-posterior-Sehne

ist am dicksten und anterior gelegen. Weiter nach posterior wird diese gefolgt von der Sehne des Musculus flexor digitorum (der Ansatz liegt an der Endphalanx von Digitus 2 bis 5) und von der Sehne des Musculus flexor hallucis longus (der Ansatz liegt an der Basis der Endphalanx Digitus 1). Die Flexor-hallucis-longus-Sehne liegt in einer Grube zwischen dem lateralen und medialen Tuberculum des Talus und wird transversal und longitudinal untersucht. Sämtliche Sehnen werden transversal und longitudinal dargestellt, zudem in der Lifttechnik von proximal über den myotendinösen Übergang bis zur distalen Insertion einzeln visualisiert (Abb. 10).

In einer tieferen Schicht unter den oben genannten Sehnen liegt das Ligamentum deltoideum, bestehend aus mehreren Anteilen (Pars tibionavicularis, Pars tibioalcalcaea, Pars tibiotalaris posterior und anterior). Der Tarsaltunnel wird von einem Retinaculum überdeckt, darin

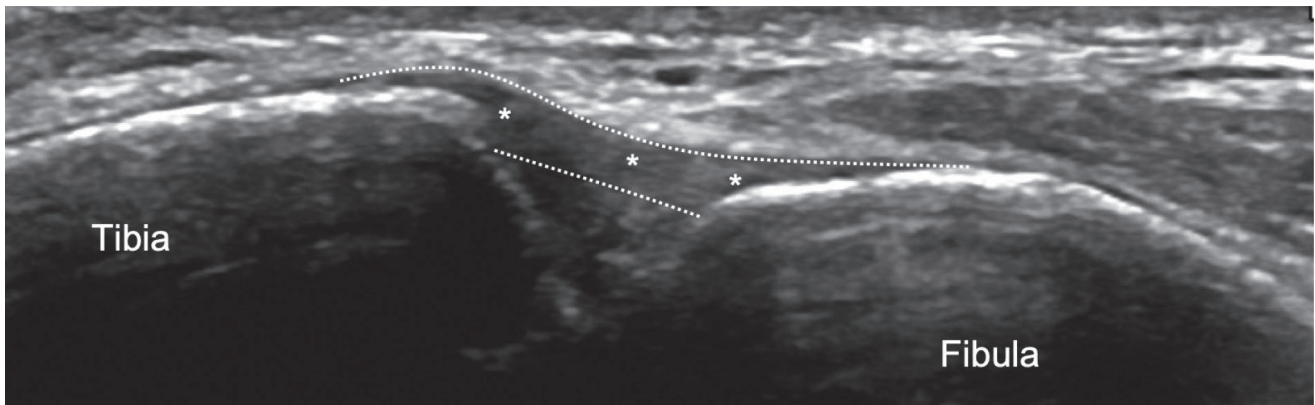


Abbildung 9. Anteriorer schräger Transversalschnitt.
Sterne = Ligamentum tibio-fibularis anterior = vordere Syndesmose.

