



Ultraschall der Hand (adaptiert nach SGUM-Richtlinien)

(Ultrasound of the Hand (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, Hopitaux Universitaires de Genève, Genf

Zusammenfassung: In dieser Übersichtsarbeit wird die vereinfachte Ultraschallanatomie der Hand und der Finger 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, Hand, Finger

Abstract: This review paper explains the simplified ultrasound anatomy of the hand and the fingers. 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, hand, finger

Untersuchungstechnik

Frequenz der Linearsonde: Zur Untersuchung oberflächlich liegender Strukturen an der Hand und an den Fingern empfehlen wir die Wahl von Frequenzen zwischen 12 und 22 MHz.

Patientenposition: Die Patientin/der Patient sitzt dem Untersucher gegenüber auf einem Stuhl und die Hand wird auf eine weiche Unterlage positioniert, jeweils in Supinationsstellung für die palmaren Abschnitte und in Pronationsstellung für die dorsalen Abschnitte. Es erfolgt eine statische und eine dynamische Untersuchung mit Supination – Pronation, Flexion – Extension, im Handgelenk zudem Radialabduktion – Ulnarabduktion, je nach zu untersuchender anatomischer Struktur (Abb. 1, 2).

Sonoanatomie Handgelenk palmar

Hand palmar transversal und longitudinal

- **Position:** entsprechend zu untersuchender Region supiniert etc., Hand entspannt auf Untersuchungskissen

- Untersuchung statisch und dynamisch, aktive bzw. passive Finger- oder Handgelenkflexion, bzw. Extension, Abduktion und Adduktion im Handgelenk.

Strukturen Hand palmar (in Klammer: Orientierungspunkte)

- Ossäre Orientierungspunkte
 - Radius
 - Ulna
 - Ossa carpalia
 - Ossa metacarpalia

Im Artikel verwendete Abkürzungen

CMC-I-Gelenk	Daumensattelgelenk (= Carpometacarpal-Gelenk)
DIP-Gelenk	Distales Interphalangealgelenk
DRUG	Distales Radioulnargelenk
FCU	Flexor carpi ulnaris
FDP	Flexor digitorum profundus
FDS	Flexor digitorum superficialis
MCP-Gelenk	Metacarpophalangealgelenk
PIP-Gelenk	Proximales Interphalangealgelenk
SGUM	Schweizerische Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin
STT-Gelenk	Scaphoideum-Trapezium-Trapezoideum-Gelenk

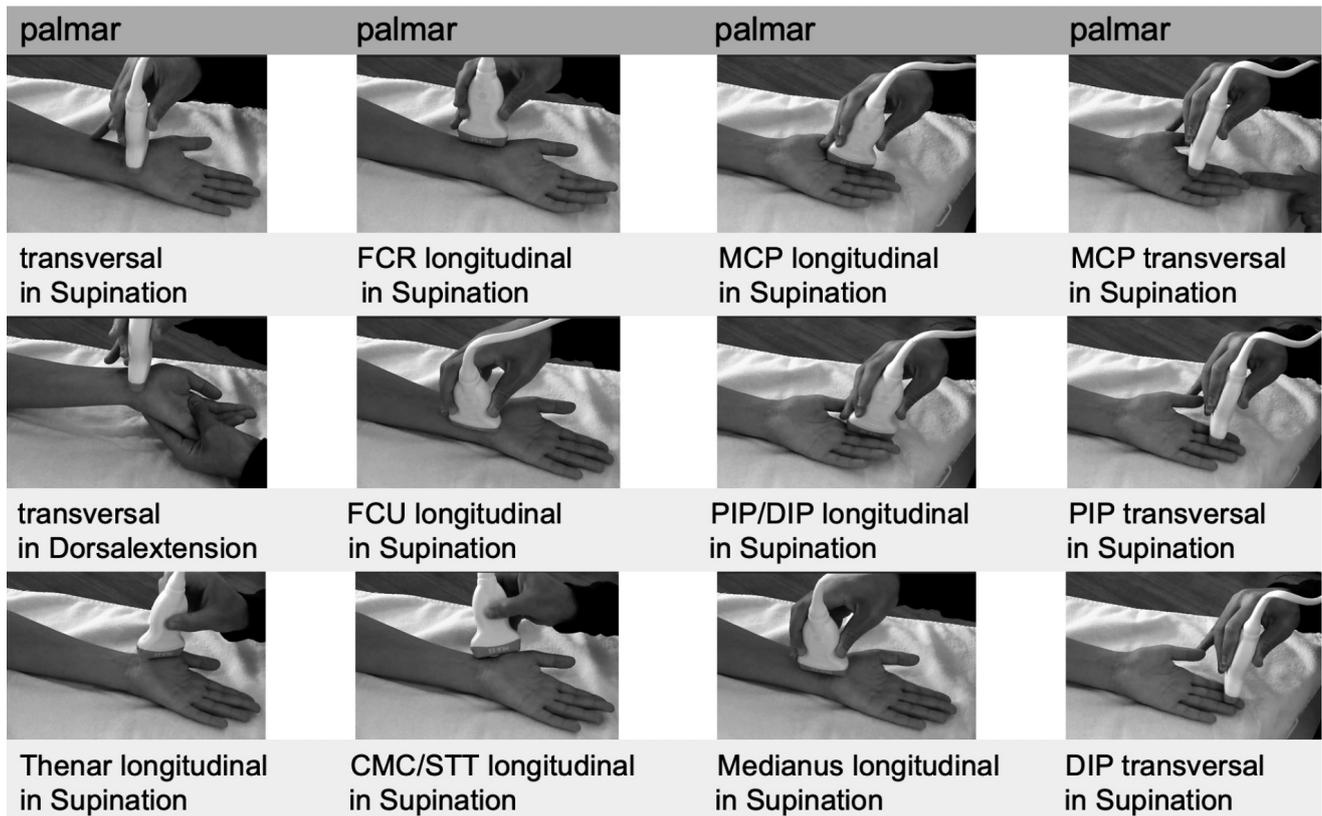


Abbildung 1. Auswahl von Sondenlagen bei der standardisierten statischen palmaren Handuntersuchung.

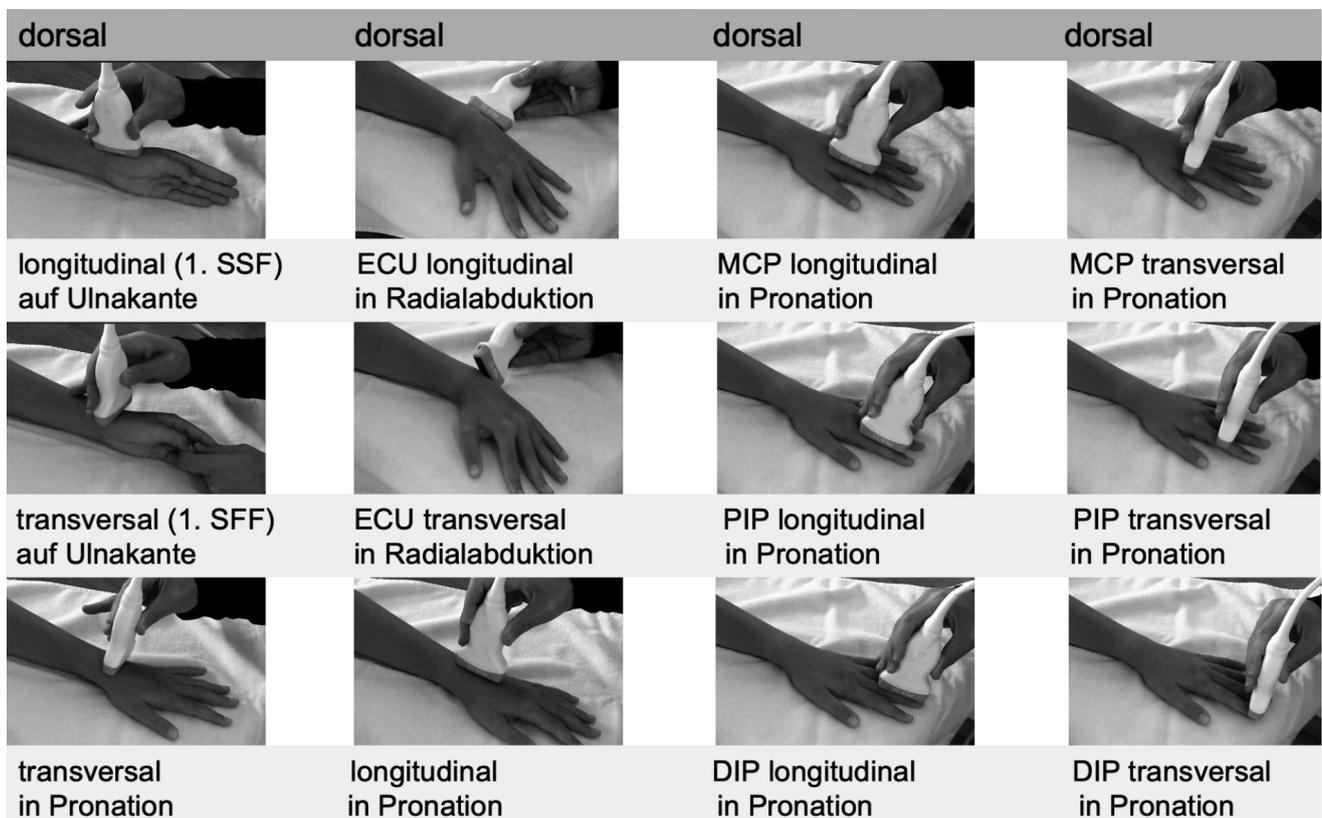


Abbildung 2. Auswahl von Sondenlagen bei der standardisierten statischen dorsalen Handuntersuchung.

