

Aus dem Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie
der Universität zu Köln

Direktor: Universitätsprofessor Dr. med. D. Maintz

**Stellenwert der Magnetresonanztomographie und der
Sonographie in der präoperativen Diagnostik der
therapierefraktären akuten oder chronisch-rezidivierenden
Tendovaginitis de Quervain**

**Eine prospektive Untersuchung mit intraoperativer
Korrelation unter besonderer Berücksichtigung der
Subkompartimentierung des Ersten Strecksehnenfaches**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Universität zu Köln

vorgelegt von
Periklis Theolis

aus Bonn

promoviert am 14. Dezember 2023

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität zu Köln

2024

Dekan: **Universitätsprofessor Dr. med. G. R. Fink**
1. Gutachter: **Professor Dr. med. K. Neufang**
2. Gutachter: **Privatdozent Dr. med. G. Bratke**

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Dissertationsschrift ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskriptes habe ich Unterstützungsleistungen von folgenden Personen erhalten:

Frau Aysha Seyma Özkan

Herr Professor Dr. Dr. Konstantin Donas

Weitere Personen waren an der Erstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe einer Promotionsberaterin/eines Promotionsberaters in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertationsschrift stehen.

Die Dissertationsschrift wurde von mir bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Die dieser Arbeit zugrunde liegenden radiologischen Messergebnisse wurden ohne meine Mitarbeit im Radiologischen Institut Euskirchen von Herrn Professor Dr. Neufang ermittelt.

Die dieser Arbeit zugrunde liegenden klinischen Untersuchungen, Datenerhebungen und Operationen wurden in den Räumen meiner Praxis für Chirurgie/Handchirurgie in Euskirchen von mir selbst ambulant durchgeführt. Den Erhebungsbogen für die klinischen Daten habe ich unter Anleitung von Herrn Prof. Dr. Neufang selbst entwickelt.

Die statistische Auswertung erfolgte mit Unterstützung von Frau Aysha Seyma Özkan (unter Verwendung von SPSS).

Die Arbeit wurde von der Ethikkommission der Ärztekammer Nordrhein am 06.02.2017 unter dem Aktenzeichen 2016434 genehmigt.

Erklärung zur guten wissenschaftlichen Praxis:

Ich erkläre hiermit, dass ich die Ordnung zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und zum Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten (Amtliche Mitteilung der Universität zu Köln AM 132/2020) der Universität zu Köln gelesen habe, und verpflichte mich hiermit, die dort genannten Vorgaben bei allen wissenschaftlichen Tätigkeiten zu beachten und umzusetzen.

Köln, den 31. Mai 2023

Unterschrift:



Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich bei der Anfertigung meiner Dissertation unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. Karl F. R. Neufang, meinem Doktorvater, der mir die Möglichkeit gegeben hat, diese Arbeit unter seiner Leitung durchzuführen. Ich danke ihm für seine hilfreichen Anregungen, seine konstruktive Kritik und die ausgezeichnete Betreuung und Unterstützung bei der Durchführung und Umsetzung der gesamten Arbeit.

Ich danke Herrn Prof. Dr. David Maintz für die wohlwollende Begleitung der Arbeit während der gesamten Zeit.

Außerdem bedanke ich mich bei den Mitarbeitern der radiologischen Praxis in Euskirchen für die gute und vertrauensvolle Zusammenarbeit. Mein herzlicher Dank gilt allen Studienteilnehmern, ohne deren Mitarbeit diese Dissertation nicht möglich gewesen wäre.

Ein besonderer Dank gilt Herrn Professor Konstantin Donas für die vielen hilfreichen Anmerkungen während der Erarbeitung meiner Dissertation. Weiterhin danke ich Frau Aysha Seyma Özkan für die unkomplizierte Unterstützung bei der statistischen Auswertung. Im Rahmen der Schreibarbeiten und Druckvorbereitung danke ich Frau Katja Grimm für das Lektorat.

Tief verbunden und dankbar bin ich meiner Frau Susanne für ihre unglaublich hilfreiche Unterstützung und ihr Verständnis bei der Anfertigung dieser Doktorarbeit. Meinen lieben Eltern und Schwiegereltern gilt mein aufrichtig empfundener Dank für alles, was sie mir ermöglicht haben.