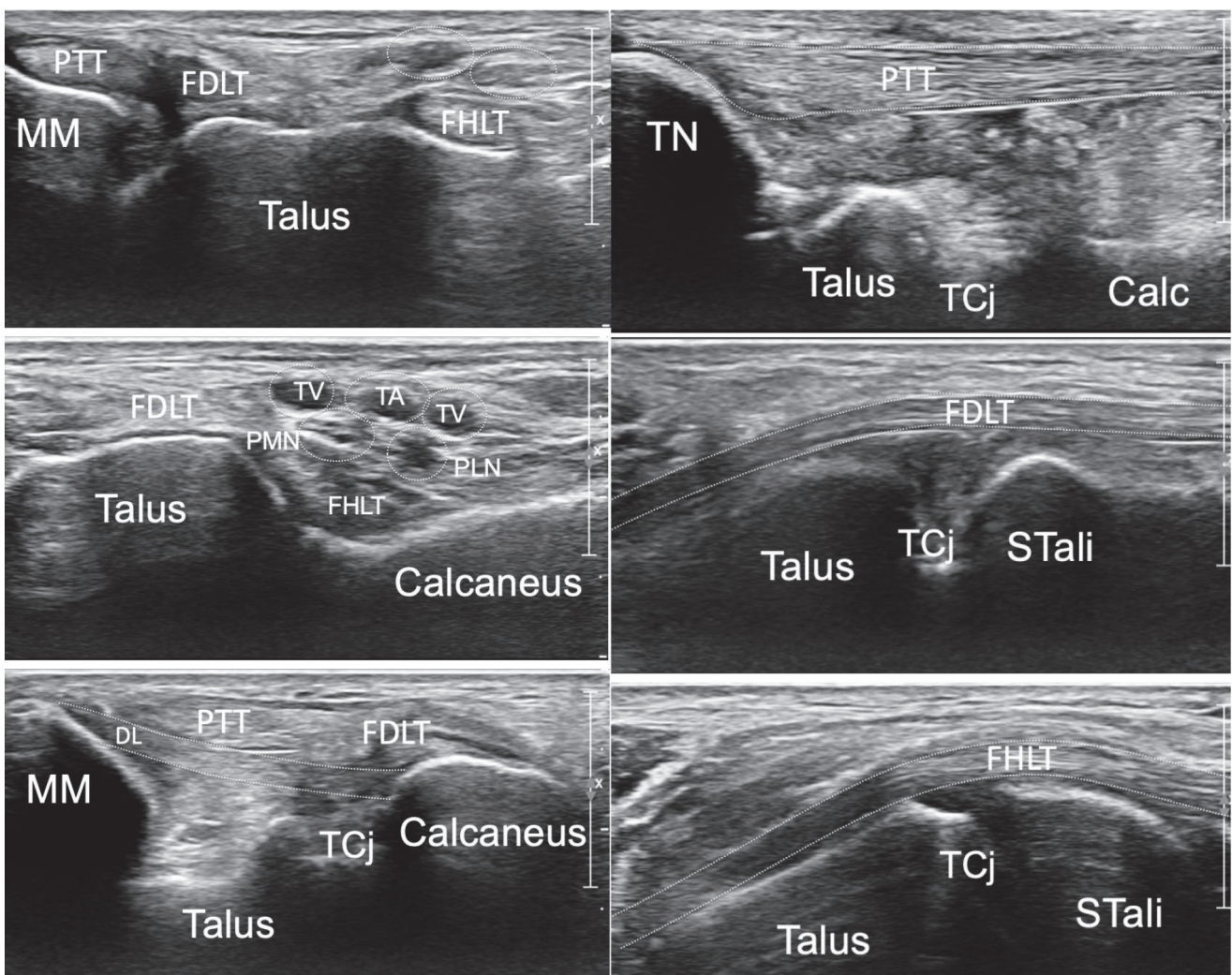


Abbildung 10. Mediale Transversal- und Longitudinalschnitte.
MM = medialer Malleolus, PTT = Sehne des M. tibialis posterior, FDLT = Sehne des M. flexor digitorum longus, FHLT = Sehne des M. flexor hallucis longus, TA = A. tibialis, TV = V. tibialis, PMN = N. plantaris medialis, PLN = N. plantaris lateralis, DL = Ligamentum deltoideum, TCj = unteres Sprunggelenk = Articulatio talo-calcaneale = subtalaris, STali = Sustentaculum tali.

finden wir den Nervus tibialis mit der späteren Aufteilung in den Nervus plantaris medialis und den Nervus plantaris lateralis. Innerhalb des Tunnels sehen wir eine kräftige Arteria tibialis posterior, welche von Venen umgeben ist. Beim Aufsuchen des Tarsaltunnels empfiehlt es sich, mit

der Sonde von der Flexor-digitorum-longus-Sehne nach dorsal bis zum Sustentaculum tali zu untersuchen. Dort wird das Retinaculum flexorum mit A. und Venae sowie N. tibialis (später Nervi plantares und alle Abgänge wie Baxter's Nerv) posterior aufgesucht.

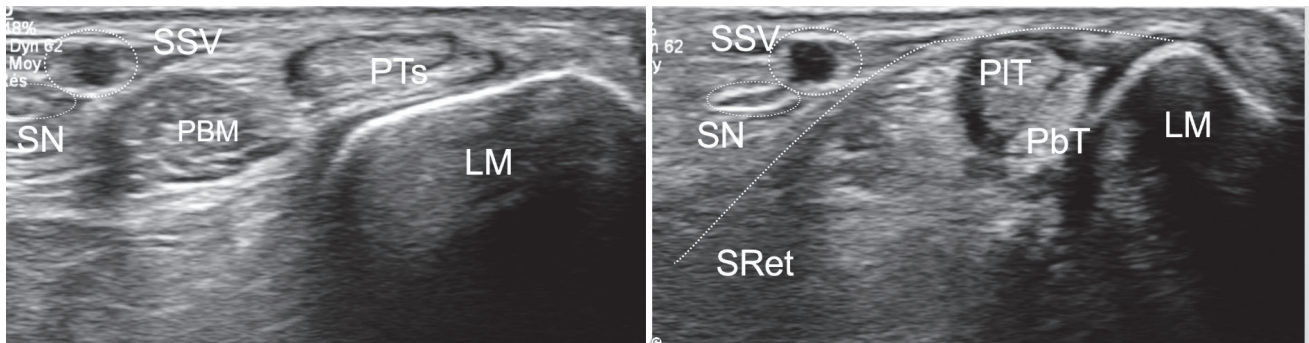


Abbildung 11. Laterale Transversalschnitte.