https://econtent.hogrefe.com/doi/pdf/10.1024/1661-8157/a0005538 - Tuesday, May 07, 2024 10:05:09 PM - IP Address: 18.117.227.194

- Eingang Karpaltunnel (Tuberculum ossis scaphoidei und Os pisiforme)
- Retinaculum flexorum (Scaphoid, Pisiforme)
- Distaler Karpaltunnel (Tuberculum ossis trapezii und Hamulus ossis hamati)
- STT-Gelenk (Scaphoideum-Trapezium-Trapezoideum-Gelenk)
- Daumensattelgelenk (CMC-I-Gelenk)
- FCR-Sehne radial (ausserhalb des Karpaltunnels, separate Sehnenscheide – osteofibröser Kanal), radial des Os scaphoideum, Ulnar der A. radialis)
- FPL-Sehne radial (Tuberculum ossis scaphoidei – Tuberculum ossis trapezii)
- PL-Sehne palmar der Vorderarmfaszie und des Retinaculum flexorum (PL = M. palmaris longus)
- A. radialis
- N. Medianus (palmar vom M. pronator quadratus)
- FDS-Sehnen (innerhalb Karpaltunnel)
- FDP-Sehnen (innerhalb Karpaltunnel)
- Mm. lumbricales
- Loge de Guyon (Pisiforme)
- A. ulnaris und N. ulnaris palmar des Retinaculum flexorum dorsal des Ligamentum carpi transversum
- FCU-Sehne ulnar (Pisiforme)
- Pisotriquetralgelenk (Pisiforme, Triquetrum)

Die Autoren beginnen mit der Untersuchung des Handgelenks von palmar (selbstverständlich kann die Untersuchung auch von dorsal starten). Dabei liegt die Hand in einer Supinationsstellung auf einem weichen Kissen. Wir ziehen es vor, die Untersuchung der Hand mittels Vorlaufplatte durchzuführen und nicht durch Anwendung von

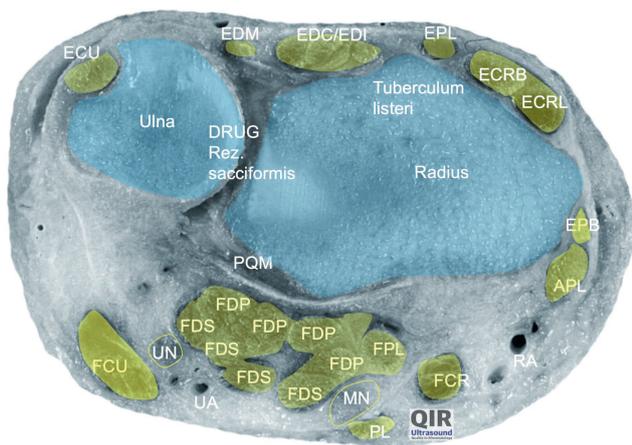


Abbildung 3. Anatomisches Präparat Höhe distales Radioulnargelenk (DRUG): ECU = Extensor carpi ulnaris, EDM = Extensor digiti minimi, EDC = Extensor digitorum communis, EDI = Extensor digiti indicis, EPL = Extensor pollicis longus, ECRB/ECRL = Extensor carpi radialis brevis und longus, EPB = Extensor pollicis brevis, APL = Abductor pollicis longus, PQM = M. pronator quadratus, FDP = Flexor digitorum profundus, FDS = Flexor digitorum superficialis, FCU = Flexor carpi ulnaris, UN = N. ulnaris, UA = Arteria ulnaris, MN = N. medianus, PL = Palmaris longus, FCR = Flexor carpi radialis, RA = A. radialis.

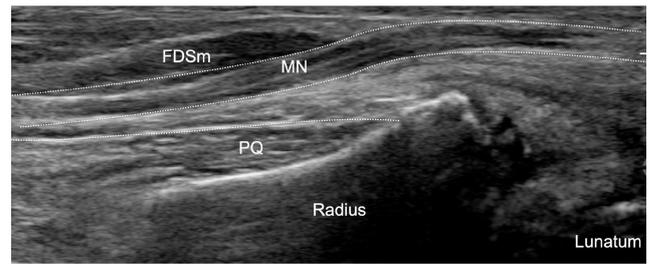


Abbildung 4. Palmarer Longitudinalschnitt Höhe 3. Strahl. FDSm = M. flexor digitorum superficialis, PQ = M. pronator quadratus, MN = N. medianus.

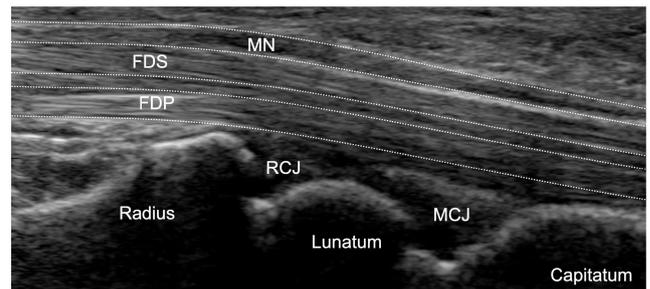


Abbildung 5. Palmarer Longitudinalschnitt im 3. Strahl. FDS = Sehne des M. flexor digitorum superficialis, FDP = Sehne des M. flexor digitorum profundus, RCJ = radiokarpales Gelenk und extrinsische Ligamente in der «short axis», MCJ = midkarpales (Mediokarpales) Gelenk und extrinsische Ligamente in der «short axis», MN = Nervus medianus.

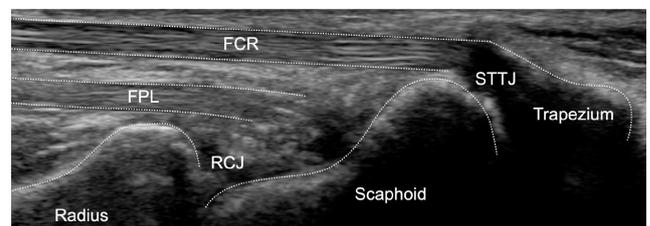


Abbildung 6. Palmarer Longitudinalschnitt radiokarpal. FPL = Sehne des M. flexor pollicis longus, FCR = Sehne des M. flexor carpi radialis, RCJ = Radiokarpales Gelenk und extrinsische Ligamente in der «short axis», STTJ = STT-Gelenk (Scaphoid-Trapezium-Trapezoideum).

Ultraschallgel. Die speziell für die Hand angefertigte Vorlaufplatte ist ca. 5 mm dick, hat die gleichen physikalischen Eigenschaften wie Wasser und erlaubt eine komplette Abdeckung der gesamten Hand. Im anatomischen Bild werden die Beugesehnen und Strecksehnen auf Höhe des distalen Radiokarpalgelenks illustriert (Abb. 3).

In einem Transversalschnitt gefolgt von einem Longitudinalschnitt beginnen wir die Untersuchung des Handgelenks palmar im Unterarm mit der Beurteilung der Muskeln (u.a. der Flexoren, M. pronator quadratus), deren myotendinöser Übergänge, des Radius, der Ulna und des distalen radioulnaren Gelenks mit dem Rezessus sacciformis. Im Weiteren folgt die Untersuchung der proximalen und distalen Handwurzelreihe. Zur Orientierung werden ossäre Landmarken aufgesucht: Das radial gelegene Os

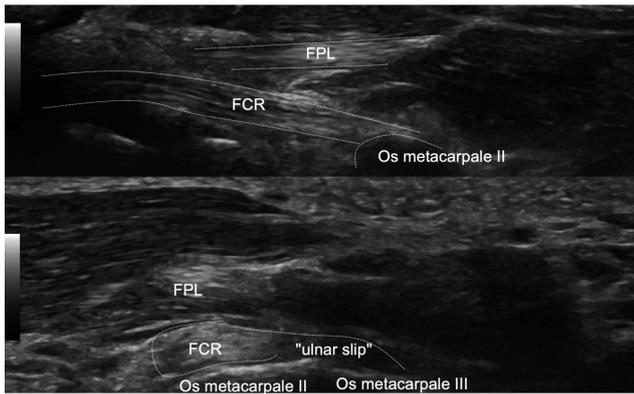


Abbildung 7. Palmarer Longitudinalschnitt und Transversalschnitt an der Insertion der FCR-Sehne. FPL = Sehne des M. flexor pollicis longus, FCR = Sehne des M. flexor carpi radialis.