Mein ganz besonderer Dank gilt meinen geliebten Kindern Anna Maria, Petros Ioannis und Leonidas Ilias, denen ich diese Arbeit widme.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	10
1. Zusammenfassung	13
2. Einleitung	17
2.1. Geschichtliches	17
2.2. Normale Anatomie des Handgelenkes und der Strecksehnen	18
2.2.1. Deskriptive Anatomie der knöchernen Strukturen	18
2.2.1.1. Normale Anatomie der knöchernen Strukturen	18
2.2.1.2. Anatomische Varianten der knöchernen Strukturen	19
2.2.2. Deskriptive Anatomie der Strecksehnenfächer	20
2.2.2.1. Normale Anatomie der Strecksehnenfächer	20
2.2.2.2. Anatomische Varianten der Strecksehnenfächer	21
2.2.3. Spezielle Anatomie des Ersten Strecksehnenfachs	22
2.2.4. Anatomische Varianten des Ersten Strecksehnenfachs	23
2.3. Pathologische Anatomie und Pathophysiologie der Tendovaginitis de Quervain	26
2.4. Klinik und klinische Untersuchungstechnik der Tendovaginitis de Quervain	28
2.4.1. Beschwerdebild	28
2.4.2. Klinische Untersuchungstechnik und Tests der Tendovaginitis de Quervain	28
2.4.2.1. Test nach EICHHOFF	28
2.4.2.2. Test nach Finkelstein	30
2.4.2.3. Wrist-Hyperflexion-and-Abduction-of-the-Thumb-Test	30
2.5. Differentialdiagnosen der Tendovaginitis de Quervain	31
2.5.1. Intersektionssyndrom	31
2.5.1.1. Pathogenese	31
2.5.1.2. Klinik und Untersuchungsbefunde	31
2.5.2. Wartenberg-Syndrom	31
2.5.2.1. Pathogenese	31
2.5.2.2. Klinik und Untersuchungsbefunde	32
2.5.3. Styloiditis radii	32
2.5.3.1. Pathogenese	32
2.5.3.2. Klinik und Untersuchungsbefunde	33
2.5.4. Arthrosen der Radialen Säule	33
2.5.4.1. Radiokarpalarthrose	33

2.5.4.2.	Interkarpale scapho-trapezio-trapezoidale Arthrose und Rhizarthrose	34
2.6.	Bildgebende Diagnostik der Tendovaginitis de Quervain	34
2.6.1.	Bildgebende Verfahren	35
2.6.2.	Bildgebende Befunde	36
2.6.2.1.	Bildgebende Befunde in der Sonographie	36
2.6.2.2.	Bildgebende Befunde in der Magnetresonanztomographie	41
2.6.2.3.	Knöcherne Befunde im Röntgenbild	44
2.7.	Therapie der Tendovaginitis de Quervain	46
2.7.1.	Konservative Therapie	46
2.7.2.	Operative Therapie	48
2.7.2.1.	Ablauf der Operation	48
2.7.2.2.	Nachbehandlung	50
2.7.3.	Therapeutische Optionen beim Rezidiv	50
2.7.4.	Therapeutische Optionen bei den Differentialdiagnosen	51
2.7.4.1.	Intersektionssyndrom	51
2.7.4.2.	Wartenberg-Syndrom	51
2.7.4.3.	Styloiditis radii	51
2.7.4.4.	Arthrosen der Radialen Säule	51
2.8.	Fragestellung und Zielsetzung der Arbeit	52
3.	Material und Methoden	53
3.1.	Beschreibung der Patienten	53
3.1.1.	Ein- und Ausschlusskriterien	53
3.1.2.	Erhobene klinische Befunde und Daten	54
3.1.2.1.	Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score	54
3.1.2.3.	Visuelle Analogskala	56
3.1.2.4.	Präoperative Erhebung	56
3.1.2.5.	Postoperative Erhebung	57
3.2.	Radiologische Untersuchungstechnik	57
3.2.1.	Sonographie	57
3.2.1.1.	Durchführung der Sonographie	57
3.2.1.2.	Auswertung der Sonographie	59
3.2.2.	Magnetresonanztomographie	64
3.2.2.1.	Durchführung der Magnetresonanztomographie	64
3.2.2.2.	Auswertung der Magnetresonanztomographie	66
3.3.	Intraoperativ erhobene Befunde	72