LM = lateraler Malleolus, SSV = V. saphena parva, SN = N. suralis, SRet = Retinaculum superior, PTs = Peronealsehnen, PIT = Sehne des M. peroneus longus, PbT = Sehne des M. peroneus brevis.

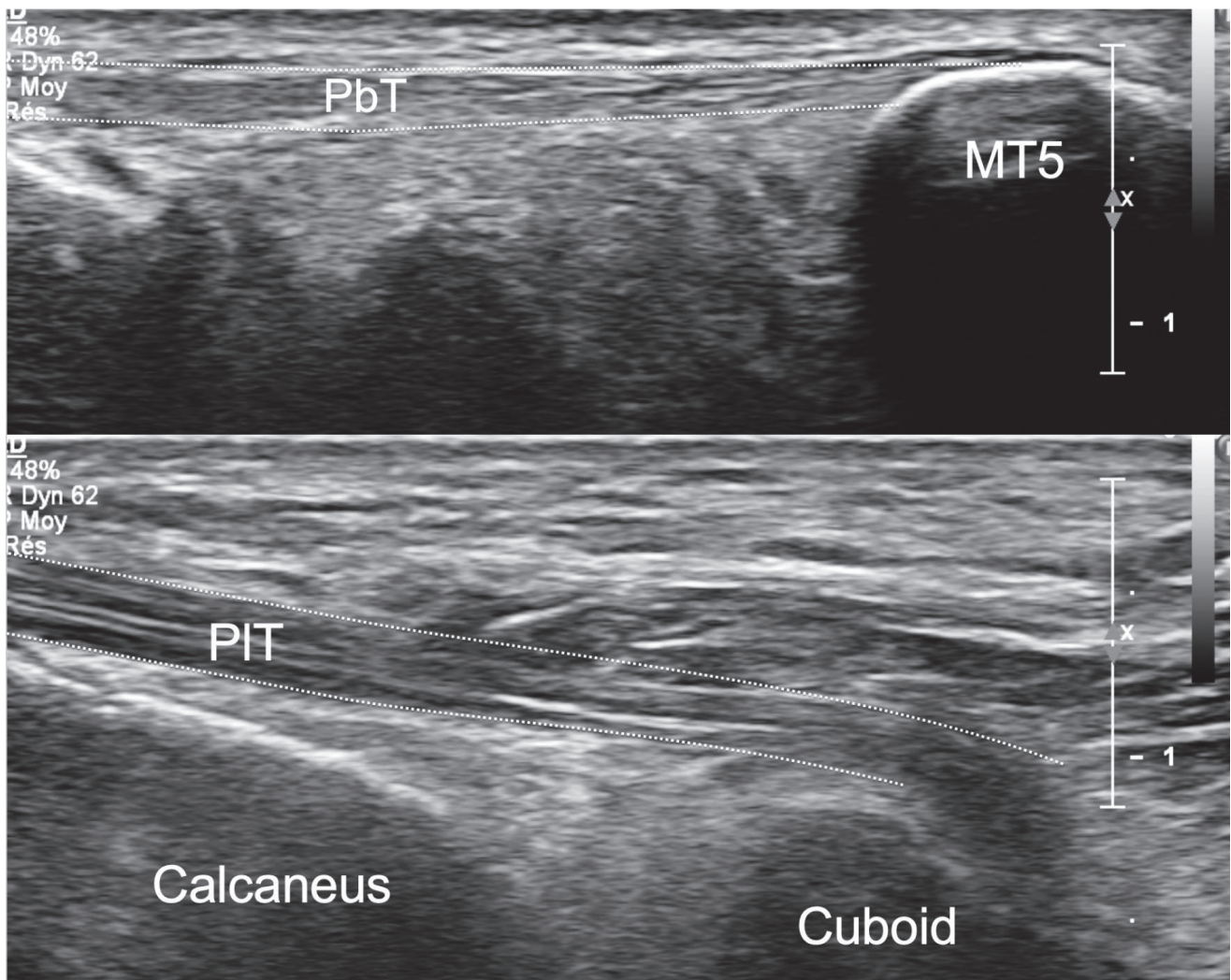


Abbildung 12. Laterale Longitudinalschnitte.

MT5 = Os metatarsale 5, PIT = Sehne des M. peroneus longus, PbT = Sehne des M. peroneus brevis.