Abbildung 8. Palmarer Longitudinalschnitt radiokarpal. PQ = M. pronator quadratum, RA = A. radialis, RV = Vena radialis.

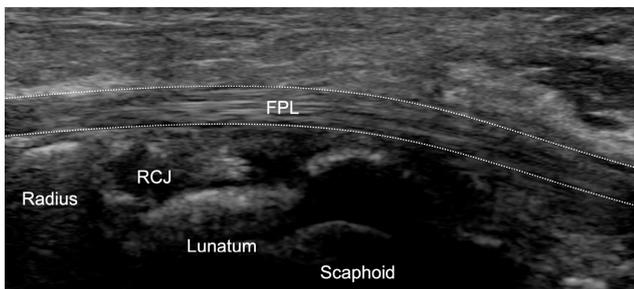


Abbildung 9. Palmarer Longitudinalschnitt Höhe FPL. FPL = Sehne des M. flexor pollicis longus, RCJ = radiokarpales Gelenk und extrinsische Ligamente in der «short axis».

scaphoideum und das ulnar gelegene Os pisiforme sind einfach aufzufinden. Im transversalen Schnitt liegt man hiermit auf Höhe des proximalen Karpaltunnels mit dem Retinaculum flexorum. In der Tiefe untersuchen wir die intrinsischen Ligamente und die darüber liegenden extrinsischen Ligamente. Als darüber liegende weitere Schicht folgen die synovialen Rezessi radiokarpal, ulnokarpal und midkarpal. Wir beurteilen statisch und dynamisch die Sehnen des Musculus flexor digitorum profundus (FDP) und des Musculus flexor digitorum superficialis (FDS). Radial verfolgen wir die Flexor-carpi-radialis-Sehne (FCR) und deren Verlauf in den osteofibrösen Kanal (Os scaphoideum, Os trapezium) und beurteilen die Sehne bis zur Insertion an der Basis von Os metacarpale 2, teilweise auch in Richtung Os metacarpale 3 («ulnar slip») (Abb. 4–10).

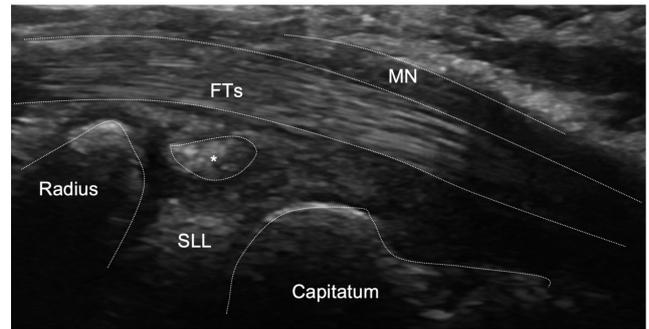


Abbildung 10. Palmarer Longitudinalschnitt Höhe 3. Strahl. FTs = Beugesehnen, SLL = scapholunäres Ligament, MN = N. medianus, Stern = (extrinsisches) langes Ligament radiolunatum (in der «short axis»).

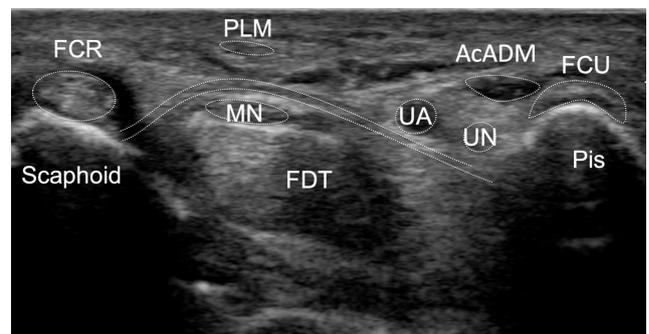


Abbildung 11. Palmarer Transversalschnitt Höhe proximaler Karpaltunnel. FCR = Sehne des M. flexor carpi radialis, PLM = Palmaris-longus-Sehne, MN = N. medianus, FDT = Flexorensehnen, UA = A. ulnaris, UN = N. ulnaris, FCU = Sehne des M. flexor carpi ulnaris, AcADM = akzessorischer M. adductor digiti minimi.

Benachbart zur Sehne des Musculus flexor carpi radialis liegt innerhalb des Karpaltunnels bzw. unter dem Retinaculum flexorum die Flexor-pollicis-longus-Sehne (FPL), die zusammen mit den o.g. FDP- und FDS-Sehnen insgesamt neun Sehnen im Karpaltunnel bildet. Die Sehne des M. palmaris longus liegt palmar oberflächlich über dem Retinaculum flexorum leicht ulnarseitig des N. medianus. Innerhalb des Karpaltunnels beurteilen wir im Weiteren den Nervus medianus (Abb. 11) und die vom Nervus medianus ausgehenden Äste. Der Nervus medianus wird durch den Karpaltunnel bis zum Austritt verfolgt mit besonderem Augenmerk auf Ursachen eines möglichen Entrapments des Nervs (akzessorische Muskeln, Ganglien, Tenosynovitis, Arthritis etc.). Mittels Kippen der Sonde kann aufgrund der Anisotropie zwischen den Sehnen und dem Nervus medianus unterschieden werden. Der N. medianus behält beim Kippen der Sonde seine honigwabenartige Struktur mit Anisotropie des Epi-, Peri- und Endoneuriums, jedoch nicht der Faszikel. Während von proximal die Muskelbäuche des M. flexor digitorum superficialis möglicherweise in Langfingerextension bis in den Karpalkanal reichen, können bei der Flexion die Muskelbäuche der Mm. lumbricales bis in den distalen Karpalkanal kommen. Der distale Karpaltunnel wird radial vom Os trapezium,



Abbildung 12. Palmarer Longitudinalschnitt ulnokarpal.
FCU = Sehne des M. flexor carpi ulnaris.

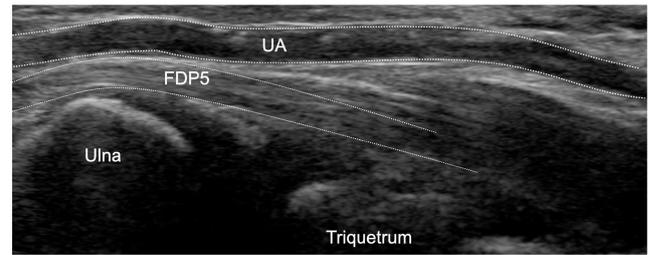


Abbildung 13. Palmarer Longitudinalschnitt ulnokarpal.
FDP5 = Sehne des M. flexor digitorum profundus des Kleinfingers,
UA = A. ulnaris.

bzw. vom Tuberculum und ulnar vom Haken des Os hamatum abgegrenzt.

Ulnar wird die Flexor-carpi-ulnaris-Sehne (FCU) bis zum Os pisiforme und weiter distal bis zur Insertion (Os metacarpale 5, Hamulus des Os hamatum) weiterverfolgt. Hierbei ist zu bemerken, dass die Sehne des Musculus flexor carpi ulnaris keine Sehnenscheide aufweist und gelegentlich eine Bursa im Bereich des Os pisiforme aufzufinden ist (Bursa sub-pisiforme). Weiter in der Tiefe liegt das Gelenk zwischen Os pisiforme und Os triquetrum (Abb. 12, 13), wo es sowohl einen synovialen Rezessus hat als auch Ganglien entstehen können. Radial der ECU-Sehne liegt die Arteria ulnaris, begleitet von Venen und vom Nervus ulnaris (ulnar der A. ulnaris) in der separaten Loge de Guyon. Auch hier beurteilen wir statisch und dynamisch oben erwähnte Strukturen und zudem die diversen Äste des Nervus ulnaris: Im distalen Karpaltunnel ulnar des Hamulus des Os hamatum visualisieren wir den tiefen motorischen Ast des N. ulnaris und anteriorer und superfiziell den sensiblen Ast des N. ulnaris.

Sonoanatomie Handgelenk dorsal

Hand dorsal transversal und longitudinal

- Position: entsprechend zu untersuchender Region proniert, supiniert etc., Hand entspannt auf Untersuchungskissen
- Untersuchung statisch und dynamisch, aktive bzw. passive Finger- oder Handgelenkflexion, bzw. Extension, Abduktion und Adduktion im Handgelenk.