3.3.1.	Makroskopische Befunde	72
3.3.1.1.	Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs	72
3.3.1.2.	Sehnenanomalien und Volumenverhältnis zwischen Abductor-pollicis-longus- und Extensor-pollicis-brevis-Sehnen	72
3.3.1.3.	Entzündliche und degenerative Veränderungen der Sehnen und Sehnenscheiden	72
3.3.2.	Mikroskopische Befunde	73
3.4.	Vergleichende Auswertung der klinischen, radiologischen und intraoperativen Befunde	74
3.4.1.	Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs	74
3.4.2.	Entzündliche und degenerative Veränderungen der Sehnen und Sehnenscheiden der Strecksehnenfächer	74
3.4.3.	Entzündliche und degenerative Veränderungen an der Radialen Säule	75
3.5.	Statistische Auswertung und Darstellung der Befunde	75
4.	Ergebnisse	77
4.1.	Zusammensetzung der Patienten der Studie	77
4.2.	Intraoperative makroskopische Befunde	77
4.3.	Histologisch-mikroskopische Befunde	81
4.4.	Klinische Befunde	81
4.4.1.	Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score	82
4.4.2.	Visuelle Analogskala	83
4.5.	Ergebnisse der radiologischen Diagnostik	85
4.5.1.	Sonographische Befunde	85
4.5.1.1.	Sonographische Befunde der gesunden Vergleichsgruppe	85
4.5.1.2.	Sonographische Befunde der Patienten	90
4.5.2.	Magnetresonanztomographische Befunde der Patienten	96
4.5.2.1.	Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs	96
4.5.2.2.	Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs	98
4.5.2.3.	Entzündliche und degenerative Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs	98
4.5.2.4.	Entzündliche und degenerative Veränderungen des Zweiten Strecksehnenfachs	100
4.5.2.5.	Entzündliche und degenerative Veränderungen der Radialen Säule	101
4.5.3.	Vergleich der sonographischen und Magnetresonanz-Befunde	101

4.5.3.1.	Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs	101
4.5.3.2.	Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs	103
4.5.3.3.	Entzündliche und degenerative Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs	104
4.5.3.4.	Entzündliche und degenerative Veränderungen Zweiten Strecksehnenfachs	106
4.5.3.5.	Entzündliche und degenerative Veränderungen der Radialen Säule	108
4.6.	Vergleich der radiologischen Befunde mit den intraoperativen Befunden	108
4.6.1.	Sonographische Befunde	108
4.6.1.1.	Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs	108
4.6.1.2.	Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs	112
4.6.1.3.	Entzündliche und degenerative Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs	114
4.6.1.4.	Entzündliche und degenerative Veränderungen des Zweiten Strecksehnenfachs	115
4.6.2.	Magnetresonanztomographische Befunde	116
4.6.2.1.	Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs	116
4.6.2.2.	Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs	119
4.6.2.3.	Entzündliche und degenerative Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs	121
4.6.2.4.	Entzündliche und degenerative Veränderungen des Zweiten Strecksehnenfachs	122
4.7.	Vergleich der radiologischen Befunde mit den klinischen Befunden	122
4.7.1.	Sonographische Befunde	122
4.7.1.1.	Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs	122
4.7.1.2.	Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs	124
4.7.1.3.	Entzündliche und degenerative Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs	125
4.7.1.4.	Entzündliche und degenerative Veränderungen des Zweiten Strecksehnenfachs	127
4.7.2.	Magnetresonanztomographische Befunde	128
4.7.2.1.	Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs	128
4.7.2.2.	Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs	130
4.7.2.3.	Entzündliche und degenerative Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs	131
4.7.2.4.	Entzündliche und degenerative Veränderungen des Zweiten Strecksehnenfachs	133
4.7.2.5.	Entzündliche und degenerative Veränderungen der Radialen Säule	134
5.	Diskussion	136