Sonoanatomie OSG, USG lateral

Fuss lateral transversal und longitudinal

- Position: Rückenlage oder Bauchlage, Kniegelenk gestreckt und in Flexion, Bein in Innenrotation + Inversion mit Kissen
- Untersuchung statisch und dynamisch

Strukturen Fuss lateral (in Klammer: Orientierungspunkte)

- Ossäre Orientierungspunkte
 - Tibia
 - Fibula
- OSG (Tibia, Talus) lateral mit Gelenkkapsel
- USG lateral (Talus, Calcaneus)

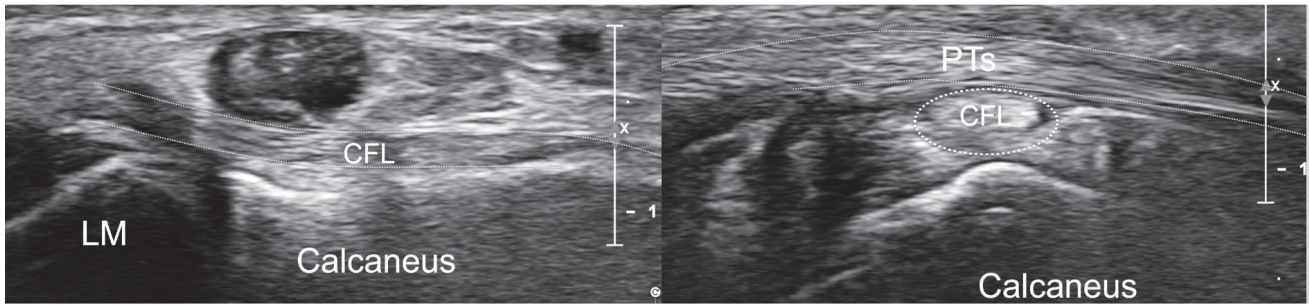


Abbildung 13a. Lateraler Transversal- und Longitudinalschnitt.

LM = lateraler Malleolus, CFL = Ligamentum fibulocalcaneare, PTs = Lig. peroneus brevis und longus.

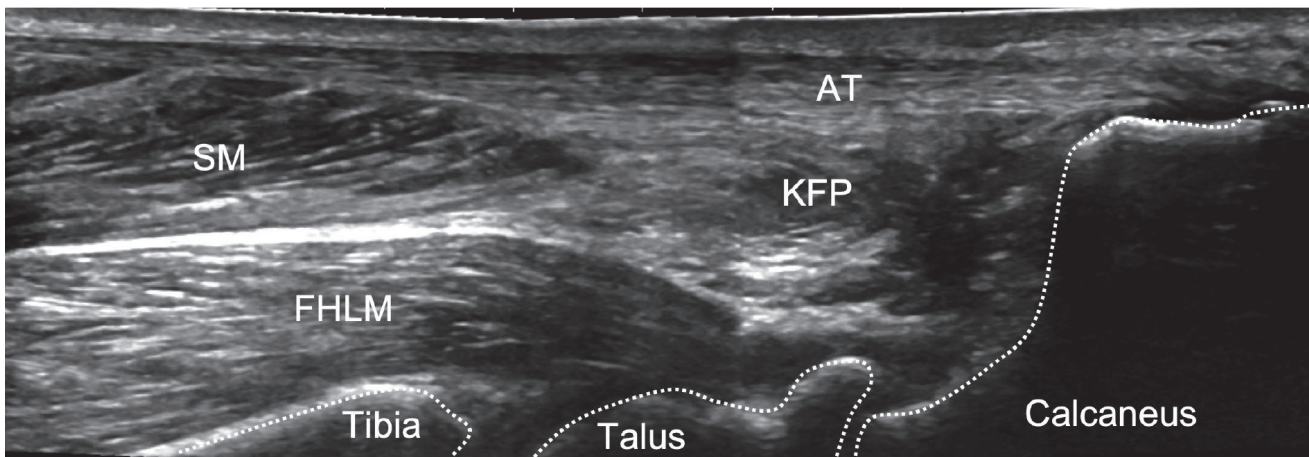


Abbildung 13b. Posteriorer Longitudinalschnitt, OSG und USG von posterior in einer Panoramaaufnahme.

SM = M. soleus, AT = Achillessehne, KFP = Kager-Fettkörper, FHLM = M. flexor hallucis longus.

- M. peroneus brevis (Fibula; Malleolus lateralis – Basis Os metatarsale V) und longus (auf M. peroneus brevis [BBL: Bone, brevis, longus] – gemeinsame Sehnenscheide, Peronealsehnen trennen sich (Trochlea peronealis calcanei), M. peroneus brevis Richtung Basis Metatarsale V
- M. peroneus long. Fussgewölbe resp. Os metatarsale I + Os cuneiforme mediale/intermedius plantar
- Dorsalflexion: Lig. fibulocalcaneare (Peronealsehnen)
- Lig. fibulo-talare anterius (Fibula, Talus)
- Trochlea peronealis: Peronealsehnen trennen sich, M. peroneus brevis Richtung Basis Metatarsale V