Strukturen Hand dorsal (in Klammer: Orientierungspunkte)

- Ossäre Orientierungspunkte
 - Radius
 - Ulna
 - Ossa carpalia
 - Ossa metacarpalia
- Dorsal radial (Position: Hand gestreckt proniert auf Untersuchungskissen, je nach zu untersuchender Struktur Hand auf ulnarer Handkante)

- 1. Strecksehnenfach (Processus styloideus radii)
- A. radialis (Radius)
- 2. Strecksehnenfach (radial vom Tuberculum listeri) Kreuzung 1. über 2. Strecksehnenfach proximal am Unterarm
- Tuberculum listeri (Radius)
- STT-Gelenk = Scaphoideum-Trapezium-Trapezoidum-Gelenk
- Daumensattelgelenk = CMC-I-Gelenk = Karpometakarpalgelenk I
- Dorsal median (Position: Hand flach, Streckseite oben)
 - Tuberculum listeri (Radius) 2. Vom 3. Strecksehnenfach trennend
 - Intrinsische Ligamente, z.B. Scapho-lunäres Ligament (Scaphoid, Lunatum)
 - Extrinsische Ligamente, z.B. Radio-triquetrales Ligament (Radius, Triquetrum)
 - 3. Strecksehnenfach (ulnar vom Tuberculum listeri), 3. kreuzt 2. Strecksehnenfach distal
 - Kreuzung 3. über 2. Strecksehnenfach distal (Carpus)
 - 4. Strecksehnenfach (ulnar vom Tuberculum listeri, ossäre Reihe: Radius-Lunatum-Capitulum-Metacarpale III)
 - PIN = «posterior interosseus nerve» (ulnar vom Tuberculum listeri und dem 4. Strecksehnenfach)
 - 5. Strecksehnenfach (distales radioulnares Gelenk, Radius/Ulna)
- Dorsal ulnar (Position: gestreckter pronierter Unterarm, ggf. Radialabduktion im Handgelenk)
 - 6. Strecksehnenfach (Ulna, Processus styloideus ulnae, Triquetrum)
 - TFCC = «triangular fibrocartilage complex» (Ulna, Processus styloideus ulnae, Triquetrum)

Dorsal wird das Handgelenk statisch und dynamisch jeweils transversal und longitudinal untersucht. Hierbei liegt die Hand in einer Pronationsstellung auf einem Kissen. Bei der Beurteilung der radialen Strukturen erfolgt zudem eine Ulnarabduktion und bei der Beurteilung der ulnaren Strukturen zusätzlich eine Radialabduktion. Von dorsal identifizieren wir in der Tiefe die ossären Landmarken Radius und Ulna und das distale Radioulnargelenk (DRUG) mit dem Rezessus sacciformis. Das DRUG wird statisch und dynamisch untersucht (u.a. Hand in Richtung Unterlage drücken lassen), um u.a. die Stabilität zu prüfen. Die proxima-

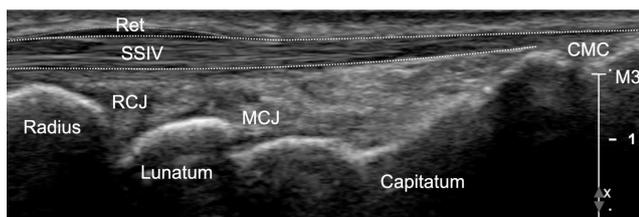


Abbildung 14. Dorsaler Longitudinalschnitt im 3. Strahl. SSIV = Strecksehnen im IV. Strecksehnenfach, Ret = Retinaculum, RCJ = radiokarpales Gelenk und extrinsische Ligamente in der «short axis», MCJ = midkarpales (mediokarpales) Gelenk und extrinsische Ligamente in der «short axis», CMC = Karpometakarpalgelenk 3, M3 = Basis os metacarpale III.

le und die distale Handwurzelreihe werden systematisch untersucht, jeder einzelne Knochen wird in allen Ebenen dargestellt. Als Orientierung dient der 3. Strahl, wo das radiokarpale Gelenk zwischen Radius und Os lunatum visualisiert wird, das midkarpale Gelenk zwischen Os lunatum und Os capitatum und weiter distal das 3. Karpometakarpalgelenk einfach detektiert werden kann. Das Karpometakarpalgelenk 3 auf Höhe des 3. Strahles entspricht dem Gelenk zwischen der Basis des Os metacarpale 3 und dem Os capitatum (Abb. 14). Bei der Beurteilung des radiokarpalen und der midkarpalen (mediokarpalen) Gelenke ist es wichtig, sich an den Knochen zu orientieren, grundsätzlich die Untersuchung in zwei Ebenen auszuführen und mit der Gegenseite zu vergleichen.

Das Retinaculum extensorum mit den einzelnen nach unten laufenden Septen wird aufgesucht. Darin liegen die 6 Strecksehnenfächer, welche von radial nach ulnar systematisch statisch, dynamisch und in allen Ebenen dynamisch untersucht werden (Abb. 3).

Wie üblich in der Sonografie des Bewegungsapparates ist darauf zu achten, dass kein Druck mit der Sonde ausgeübt wird, um nicht das Risiko einzugehen, Flüssigkeitskolektionen wegzudrücken.

Bei der Untersuchung des ersten Strecksehnenfachs wird der Unterarm in Neutralstellung (zwischen einer Pronations- und Supinationsstellung) auf die Ulnakante abgestützt. Hierbei wird die Sonde über dem seitlichen Processus styloideus radii platziert und die Sehnen des M. abductor pollicis longus (APL, z.T. mehrere Sehnen vorhan-

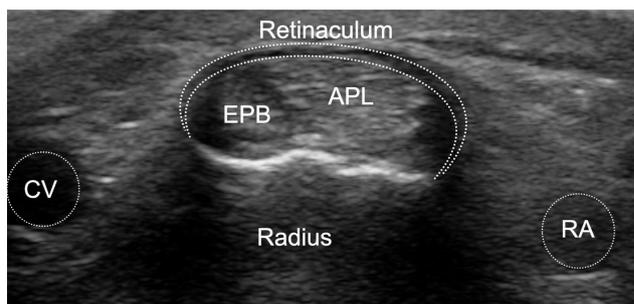


Abbildung 15. Dorsaler/radialer Transversalschnitt Höhe 1. Strecksehnenfach. EPB = Sehne des M. extensor pollicis brevis, APL = Sehne des M. abductor pollicis longus, CV = Vena cephalica, RA = A. radialis.

den, ventral liegend), bzw. des M. extensor pollicis brevis (EPB, dorsal liegend) dargestellt (Abb. 15). Das Retinaculum der beiden Sehnen kann mehrere Septen aufweisen, welche die beiden Sehnen trennen können. Häufig sind die Sehnen proximal nicht voneinander abzugrenzen. Die APL-Sehne ist nicht selten doppelt oder mehrfach angelegt. Das erste Strecksehnenfach wird nach proximal bis zur Kreuzung (distale Intersektionszone) mit dem zweiten Strecksehnenfach verfolgt, die APL-Sehne wird distal bis zur Insertion an der Metacarpale-I-Basis, die EPB-Sehne bis zur Insertion an der Grundphalanxbasis verfolgt. Des Weiteren werden die Arteria radialis und die Vena cephalica dargestellt (die Arteria radialis liegt radiopalmar neben der APL-Sehne auf Höhe 1. Strecksehnenfach, die Vena cephalica dorsoulnar neben der EPB-Sehne). Im Bereich des ersten Strecksehnenfachs beurteilen wir im Weiteren den Ramus superficialis des Nervus radialis. Dieser oberflächliche Nerv ist sehr beweglich und kann auf Druck um mehrere Zentimeter nach ventral oder dorsal verschoben werden. Von proximal nach distal untersuchend verläuft der Nerv von ventral nach dorsal und zieht so über die Sehnen des 1. Strecksehnenfachs.

Die Strecksehnenfächer 2 bis 4 werden bei auf dem Untersuchungstisch liegender Hand in Pronationsstellung aufgesucht. Die ECRL-Sehne und die ECRB-Sehne werden über dem Radius bis zum Übergang in die Muskulatur proximal untersucht (Abb. 16, 17). Proximal muss auch die proximale Intersektionszone aufgesucht werden, wo der M. abductor pollicis longus und der M. extensor pollicis

Tabelle 1. Strecksehnenfächer an der Hand

Strecksehnenfächer der Hand	Sehnen
Erstes Strecksehnenfach	Sehne des Abductor pollicis longus (APL) und des Extensor pollicis brevis (EPB)
Zweites Strecksehnenfach	Sehne des Extensor carpi radialis longus (ECRL) und des Extensor carpi radialis brevis (ECRB)
Drittes Strecksehnenfach	Sehne des Extensor pollicis longus (EPL)
Viertes Strecksehnenfach	Sehne des Extensor digitorum communis (EDC II–IV) und des Extensor indicis proprius (EIP) (ulnar EDC-II-Sehne)
Fünftes Strecksehnenfach	Sehne des Extensor digiti quinti (EDQ) oder des Extensor digiti minimi (EDM)
Sechstes Strecksehnenfach	Sehne des Extensor carpi ulnaris (ECU)

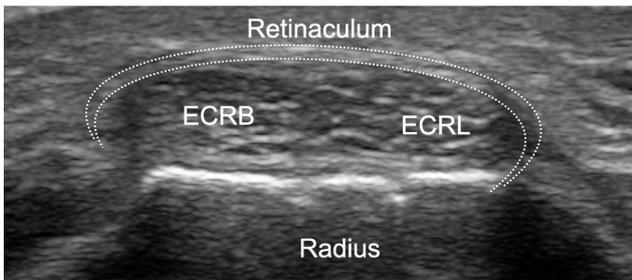


Abbildung 16. Dorsaler Transversalschnitt Höhe 2. Strecksehnenfach.