5.1.	Vergleichbarkeit der Patienten der Studie	136
5.1.1.	Auswahl der Patienten	136
5.1.2.	Klinische Befunde	138
5.1.2.1.	Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score	138
5.1.2.2.	Visuelle Analogskala	139
5.1.3.	Kompartimentierung und Sehnenanomalien	139
5.1.4.	Entzündungszeichen. Makroskopische und histologisch-mikroskopische Befunde	141
5.1.5.	Zusammenfassung	143
5.2.	Aussagekraft der Sonographie	144
5.2.1.	Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs	144
5.2.2.	Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs	148
5.2.3.	Entzündliche und degenerative Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs	149
5.2.4.	Entzündliche und degenerative Veränderungen des Zweiten Strecksehnenfachs	149
5.2.5.	Zusammenfassung	150
5.3.	Aussagekraft der Magnetresonanztomographie	151
5.3.1.	Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs	151
5.3.2.	Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs	153
5.3.3.	Entzündliche und degenerative Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs	154
5.3.4.	Entzündliche und degenerative Veränderungen des Zweiten Strecksehnenfachs	154
5.3.5.	Entzündliche und degenerative Veränderungen der Radialen Säule	155
5.3.6.	Zusammenfassung	155
5.4.	Vergleichbarkeit der Verfahren Sonographie und Magnetresonanztomographie	156
5.4.1.	Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs	156
5.4.2.	Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs	158
5.4.3.	Entzündliche und degenerative Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs	159
5.4.4.	Entzündliche und degenerative Veränderungen des Zweiten Strecksehnenfachs	159
5.4.5.	Entzündliche und degenerative Veränderungen der Radialen Säule	159
5.4.6.	Zusammenfassung	160
5.5.	Beantwortung der Forschungsfragen	162
5.5.1.	Methodische Einschränkungen	162
5.5.2.	Frage 1: Können Sonographie und Magnetresonanztomographie vor einer Operation wegen einer therapierefraktären akuten oder einer chronisch-	

	rezidivierenden Tendovaginitis de Quervain eine Kompartimentierung und Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs nachweisen?	165
5.5.3.	Frage 2: Sind Sonographie und Magnetresonanztomographie gleichwertige, sich eventuell ergänzende Verfahren zur Beurteilung einer Kompartimentierung und von Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs?	167
5.5.4.	Frage 3: Hat das Ergebnis der präoperativen Sonographie und Magnetresonanztomographie einen Einfluss auf das operative Vorgehen wegen einer therapierefraktären akuten oder einer chronisch-rezidivierenden Tendovaginitis de Quervain?	168
5.5.5.	Frage 4: Hat das Ergebnis der präoperativen Sonographie und Magnetresonanztomographie einen Einfluss auf das Frühergebnis der Operation wegen einer therapierefraktären akuten oder einer chronisch-rezidivierenden Tendovaginitis de Quervain?	170
5.5.6.	Frage 5: Können Sonographie und Magnetresonanztomographie vor einer Operation wegen einer therapierefraktären akuten oder chronisch-rezidivierenden Tendovaginitis de Quervain differentialdiagnostisch relevante Befunde an der Radialen Säule nachweisen, die die Therapiewahl oder das operative Vorgehen beeinflussen?	171
5.5.7.	Frage 6: Kann eine Empfehlung zum präoperativen Einsatz der Sonographie und der Magnetresonanztomographie bei Tendovaginitis de Quervain gegeben werden?	171
6.	Literaturverzeichnis	174
7.	Anhang	183
7.1.	Abbildungsverzeichnis	183
7.2.	Quellenverzeichnis der Abbildungen	186
7.3.	Tabellenverzeichnis	188