Lateral orientieren wir uns an der Fibula und an der Tibia, bzw. am lateralen Anteil des Talus mit dem lateralen synovialen Rezessus, bzw. der lateralen Gelenkkapsel des oberen Sprunggelenkes. Weiter kaudal wird das untere Sprunggelenk zwischen Talus und Calcaneus visualisiert. In einem Transversalschnitt auf Höhe des lateralen Malleolus sehen wir die Sehnen des Musculus peroneus brevis mit Insertion distal an der Basis des Os metatarsale V und die Sehne des Musculus peroneus longus, welche der Peroneus-brevis-Sehne aufliegt (Abb. 11, 12). Die Sehne des Musculus peroneus longus wird nach distal nach plantar verfolgt bis zur Insertion am Os metatarsale 1 und am Os cuneiforme mediale und intermedius plantar. Achten Sie auf eine gemeinsame Sehnenscheide und untersuchen Sie

die Sehnen lateral von proximal nach distal sowohl transversal wie auch longitudinal, begleitet von einer dynamischen Untersuchung. Mittels Dorsalflexion wird das Ligamentum fibulocalcaneare besser visualisiert (Abb. 13a). Als ossäre Landmarke liegt etwas distal die Trochlea peronealis, wo sich die Peronealsehnen trennen.

Sonoanatomie OSG, USG posterior, Achillessehne und Plantarfaszie

Fuss/Ferse posterior transversal und longitudinal

- Position: Bauchlage, Kniegelenk gestreckt
- Untersuchung statisch und dynamisch

Strukturen Fuss/Ferse posterior (in Klammer: Orientierungspunkte)

- Ossäre Orientierungspunkte
 - Calcaneus
 - Talus
 - Tibia

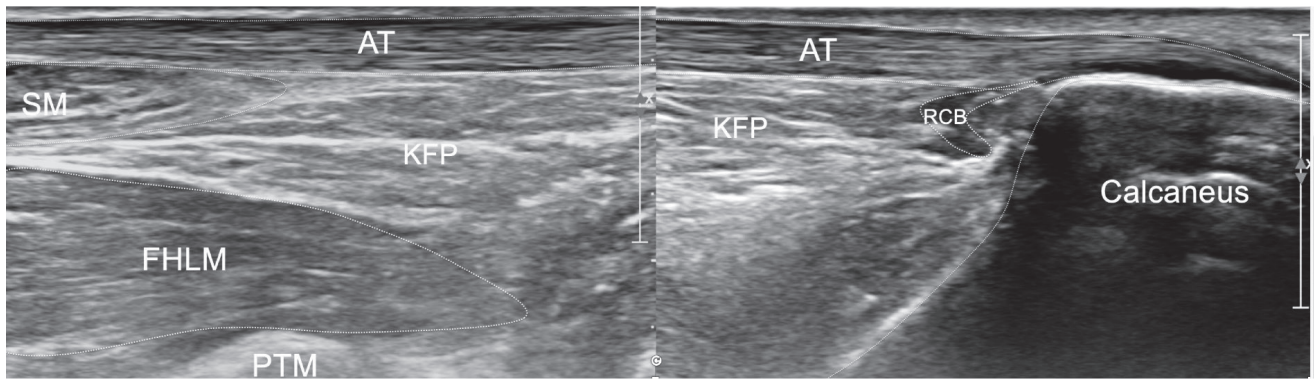


Abbildung 14. Posteriore Longitudinalschnitte.

SM = M. soleus, AT = Achillessehne, KFP = Kager-Fettkörper, FHLM = M. flexor hallucis longus, PTM = posteriorer Malleolus medialis der Tibia, RCB = Bursa retrocalcanea.

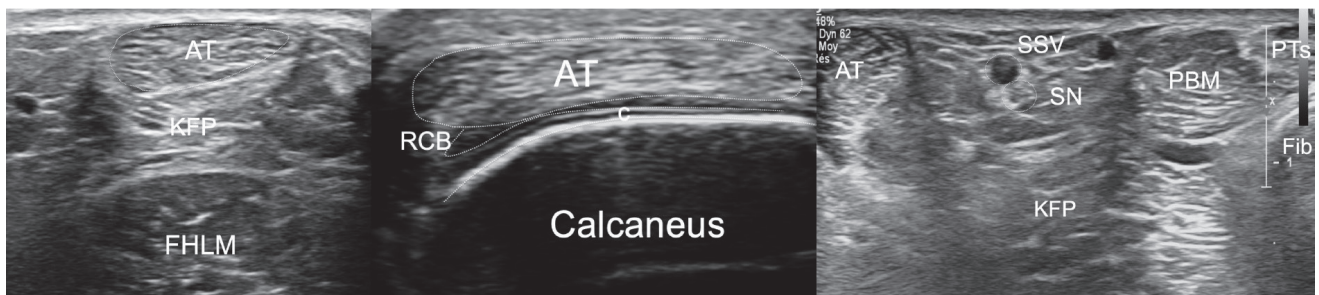


Abbildung 15. Posteriore Transversalschnitte.