ECRB = Sehne des M. extensor carpi radialis brevis, ECRL = Sehne des M. extensor carpi radialis longus.

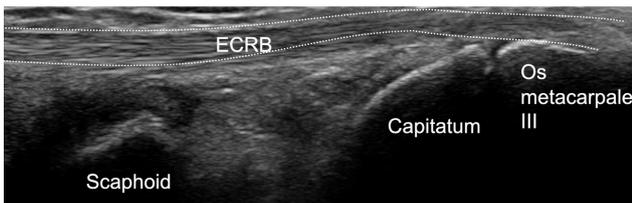


Abbildung 17. Dorsaler Longitudinalschnitt Höhe 2. Strecksehnenfach.

ECRB = Sehne des M. extensor carpi radialis brevis.

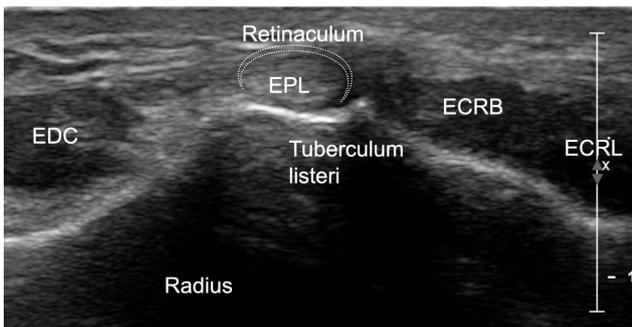


Abbildung 18. Dorsaler Transversalschnitt Höhe 3. Strecksehnenfach.

ECRB = Sehne des M. extensor carpi radialis brevis, ECRL = Sehne des M. extensor carpi radialis longus, EDC = Sehne des M. extensor digitorum communis, EPL = Sehne des M. extensor pollicis longus.

brevis über die ECRL- und ECRB-Muskeln kreuzen, um dann weiter distal zum 1. Strecksehnenfach zu werden. Beim Aufsuchen des zweiten bis vierten Strecksehnenfachs orientieren wir uns mittels eines Transversalschnittes über dem distalen Radioulnargelenk. Auf dieser Höhe wird das Tuberculum listeri des Radius als ossäre Landmarke detektiert. Dieses trennt die ECRB- und ECRL-Sehnen von der EPL-Sehne. Das zweite Strecksehnenfach liegt radial und das dritte Strecksehnenfach ulnar des Tuberculum listeri (Abb. 18, 19).

Die EPL-Sehne (3. Strecksehnenfach) wird von proximal nach distal untersucht. Hierbei kann beobachtet werden, wie die EPL-Sehne über die Extensor-carpi-radialis-brevis- und die Extensor-carpi-radialis-longus-Sehne kreuzt (Abb. 18, 19). (Merkhilfe zur Reihenfolge der Seh-

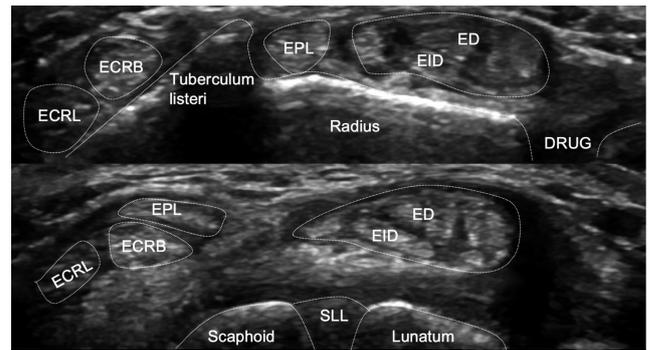


Abbildung 19. Dorsaler Transversalschnitt Höhe 2., 3. und 4. Strecksehnenfach.

ECRB = Sehne des M. extensor carpi radialis brevis, ECRL = Sehne des M. extensor carpi radialis longus, ED = Sehne des M. extensor digitorum communis, EPL = Sehne des M. extensor pollicis longus, EIP = Sehne des M. extensor indicis proprius, SLL = scapholunäres Ligament, DRUG = distales Radioulnargelenk.

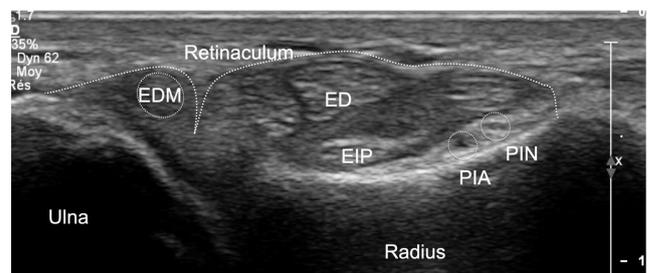


Abbildung 20. Dorsaler Transversalschnitt Höhe 4. und 5. Strecksehnenfach.

EDM = Sehne des M. extensor digiti minimi (quinti), ED = Sehnen des M. extensor digitorum, EIP = Sehne des M. extensor indicis proprius, EPL = Sehne des M. extensor pollicis longus, PIN = posteriorer Interosseus-Nerv und Arterie (PIA).

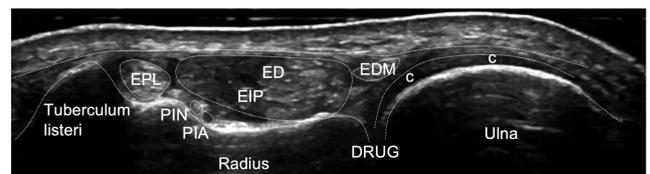


Abbildung 21. Dorsaler Transversalschnitt Höhe 3., 4. und 5. Strecksehnenfach.

EDM = Sehne des M. extensor digiti minimi (quinti), ED = Sehnen des M. extensor digitorum, EIP = Sehne des M. extensor indicis proprius, EPL = Sehne des M. extensor pollicis longus, PIN = posteriorer Interosseus-Nerv und Arterie (PIA), DRUG = distales Radioulnargelenk, c = hyaliner Knorpel.

nen im Strecksehnenfach 1-3: longus-brevis-longus-brevis-longus).

Das vierte Strecksehnenfach besteht aus den Sehnen des M. extensor digitorum communis (EDC II-IV) und des M. extensor indicis proprius (EIP) (Abb. 20, 21). Unter dem 4. Strecksehnenfach identifizieren wir knochenahne den posterioren Interosseusnerv (PIN), der begleitet wird von einer Arterie und von Venen. Die Strecksehnen im

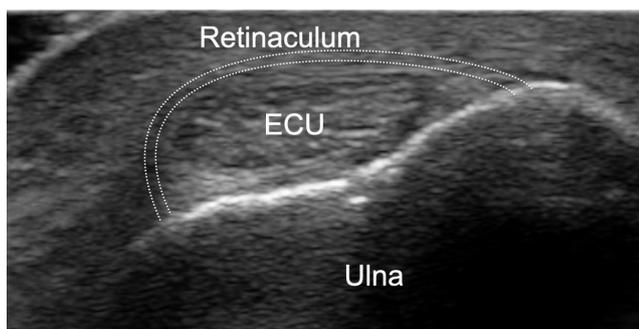


Abbildung 22. Dorsaler Transversalschnitt Höhe 6. Strecksehnenfach.

ECU = Sehne des M. extensor carpi ulnaris.

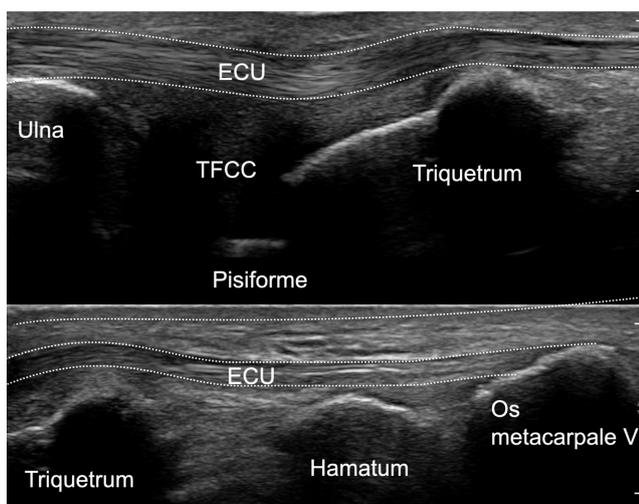


Abbildung 23. Dorsale Longitudinalschnitte Höhe 6. Strecksehnenfach.

ECU = Sehne des M. extensor carpi ulnaris, TFCC = «triangular fibrocartilage complex».

vierten und fünften Strecksehnenfach werden bevorzugt dynamisch oder in aktiver Extension der Finger untersucht. Eine kleine Unterlage für das Handgelenk erleichtert dieses Vorgehen. Die Sehne des M. extensor digiti minimi liegt in der Regel im 5. Strecksehnenfach über dem distalen Radioulnargelenk. Eine dynamische Untersuchung kann beim Aufsuchen der Sehne helfen.