Abkürzungsverzeichnis

ACC	Overall Accuracy
ANOVA	Analysis of Variance
APL	Abductor pollicis longus
CMC-I	erstes Karpometakarpalgelenk
CMC-II	zweites Karpometakarpalgelenk
COR	koronar
CT	Computertomographie
D_{APL}	Dicke der Synovia über der APL-Sehne
DASH	Disabilities of Arm, Shoulder and Hand
D_{EPB}	Dicke der Synovia über der EPB-Sehne
D_M	mittlere Dicke der Synovia im Ersten SSF dorsal
D_S	Dicke des Septums
DSG	Daumensattelgelenk
ECR	Extensor carpi radialis
ECRB	Extensor carpi radialis brevis
ECRL	Extensor carpi radialis longus
ECU	Extensor carpi ulnaris
EDC	Extensor digitorum communis
EPB	Extensor pollicis brevis
EPL	Extensor pollicis longus
FFE	Fast Field Echo
FNR	False Negative Rate
FPR	False Positive Rate
i.v.	intravenös
KM	Kontrastmittel
MR	Magnetresonanz
MRT	Magnetresonanztomographie

n. a.	nicht anwendbar
NEX	Number of excitations
NPV	Negative Predictive Value
NSAR	nicht steroidale Antirheumatika
p	Signifikanzwert
PACS	Picture Archiving and Communication System
PPV	Positive Predictive Value
PW-SPIR	Proton Density Weighted Spectral Presaturation with Inversion Recovery
Q_s	Septumdicken-Quotient
r	Korrelationskoeffizient nach PEARSON
R²	Bestimmtheitsmaß
RST	Processus styloideus radii
SAG	sagittal
SD	Standardabweichung
SL	scapho-lunär
SPIR	Spectral Presaturation with Inversion Recovery
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
SS	Sehnenscheide
SSF	Strecksehnenfach
STIR	Short Tau Inversion Recovery
STT	scapho-trapezio-trapezoidal
TdQ	Tendovaginitis de Quervain
TE	Echozeit
TNR	True Negative Rate
TPR	True Positive Rate
TR	Repetitionszeit
TRA	transversal

TSE	Turbo-Spin-Echo
T1	präoperativ
T2	ein Monat postoperativ
T3	drei Monate postoperativ
VAS	Visuelle Analogskala
WHAT	Wrist Hyperflexion and Abduction of the Thumb

1. Zusammenfassung

Ziel. Der Stellenwert und der klinische Nutzen einer präoperativen Sonographie oder Magnetresonanztomographie (MRT) bei Patienten mit einer therapierefraktären akuten oder einer chronisch-rezidivierenden Tendovaginitis de Quervain (TdQ) sind bisher nicht bekannt. Daher wurden erstmalig bei nicht voroperierten Patienten mit symptomatischer, auf konservative Therapie unzureichend ansprechender TdQ prospektiv die präoperativen klinischen, sonographischen und MR-Befunde mit den intraoperativen und histologischen Befunden verglichen. Es wurden die bildgebenden Kriterien eines septierten Ersten Strecksehnenfaches (SSF) in der Sonographie und MRT systematisiert und ihre klinische Aussagekraft wurde vergleichend untersucht.

Methodik. Zwischen Dezember 2016 und Mai 2019 wurden 20 Patienten (acht Männer, zwölf Frauen, Alter 19–64 Jahre, durchschnittlich 41,5 Jahre, 19 Rechtshänder, ein Linkshänder) in eine prospektive Studie mit operativer Behandlung und anschließender klinischer Verlaufsbeobachtung über drei Monate aufgenommen. Unmittelbar präoperativ sowie zwei und zwölf Wochen postoperativ erfolgten ausführliche klinische Untersuchungen mit Erhebung des Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand(DASH)-Scores sowie des Scores der Visuellen Analogskala (VAS). Alle 20 Patienten wurden präoperativ sonographisch und mit MRT untersucht. Die Geräte entsprachen dem aktuellen Stand der ambulanten Versorgung.

Die auf eine Kompartimentierung des Ersten SSF hinweisenden Befunde und Zeichen in der Sonographie und MRT wurden bei allen Patienten der Studie geprüft, die sonographischen Zeichen zusätzlich bei 20 gesunden Probanden (zehn Frauen und zehn Männer). Es wurde empirisch ein semiquantitatives Bewertungssystem (Score) zur Wichtung der sonographischen und MR-Kriterien einer Kompartimentierung des Ersten SSF durch ein Septum sowie zur Beurteilung der entzündlichen Veränderungen entwickelt. Aus den Untersuchungsbefunden wurden Scores und Grenzwerte abgeleitet, die für oder gegen eine Kompartimentierung des Ersten SSF sprechen bzw. das Ausmaß der Entzündungsreaktion beschreiben.