AT = Achillessehne, KFP = Kager-Fettkörper, FHLM = M. flexor hallucis longus, RCB = Bursa retrocalcanea, c = Knorpel, SSV = Vena saphena parva, SN = N. suralis, Fib = Fibula, PBM = M. peroneus brevis, PTs = Sehne des M. peroneus brevis.

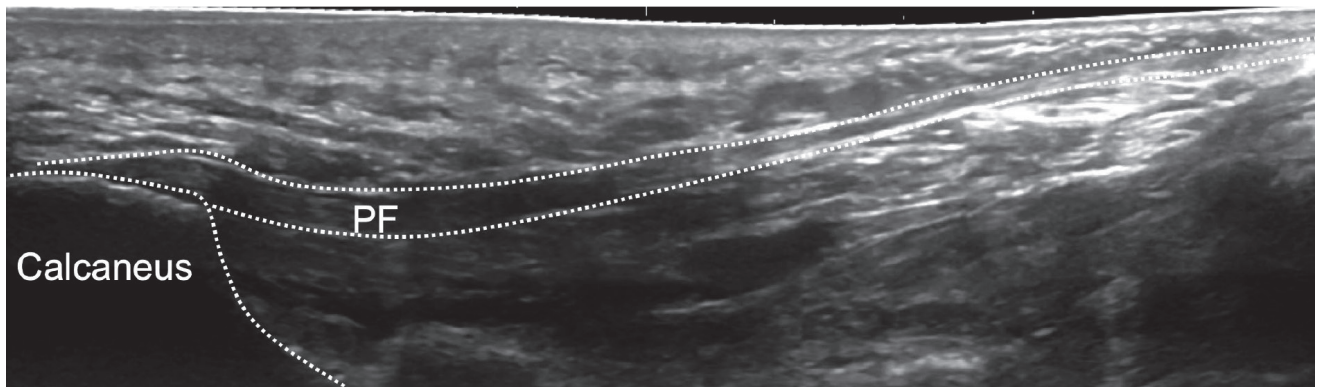


Abbildung 16. Plantarer Longitudinalschnitt.

PF = Plantarfaszie.

- OSG, posteriorer Rezessus (Tibia, Talus)
- USG, posteriorer Rezessus (Talus, Calcaneus)
- Achillessehne proximal bis Übergang Muskel/Sehne des M. gastrocnemius med. und lat. sowie distal bis Ansatz Calcaneus
- M. flexor hallucis longus (medial und anterior der Achillessehne; verläuft auf M. soleus)
- M. soleus (anterior von M. gastrocnemius med. und lat.)
- Sehne des M. plantaris (medial und anterior der Achillessehne, Calcaneus)
- Kager-Fettkörper
- Bursa subachilleae/retrocalcanea
- Bursa subcutanea calcanea

Fuss/Ferse plantar transversal und longitudinal

- Position: Bauchlage, Kniegelenk gestreckt
- Untersuchung statisch und dynamisch

Strukturen Fuss/Ferse plantar (in Klammer: Orientierungspunkte)

- Ossäre Orientierungspunkte
 - Calcaneus
- Plantarfaszie (Calcaneus)

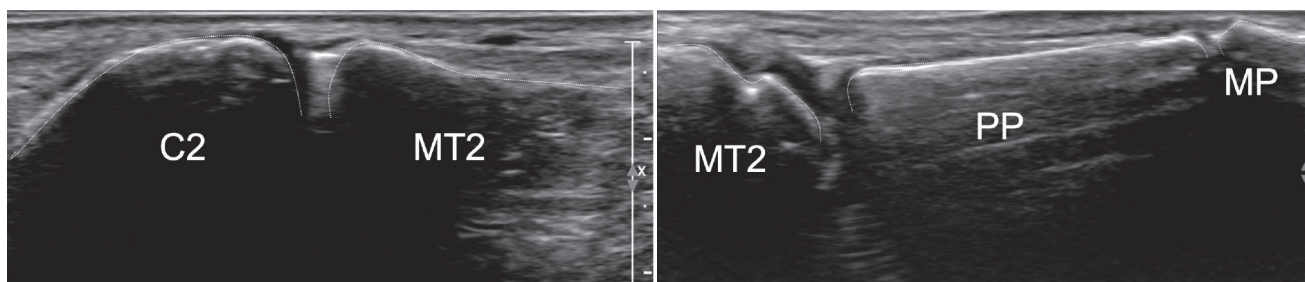


Abbildung 17. Anteriore Longitudinalschnitte.

Tarsometatarsalgelenk 2 zwischen C2 = Os cuneiforme 2 und MT2 = Os metatarsale 2, Metatarsophalangealgelenk 2 zwischen MT2 = Os metatarsale 2 und PP = proximale Phalanx, proximales Interphalangealgelenk 2 zwischen PP = proximale Phalanx und MP = mittlere Phalanx.