Wird der Arm auf die radiale Handkante aufgelegt und maximal radialabduziert, so wird das sechste Strecksehnenfach, bestehend aus der Extensor-carpi-ulnaris-Sehne (ECU), transversal und longitudinal untersucht. In dieser Position wird der TFCC («triangular fibrocartilage complex») distal des Processus styloideus ulnae mituntersucht (Abb. 22, 23).

Distal des Tuberculum listeri wird im Transversalschnitt auf Höhe des Os scaphoideum und des Os lunatum eine isoechogene und fibrilläre Struktur zwischen den beiden dorsalen Knochenkonturen dargestellt, was dem scapholunären Ligament (SL-Ligament) entspricht (Abb. 24, 25). Mittels Faustschluss, Flexion/Extension oder Ulnarabduktion wird das Ligament unter verschiedenen mechanischen Bedingungen sorgfältig evaluiert. Hier empfiehlt

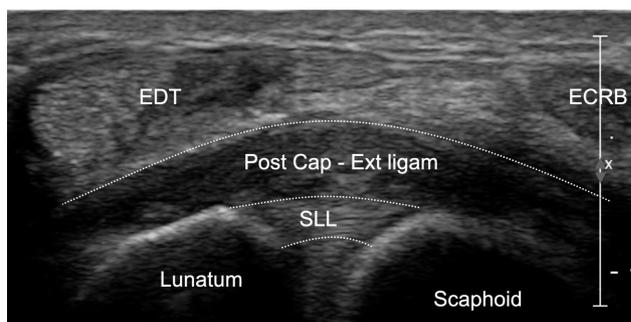


Abbildung 24. Dorsaler Transversalschnitt Höhe proximale Handwurzelreihe.

EDT = Sehnen des M. extensor digitorum, ECRB = Sehne des M. extensor carpi radialis brevis, SLL = scapholunäres Ligament, Post Cap – Ext ligam = extrinsische Ligamente und dorsale Gelenkkapsel.

sich auch ein Seitenvergleich. Über den Handwurzelknöcheln liegen die extrinsischen Ligamente (z. B. Lig. radiotriquetrale). Selbstverständlich können weit mehr intrinsische und extrinsische Ligamente visualisiert werden, auf die wir in dieser Übersichtsarbeit nicht weiter eingehen (Abb. 24–26).

Sonoanatomie Thenar, Hypothenar, Finger palmar und dorsal

Finger palmar und dorsal transversal und longitudinal

- Position: entsprechend zu untersuchender Region
Hand flach liegend, Streckseite oder Beugeseite oben, Hand entspannt auf Untersuchungskissen
- Untersuchung statisch und dynamisch, aktive bzw. passive Finger- oder Handgelenksflexion, bzw. Extension, Abduktion und Adduktion im Handgelenk.

Strukturen Finger dorsal (in Klammer: Orientierungspunkte)

- Ossäre Orientierungspunkte
 - Ossa metacarpalia
 - proximale, mittlere und distale Phalanx
- MCP-Gelenk mit Gelenkkapsel, dorsalem Rezessus, Knorpel (Os metacarpale – proximale Phalanx)
- PIP-Gelenk mit Gelenkkapsel, dorsalem Rezessus, Knorpel (proximale und mittlere Phalanx)
- DIP-Gelenk mit Gelenkkapsel, dorsalem Rezessus, Knorpel (mittlere und distale Phalanx), Insertion Extensorensehne
- Gelenkkapsel und Ligg. collaterale mediale und radiale (MCP: Innerhalb M.-interosseus-Sehne, gelenknah)
- Nagelmatrix, Verbindung zu Extensorensehnen (DIP-Gelenk)
- Extensorensehnen

- M. extensor digitorum indicis proprius = EIP (Strahl II ulnar EDC-II-Sehne)
- M. extensor digiti minimi = EDM (Strahl V ulnar EDC-V-Sehne)
- Mm. interossei I-IV (radial MCP II und zwischen Metacarpalia Dig. III-V (radial und ulnar MCP III, ulnar MCP IV))

Strukturen Finger volar (in Klammer: Orientierungspunkte)

- Ossäre Orientierungspunkte
 - Ossa metacarpalia
 - proximale, mittlere und distale Phalanx
 - Ossa sesamoidea (z.B. MCPG1, 2 und 5)
- MCP-Gelenk mit Gelenkkapsel, volarem Rezessus, volare (palmare) Platte, Knorpel (Os metacarpale – proximale Phalanx)
- PIP-Gelenk mit Gelenkkapsel, volarem Rezessus, volare (palmare) Platte, Knorpel (proximale und mittlere Phalanx)
- DIP-Gelenk mit Gelenkkapsel, volarem Rezessus, volare (palmare) Platte, Knorpel (mittlere und distale Phalanx), Insertion Flexorensehnen
- Ringbänder A1-A5 (ungerade Ringbänder Höhe Gelenke: A1 über MCP, A3 über PIP, A5 über DIP; A2 über Grundphalanx, A4 über Mittelphalanx)
- FDS-Sehnen (palmar der FDP-Sehne, teilen sich im Verlauf in zwei Zügel, Insertion Höhe Basis Mittelphalanx, in diesem Bereich FDS dorsal FDP-Sehne)
- FDP-Sehnen (knochennah bis Basis Endphalanx, gemeinsame Sehnenscheide der FDS und FDP-Sehnen)
- Mm. interossei dorsales und palmares dorsal FDP Sehne auf Höhe MCP (zwischen Metacarpalia Dig. II-V – ulnar MCP II, radial MCP IV und V – Mm. interossei dorsales und palmares abgrenzen)
- Mm. lumbricales (radialseits der FDP-Sehnen Dig. II-V (Variationen mit ulnarem Verlauf möglich). Werden durch Lig. metacarpale transversum von den Mm. interossei getrennt)
- Aa. digitales palmares communes (digitaler Nerv begleitet die Arterien, radial und ulnar der Flexorsehnen)
- Nn. digitales palmares communes

Hypothenar transversal und longitudinal

- Position: Position: Hohlhand oben, max. Supination
- Untersuchung statisch und dynamisch, aktive bzw. passive Kleinfingerbewegung

Hypothenar (in Klammer: Orientierungspunkte)

- Ossäre Orientierungspunkte
 - Os metacarpale V

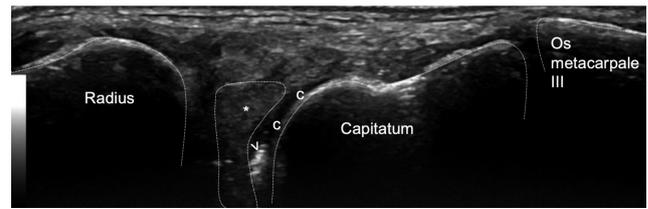


Abbildung 25. Dorsaler Longitudinalschnitt Höhe proximale Handwurzelreihe in Palmarflexion.

Stern = scapholunäres Ligament, Pfeilspitze = «Gas»-Blasen innerhalb von Synovialflüssigkeit, c = hyaliner Knorpel.

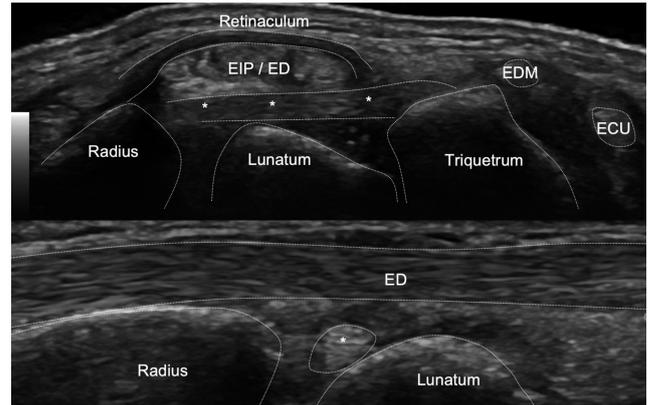


Abbildung 26. Dorsaler schräger Transversalschnitt Höhe proximale Handwurzelreihe und Longitudinalschnitt radiokarpal im 3. Strahl.

ED = Sehnen des M. extensor digitorum, EIP = Sehne des M. extensor indicis proprius, EDM = Sehne des M. extensor digiti minimi (quinti), ECU = Sehne des M. extensor carpi ulnaris, Stern = dorsales radiotriquetrales (extrinsisches) Ligament.

- pisiforme
- ulna
- M. flexor digiti minimi = FDM (radial palmar M. opposens digiti minimi)
- M. abductor digiti minimi = ADM (ulnarster Muskel)
- M. opponens digiti minimi = ODM (dorsal und radial M. abductor digiti minimi)

Thenar transversal und longitudinal

- Position: Hand auf ulnarer Handkante Daumen oben (dorsal, volar), bzw. Thenar unten; gespreizte Finger (ulnar)
- Untersuchung statisch und dynamisch, aktive bzw. passive Daumenbewegung

Thenar (in Klammer: Orientierungspunkte)

- Ossäre Orientierungspunkte
 - Os metacarpale I
 - Os trapezium/trapezoideum
 - Os scaphoideum
 - Radius

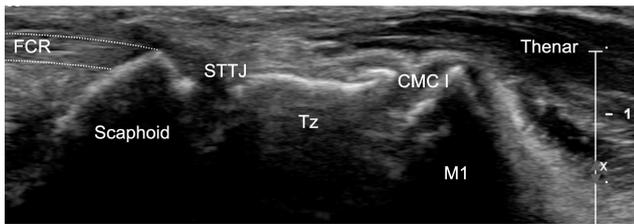


Abbildung 27. Palmarer Longitudinalschnitt radiokarpal Höhe STT- und CMC-I-Gelenk.