Ergebnisse. Die Zusammensetzung der Studienpopulation und das durchschnittliche Alter der Patienten entsprachen der Literatur. Mit der Studie wurde die Gynäkotropie der TdQ mit einem Frauenanteil von 60 % bestätigt. Ein Septum im Ersten SSF fand sich intraoperativ bei zwölf (60 %) Patienten.

Die Verläufe der Quick-DASH- und VAS-Scores dokumentierten die weitgehende postoperative Normalisierung des klinischen Bildes, dabei hatten das Geschlecht und die betroffene Seite keinen Einfluss auf den klinischen Befund oder den postoperativen Verlauf. Patienten mit einer operativ nachgewiesenen Kompartimentierung des Ersten SSF unterschieden sich

von den Patienten ohne Septum weder prä- noch postoperativ in der klinischen Symptomatik und den typischen klinischen Tests und Scores und profitierten gleichermaßen von der Operation. Voraussetzung für dieses Behandlungsergebnis war die bei allen Patienten mit einer Kompartimentierung des Ersten SSF sorgfältig durchgeführte vollständige und langstreckige Resektion des Septums.

In Übereinstimmung mit der Literatur und unabhängig vom Vorhandensein eines Septums waren im Ersten SSF eine singuläre Extensor-pollicis-brevis(EPB)-Sehne und eine Mehrfachanlage der Abductor-pollicis-longus(APL)-Sehne die Regel, wobei am häufigsten drei APL-Sehnen vorlagen. Unabhängig von der klinischen Ausprägung der Beschwerden und in Übereinstimmung mit den typischen makroskopischen und histopathologischen Veränderungen bei der TdQ fanden sich im Ersten SSF histopathologisch regelmäßig nur geringe Entzündungszeichen.

Durch Sonographie und MRT konnten präoperativ Anzahl und Volumenverhältnis der Sehnen im Ersten SSF in allen Fällen korrekt und das Ausmaß entzündlicher und degenerativer Veränderungen des Ersten SSF mit hinreichender Zuverlässigkeit vorausgesagt werden.

Mit **Sonographie** (Sensitivität 83 %, Spezifität 75 % und Overall Accuracy [ACC] 80 %) und **MRT** (Sensitivität 75 %, Spezifität 75 % und ACC 75 %) können bei symptomatischen Patienten mit einer therapierefraktären oder chronisch-rezidivierenden TdQ präoperativ eine bestehende Kompartimentierung und Sehnenanomalien des Ersten SSF nachgewiesen werden. Sie sind weitgehend gleichwertige Verfahren zur Beurteilung einer Kompartimentierung und von Sehnenanomalien des Ersten SSF.

Von den einzelnen **sonographischen Kriterien** einer Septierung des Ersten SSF trugen die Merkmale ‚Geschlossener EPB-Ring‘ (Positive Predictive Value [PPV] = 80 %), ‚Dorsale Einziehung‘ (PPV = 83 %), ‚Radiale Knochenleiste‘ (PPV = 100 %) und Septumdicken-Quotient $Q_S \geq 0,8$ (PPV = 80 %) am stärksten zum Septum-Score bei. Von den einzelnen **Magnetresonanz(MR)-Kriterien** einer Septierung des Ersten SSF waren die Merkmale ‚Geschlossener EPB-Ring‘ (PPV = 80 %), ‚Dorsale Einziehung‘ (PPV = 100 %), ‚Radiale Knochenleiste‘ (PPV = 100 %), ‚EPB-Abstand $\geq 0,5$ mm‘ (PPV = 82 %) und ‚Septumdicken-Quotient $Q_S \geq 0,8$ ‘ (PPV = 82 %) ausschlaggebend. Zwischen den sonographisch und mit MRT bestimmten Septum-Scores bestand nur eine mäßige Korrelation ($r = 0,52$). Das Zeichen ‚Geschlossener EPB-Ring‘ und die Beziehung zwischen dem Septum und der ‚Radialen Knochenleiste‘ wurden hier erstmals beschrieben.