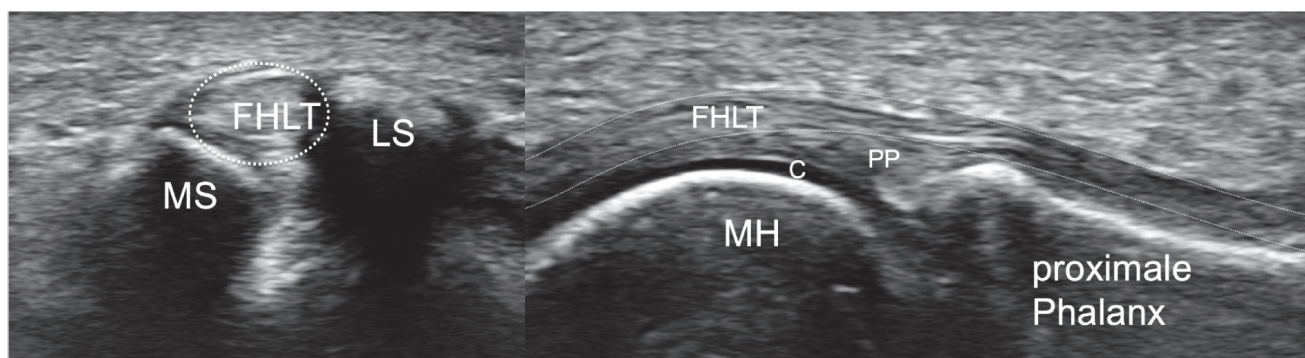


Abbildung 18. Plantarer Transversalschnitt und Longitudinalschnitt.

MS = medialer Sesamoidknochen, LS = lateraler Sesamoidknochen, FHLT = Sehne des M. flexor hallucis longus, MH = Metatarsalköpfchen, c = hyaliner Knorpel, PP = plantare Platte.

- M. flexor digitorum brevis (Dorsale Plantarfaszie, zentraler Teil)
- M. quadratus plantae (Dorsal M. flexor digitorum brevis distale Plantarfaszie)

Die Patientin/der Patient liegt auf dem Bauch, der Fuß überragt die Kante der Untersuchungsliege. Wir untersuchen sowohl die ossären Strukturen als auch die Weichteile posterior und ergänzend medial-lateral funktionell und statisch unter Anwendung von verschiedenen Ebenen (Transversalebene und Longitudinalebene). Wir beurteilen das obere Sprunggelenk und orientieren uns in der Tiefe unter Anwendung von tieferen Frequenzen an der Hinterkante der Tibia und des Talus. Zudem beurteilen wird das subtalare Gelenk zwischen Talus und Calcaneus posterior. Hier empfiehlt sich eine dynamische Untersuchung mittels Plantarflexion und Dorsiflexion. Die Muskelbäuche des Musculus gastrocnemius und des Musculus soleus, wie auch die Plantaris-longus-Sehne werden in der Lifttechnik von proximal nach distal transversal und longitudinal dargestellt. Wir beurteilen den myotendinösen Übergang in die Achillessehne und die Insertion am Calcaneus. Die Achillessehne ist die Endsehne des Musculus trizeps surae und entspricht einer Typ-I-Sehne ohne Sehnscheide. Die Achillessehne hat ein Peritenon (Peritendineum, Paratenon). Am Ansatz erscheint die Achillessehne in der Regel echoärmer aufgrund der Änderung der Richtung der ansonsten echoreicheren parallelen Sehnen-

fasern (Höhe Entthese). Bei der dynamischen Untersuchung im Transversalschnitt von distal nach proximal ist die spiralförmige Anordnung der Fasern zu erkennen. Die Achillessehne läuft über den «bony pulley» des Calcaneus, der von hyalinem Knorpel überzogen ist, und inseriert am Calcaneus als typische Entthese. Sowohl subkutan als auch zwischen Calcaneus und Kager-Fettkörper (Höhe bony pulley) liegen Bursen. Es wird ein Thompson-Test durchgeführt, wodurch die Achillessehne aktiviert bzw. bewegt wird (der Untersucher komprimiert mit der Hand kräftig die Wadenmuskulatur in transversaler Richtung, um indirekt eine Plantarflexion des Fußes auszulösen). In der Tiefe beurteilen wir den Musculus flexor hallucis longus medial und anterior der Achillessehne (Abb. 13b–15).

Plantar orientieren wir uns am Calcaneus und verfolgen von proximal nach distal die Plantarfaszie (Abb. 16). Die Plantarfaszie ist die mittlere und stärkste Platte der Plantaraponeurose und erscheint als homogene Sehne mit Ursprung am Tuber calcanei. Dorsal der Plantarfaszie liegt der Musculus flexor digitorum brevis. Das Ligament hat eine trianguläre Form mit Apex am Calcaneus. Vom Apex nach distal inseriert die Plantarfaszie in das superfizielle transversale metatarsale Ligament über den Metatarsalköpfchen. Die Dicke der Plantarfaszie wird im Seitenvergleich beurteilt. Auf sämtliche plantaren Muskeln, Sehnen und die Ligamente gehen wir aufgrund der Komplexität in dieser vereinfachten Übersichtsarbeit nicht ein.