FCR = Sehne des M. flexor carpi radialis, STTJ = STT-Gelenk (Scaphoid-Trapezium-Trapezoideum), Tz = OS trapezium, CMC I = karpometakarpales Gelenk I, M1 = Basis os metacarpale I.

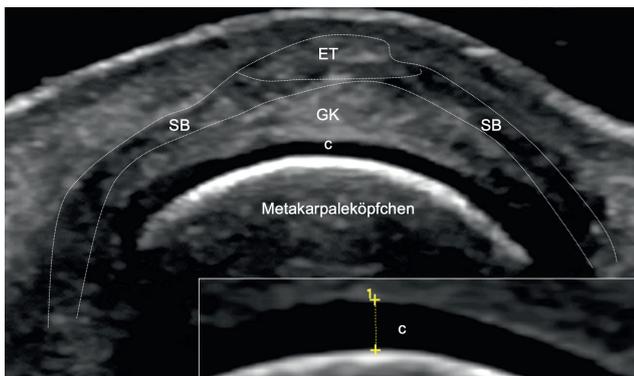


Abbildung 29. Dorsaler Transversalschnitt Höhe MCP-Gelenk.

SB = sagittales Band, ET = Sehne des M. extensor digitorum, GK = dorsale Gelenkkapsel, c = hyaliner Knorpel (mit Vergrößerung unten rechts).

- Extensorsehnen
- Daumensattelgelenk (CMC-I-Gelenk)
- MCP-Gelenk, Daumenendgelenk
- M. flexor pollicis longus = FPL (FPL-Sehne verläuft zwischen beiden Köpfen des M. flexor pollicis brevis) und brevis = FPB
- FPL-Sehne u. M. flexor pollicis brevis
- Lig. collaterale ulnare MCPG1 (innerhalb der Sehne des M. adductor pollicis, gelenknah)
- M. abductor pollicis = ADP (grösster und tiefster Thenarmuskel: Caput transversum von MC III und Caput obliquum vom MC III und IV, Insertion v.a. ulnares Sesambein, MCP und proximale Grundphalanx)
- M. opponens pollicis = OP (dorsal und tief unter M. abductor pollicis brevis)
- M. abductor pollicis brevis = APB (oberflächlichster Thenarmuskel radial)
- M. extensor pollicis longus (EPL)
- M. extensor pollicis brevis (EPB)

Nach der systematischen Untersuchung des Handgelenks wird jeder einzelne Finger untersucht. Bei der Untersuchung der kleinen Fingergelenke empfiehlt es sich zunächst, diese gestreckt zu halten, später leicht zu flektieren und, insbesondere bei der Beurteilung von entzündlichen

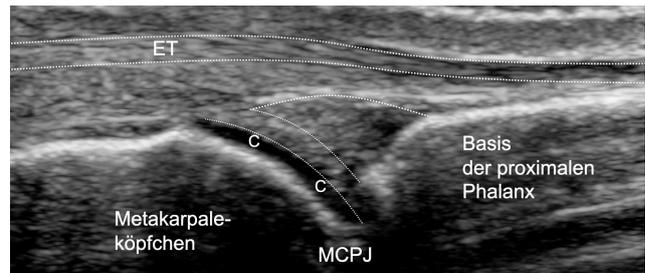


Abbildung 28. Dorsaler Longitudinalschnitt Höhe MCP-Gelenk.

ET = Sehne des M. extensor digitorum, c = hyaliner Knorpel, MCPJ = MCP-Gelenk.

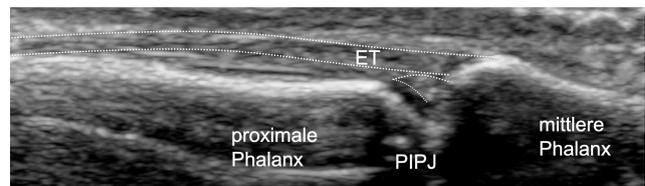


Abbildung 30. Dorsaler Longitudinalschnitt Höhe PIP-Gelenk.

ET = Sehne des M. extensor digitorum, PIPJ = PIP-Gelenk.

Veränderungen im Gelenk oder in der Sehnenscheide, keinen Druck mit der Sonde auszuüben.

Beim Daumen untersuchen wir zunächst das STT-Gelenk (Abb. 27), weiter distal das Karpometakarpalgelenk I, das MCP-Gelenk mit dem ersten Ringband, zuletzt das PIP- und das DIP-Gelenk.

Bei den Fingern 2 bis 5 wird systematisch von palmar und von dorsal jeder Knochen und jedes Gelenk statisch und dynamisch untersucht (Abb. 28–33). Palmar werden die einzelnen synovialen Rezessi dargestellt. Es ist zu bemerken, dass wenig Flüssigkeit in den palmaren Rezessi, insbesondere im MCP-Gelenk 4 und in allen PIP-Gelenken (vorzugsweise im PIP-Gelenk 3) normal ist. Das Vorkommen von wenig Flüssigkeit im dorsalen proximalen Rezessus des MCP-2- und MCP-3-Gelenks ist physiologisch. Innerhalb der palmaren tenosynovialen Umschlagsfalte Höhe Vinculae und vor allem in den PIP-Gelenken hat es physiologisch echofreie Flüssigkeit, und dieser Befund sollte nicht verwechselt werden mit einer Synovitis im Rezessus des entsprechenden PIP-Gelenks.

Von palmar beurteilen wir zudem die Sehnenscheiden, isoliert die Sehnen des Musculus flexor digitorum profundus und des Musculus digitorum superficialis bis zu deren Insertionen, den palmaren Platten. Jedes einzelne Ringband (A1–A5) wird visualisiert und jeder Finger dynamisch bewegt (Abb. 34–39). Die Insertionen der FDS- und FDP-Sehnen werden einzeln beurteilt mit der Frage nach mechanischer Enthesopathie oder entzündlicher Enthesitis. Dorsal werden die Extensorsehnen bis zur Insertion an der distalen Phalanx verfolgt. Dorsal beurteilen wir im Weiteren die Kommunikation der Extensorsehnen mit der Nagelmatrix. Im Bereich der MCP-Gelenke werden zudem die sagittalen Bänder beurteilt und deren Insertionen palmar im Bereich der palmaren Platten.

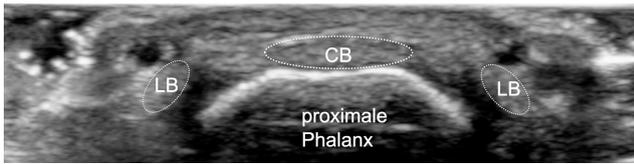


Abbildung 31. Dorsaler Transversalschnitt Höhe proximale Phalanx.
CB = zentrales und LB = laterales Band der Strecksehne.

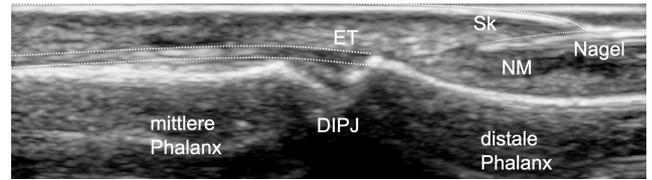


Abbildung 32. Dorsaler Longitudinalschnitt Höhe DIP-Gelenk.
ET = Sehne des M. extensor digitorum, DIPJ = DIP-Gelenk, Sk = Subkutis, NM = Nagelmatrix.

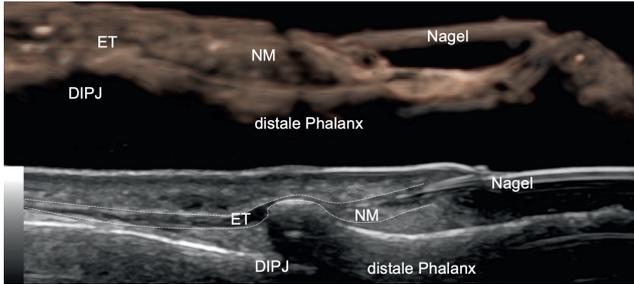


Abbildung 33. Dorsaler Longitudinalschnitt mit Darstellung der anatomischen Verbindung zwischen der Strecksehne und der Nagelmatrix.
ET = Sehne des M. extensor digitorum, DIPJ = DIP-Gelenk, Sk = Subkutis, NM = Nagelmatrix.