Der **sonographische Ausschluss** eines Septums im Ersten SSF gelang mit dem Septum-Score (Negative Predictive Value [NPV] = 75 %) deutlich besser als mit der rein visuellen Einschätzung durch den radiologischen Auswerter (NPV = 58 %). Die ACC der Sonographie war

mit dem Septum-Score (80 %) höher als bei der ausschließlich visuellen Einschätzung durch den Auswerter (70 %) und höher als bei den genannten Einzelkriterien.

Der **MR-Ausschluss** eines Septums im Ersten SSF gelang mit dem Septum-Score (NPV = 75 %) und mit der ausschließlich visuellen Einschätzung durch den Auswerter (NPV = 70 %) etwa gleich gut. Die ACC der MRT ist mit dem Septum-Score (75 %) und der ausschließlich visuellen Einschätzung (70 %) vergleichbar hoch.

Die Ergebnisse der präoperativen Sonographie und MRT erleichterten in jeder Befundkonstellation bei symptomatischen Patienten mit einer therapierefraktären oder chronisch-rezidivierenden TdQ das operative Vorgehen. Sie motivierten und leiteten den Operateur bei der intensiven intraoperativen Suche nach einem Septum, mit dem Ziel, dieses vollständig zu resezieren, eine vorhandene Kompartimentierung und Enge des Ersten SSF aufzuheben und erforderlichenfalls auch das Zweite SSF zu revidieren. Diese konsequente Vorgehensweise führte bei allen operierten Patienten zu einem gleichermaßen guten früh postoperativen klinischen Verlauf und Ergebnis, gemessen am VAS- und Quick-DASH-Score nach drei Monaten.

Differentialdiagnostisch relevante Befunde an der Radialen Säule, die die Therapiewahl oder das operative Vorgehen beeinflussen können, waren nur mit MRT nachzuweisen.

Empfehlungen. Zum präoperativen Einsatz der Sonographie und MRT bei symptomatischen Patienten mit einer therapierefraktären oder chronisch-rezidivierenden TdQ werden in Abhängigkeit von der Fragestellung die folgenden Empfehlungen gegeben.

Zur alleinigen präoperativen Beurteilung einer Kompartimentierung und von Anomalien des Ersten SSF ist die Sonographie der MRT mindestens gleichwertig. Sie sollte, wenn es sich um einen unkomplizierten und für eine TdQ typischen klinischen Befund handelt, also die isolierte Beurteilung des Ersten SSF und evtl. auch des Zweiten SSF gefordert ist, als primäres Verfahren eingesetzt werden. Die Sonographie sollte außerdem primär zum Einsatz kommen, wenn Kontraindikationen zur MRT bestehen.

Wenn ein Septum präoperativ mit größtmöglicher Sicherheit vorhergesagt oder ausgeschlossen werden soll, ist die kombinierte Diagnostik mit Sonographie und MRT anzustreben, da sich die Verfahren hierbei ergänzen und gemeinsam alle vorhandenen Septen im Ersten SSF präoperativ korrekt vorhersagen (Sensitivität 100 %). Ausgehend von den Ergebnissen dieser Studie wird die Empfehlung zur kombinierten Diagnostik mit Sonographie und MRT auf voroperierte Patienten mit erneuter TdQ-Symptomatik ausgedehnt.

Ist wegen eines atypischen klinischen Befundes oder differentialdiagnostischer Erwägungen die Beurteilung weiterer Strukturen erforderlich, sollte primär die MRT zum Einsatz kommen.

Diese sollte zusätzlich zur Sonographie in den Fällen eingesetzt werden, in denen ein sonographischer Befund unklar oder unsicher ist.

Unabhängig vom Ergebnis dieser Studie wird bei erneuter klinischer Symptomatik nach früherer Operation einer TdQ die Indikation zur MR-Untersuchung und ggf. auch zur hochauflösenden dreidimensionalen Volumencomputertomographie weitzustellen sein.

Einschränkungen. Die Fallzahl wurde darauf abgestimmt, potentielle Unterschiede der Sonographie und der MRT bei der präoperativen Diagnostik einer symptomatischen TdQ auf einem Wahrscheinlichkeitsniveau von $p < 0,05$ statistisch zu sichern. Die geringe Fallzahl von 20 Patienten ist ein Nachteil der Studie.