Sonoanatomie Zehen

Zehen transversal und longitudinal, dorsal and plantar

- Position: Rückenlage und/oder Bauchlage
- Untersuchung statisch und dynamisch

Strukturen Zehen (in Klammer: Orientierungspunkte)

- Ossäre Orientierungspunkte
 - Os metatarsale
 - Phalangen
- MTP-Gelenk (Metatarsalköpfchen, proximale Phalanx)
- PIP-, IP-, DIP-Gelenk (Interphalangealgelenke, proximale, mittlere und distale Phalanx)
- Knorpel
- Plantare Platte
- Sesambeine (MTP I plantar)
- M. extensor digitorum longus
- M. extensor hallucis longus
- Sehneninsertion, Übergang Nagelmatrix (DIP-Gelenk)
- M. flexor hallucis long. und Sehnenscheide
- M. flexor digitorum long. und Sehnenscheide
- M. flexor digitorum brevis
- Plantarfaszie
- M. abductor hallucis
- M. abductor digiti minimi
- M. quadratus plantae
- Bursa submetatarsale (Metatarsalköpfchen)
- Bursa intermetatarsale (Metatarsalköpfchen)
- Interdigitalnerven (Metatarsalköpfchen)

Sämtliche Zehengelenke können von dorsal oder von plantar jeweils in Rückenlage oder in Bauchlage in allen Ebenen statisch und dynamisch untersucht werden (Abb. 17, 18). Wir orientieren uns an den ossären Landmarken, insbesondere an den Metatarsalköpfchen und an den einzelnen Phalangen. Das MTP-Gelenk 1 und das MTP-Gelenk 5 werden jeweils zusätzlich von der Seite evaluiert. Die Gelenkskapsel der MTP-Gelenke wird durch verschiedene Strukturen verstärkt, lateral vom kolateralen Ligament; dorsal durch die Extensorsehnen und plantar durch die plantare Platte. Die plantare Platte ist verbunden mit dem transversen intermetatarsalen Ligament, das Gelenkskapsel und Metatarsalköpfchen verbindet. Beim Gesunden lässt sich häufig, insbesondere nach körperlicher Belastung, im Metatarsophalangealgelenk

(MTP-Gelenk) I bis IV ein Erguss nachweisen, ebenso synoviale Zotten. Bei der Untersuchung von plantar ist darauf zu achten, dass nicht zu stark gedrückt wird, um Flüssigkeit in einer allfällig vorhandenen submetatarsalen Bursa versehentlich wegzudrücken. Mittels eines «Squeeze-Tests» = Gaenslen-Manöver werden die Metatarsalköpfchen zusammengedrückt, durch dieses Manöver kann allenfalls eine intermetatarsale Bursa oder ein Neurom besser abgegrenzt werden. Eine intermetatarsale Bursa kann sowohl von plantar als auch von dorsal visualisiert werden; in diesem Raum zwischen den Metatarsalköpfchen müssen auch die interdigitalen Gefäße, Nerven und Ligamente beurteilt werden. Sesambeine finden sich vor allem im Bereich der ersten Zehe plantar.

Literaturempfehlungen

1. Bianchi S, Becciolini M. Ultrasound features of ankle retinacula: Normal appearance and pathologic findings. *J Ultrasound Med.* 2019; 38(12): 3321–34. <https://doi.org/10.1002/jum.15026>
2. Gitto S, Draghi AG, Bortolotto C, Draghi F. Sonography of the Achilles tendon after complete rupture repair: What the radiologist should know. *J Ultrasound Med.* 2016; 35(12): 2529–36. <https://doi.org/10.7863/ultra.16.01092>
3. Hung CY, Chang KV, Mezia K, et al. Advanced ankle and foot sonoanatomy: Imaging beyond the basics. *Diagnostics (Basel).* 2020; 10(3): 160. <https://doi.org/10.3390/diagnostics10030160>
4. Romero-Morales C, Martín-Llantino PJ, Calvo-Lobo C, et al. Ultrasonography features of the plantar fascia complex in patients with chronic non-insertional achilles tendinopathy: A case-control study. *Sensors (Basel).* 2019; 19(9): 2052. <https://doi.org/10.3390/s19092052>
5. Sconfienza LM, Albano D, Allen G, et al. Clinical indications for musculoskeletal ultrasound updated in 2017 by European Society of Musculoskeletal Radiology (ESSR) consensus. *Eur Radiol.* 2018; 28(12): 5338–51. <https://doi.org/10.1007/s00330-018-5474-3>

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