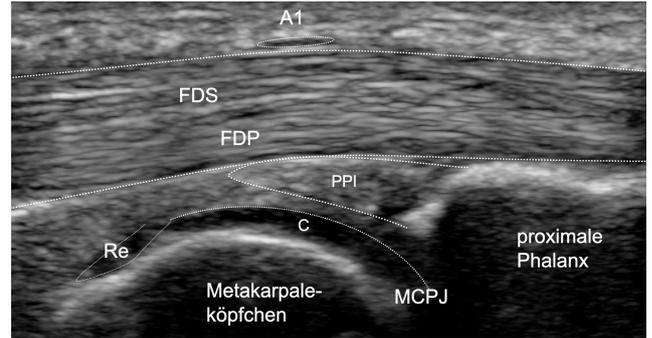


Abbildung 34. Palmarer Longitudinalschnitt Höhe MCP-Gelenk.
A1 = A1-Ringband, FDS = Sehne des M. flexor digitorum superficialis, FDP = Sehne des M. flexor digitorum profundus, c = hyaliner Knorpel, MCPJ = MCP-Gelenk, PPI = palmare (volare) Platte

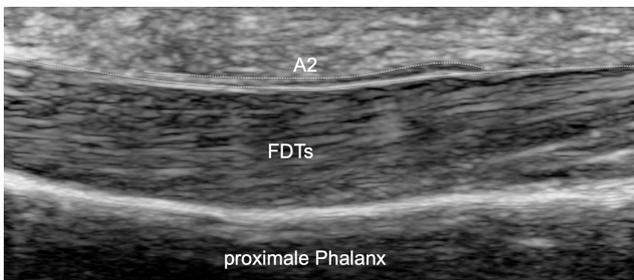


Abbildung 35. Palmarer Longitudinalschnitt Höhe proximale Phalanx.
A2 = A2-Ringband, FDTs = Beugesehnen.

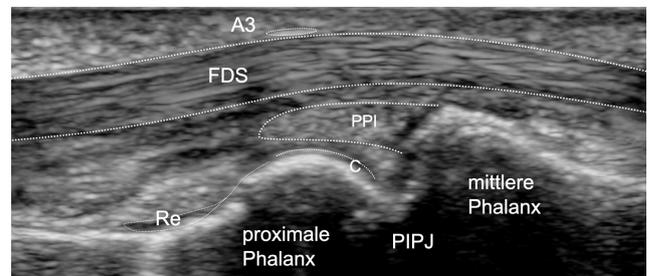


Abbildung 36. Palmarer Longitudinalschnitt Höhe PIP-Gelenk.
A3 = A3-Ringband, FDS = Sehne des M. flexor digitorum superficialis, Re = proximaler synovialer Rezessus, c = hyaliner Knorpel, PIPJ = PIP-Gelenk, PPI = palmare (volare) Platte.

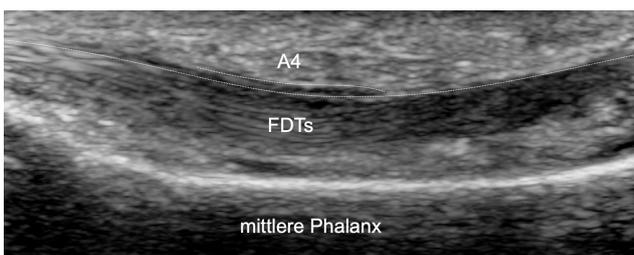


Abbildung 37. Palmarer Longitudinalschnitt Höhe mittlere Phalanx.
A4 = A4-Ringband, FDTs = Beugesehnen.

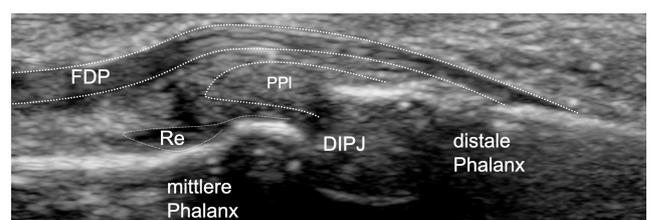


Abbildung 38. Palmarer Longitudinalschnitt Höhe DIP-Gelenk.
FDP = Sehne des M. flexor digitorum profundus, Re = proximaler synovialer Rezessus, DIPJ = DIP-Gelenk, PPI = palmare (volare) Platte.

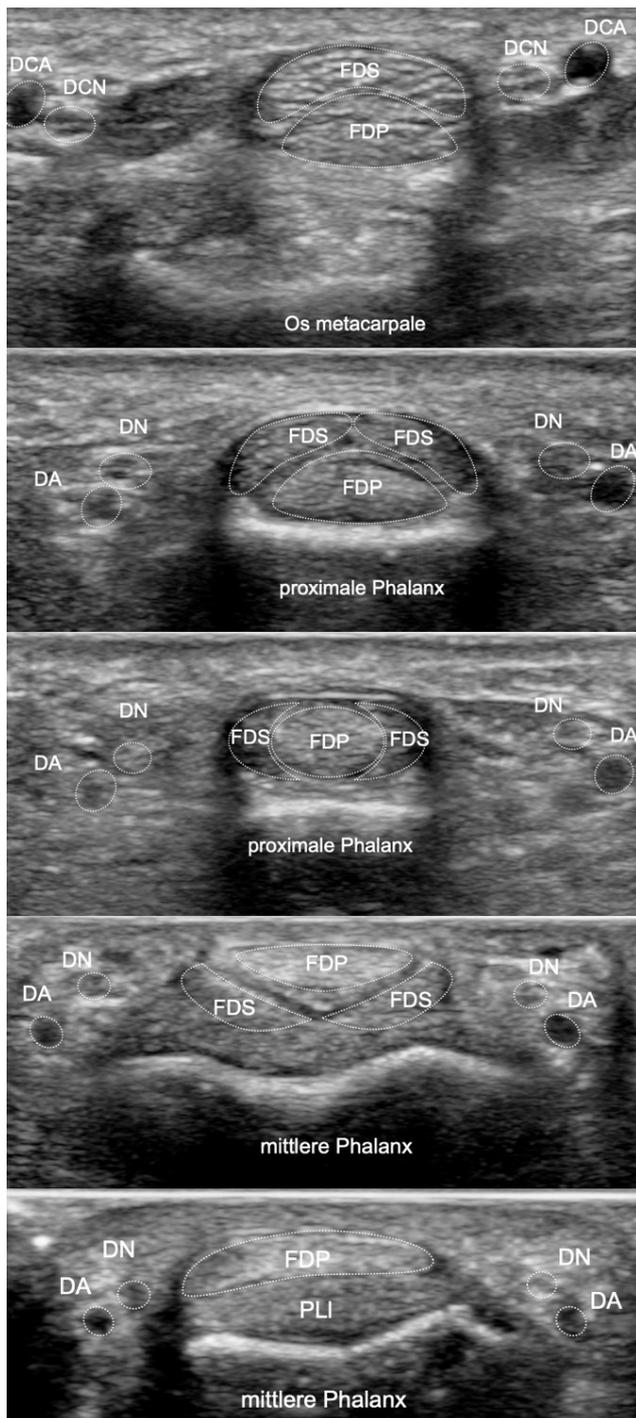


Abbildung 39. Palmare Transversalschnitte des Fingers von proximal (oben) nach distal (unten).

FDP = Sehne des M. flexor digitorum profundus, FDS = Sehne des M. flexor digitorum superficialis, PPL = palmare (volare) Platte, DN/DCN = Interdigitalnerven, DCA/DA = Interdigitalarterien.

Literaturempfehlungen

1. Bianchi S, Martinoli C, Suredda D, Rizzato G. Ultrasound of the hand. *Eur J Ultrasound* 2001;14:29–34. doi:10.1016/s0929-8266(01)00143-4.
2. Chiavaras MM, Jacobson JA, Yablon CM, Brigido MK, Girish G. Pitfalls in wrist and hand ultrasound. *AJR Am J Roentgenol* 2014;203:531–540. doi:10.2214/AJR.14.12711.
3. Coraci D, Giovannini S, Loreti C, Padua L. Nerve ultrasound of small nerves in the hand. *Neurophysiol Clin* 2018;48:125–126. doi:10.1016/j.neucli.2018.03.003.
4. Hennecke B, Umbricht R, Vögelin E. «Top ten»-Indikationen zur Ultraschalldiagnostik an der Hand [Top ten indications for ultrasound imaging in the hand]. *Ther Umsch* 2014;71:415–421. doi:10.1024/0040-5930/a000532.
5. Rawat U, Pierce JL, Evans S, Chhabra AB, Nacey NC. High-Resolution MR Imaging and US Anatomy of the Thumb. *Radiographics* 2016;36:1701–1716. doi:10.1148/rg.2016160015.
6. Sofka CM. Ultrasound of the hand and wrist. *Ultrasound Q* 2014;30:84–192. doi:10.1097/RUQ.0000000000000084.

Manuskript akzeptiert: 15.04.2020

Interessenkonflikt: Die Autoren erklären, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

KD Dr. med. Giorgio Tamborrini-Schütz
 UZR® – Ultraschallzentrum Rheumatologie
 Aeschenvorstadt 68
 4051 Basel

gt@uzrbasel.ch

und

Universitätsspital Basel
 Petersgraben 4
 4031 Basel