Bei den sonographisch untersuchten Probanden war das Vorliegen einer Kompartimentierung des Ersten SSF nicht operativ gesichert. Nur Patienten mit klinisch eindeutiger TdQ wurden operiert und nur diese erhielten eine MR-Untersuchung. Ein Vergleich der Befunde von Sonographie und MRT mit denen gesunder Probanden ist daher nicht möglich.

Bei allen Patienten wurde nur die betroffene Seite untersucht, Aussagen über die nicht betroffene Hand können nicht getätigt werden. Die Händigkeit und das Geschlecht der Patienten wurden in dieser Studie nicht berücksichtigt, jedoch konnte ihr möglicher Einfluss auf die sonographischen Befunde bei den Probanden nicht nachgewiesen werden.

Ausblick und Forschungsansätze. Neue Messesequenzen und innovative Geräte- und Spulentechnologien werden die Detailauflösung der MRT weiter verbessern und den Einsatz intravenöser (i.v.) gadoliniumhaltiger MR-Kontrastmittel (KM) bei manchen Fragestellungen künftig entbehrlich machen. Das Nebenwirkungspotential der MR-KM sowie die Kosten für KM und entsprechendes Verbrauchsmaterial werden für diese Patienten entfallen. Die unerwünschte Umweltbelastung durch Verpackungsmaterial aus Plastik und vom Patienten ausgeschiedene Gadoliniumverbindungen werden sich verringern. Unter diesen sich ändernden Voraussetzungen und Nebenbedingungen werden die MRT und ihr differenzierter Einsatz immer wieder neu zu bewerten sein.

2. Einleitung

2.1. Geschichtliches

In der hausärztlichen und besonders in der handchirurgischen Sprechstunde sind Sehnen-scheidenentzündungen ein alltägliches Krankheitsbild. Es wird zwischen der akuten serösen Sehnen-scheidenentzündung (Tendovaginitis exsudativa) und der subakut bis chronisch verlaufenden, proliferativen und stenosierenden Sehnen-scheidenentzündung (Tendovaginitis stenisans) unterschieden. Die Sonderform der Tendovaginitis stenisans des Ersten Strecksehnenfaches (SSF) der Hand wird als Tendovaginitis de Quervain (TdQ) bezeichnet.

Johann Friedrich DE QUERVAIN (geb. 4. Mai 1868 in Sitten; gest. 24. Januar 1940 in Bern) war ein Schweizer Chirurg [1]. Mehrere von ihm erstmalig beschriebene Krankheiten tragen seinen Namen: Neben der TdQ sind dies die Thyreoiditis de Quervain, eine subakute Schilddrüsenscheidenentzündung, und die De-Quervain-Fraktur, eine Luxation des Os lunatum in Kombination mit einer Kahnbeinfraktur.

DE QUERVAIN publizierte schon 1912, dass Personengruppen mit einer Tätigkeit, die das Erste SSF besonders belasten, häufig an einer TdQ erkranken [2]. Entsprechend regelmäßig präsentieren sich in der handchirurgischen Sprechstunde Patienten mit einer TdQ. Das gemeinsame Auftreten von Symptomen einer Tendovaginitis stenisans und langjähriger, belastender manueller Tätigkeit wurde 1918 in einen kausalen Zusammenhang gebracht [3]. Ungeachtet der Tatsache, dass zu der Zeit der Erstbeschreibung v. a. Männer den vermeintlich stärker belastenden körperlichen Tätigkeiten nachgingen, waren bereits damals wesentlich mehr Frauen als Männer betroffen, die noch häufig typische Hausfrauenarbeiten verrichteten. Repetitive Bewegungsabläufe im Handgelenk, v. a. Beuge- und Drehbewegungen [4, 5], oder eintönige Bewegungen bei Packern am Fließband [6] waren bei historischen Studien gehäuft mit Entzündungen der Handsehnen assoziiert. Eine aktuelle Metaanalyse konnte einen solchen Zusammenhang mit dem Hinweis auf zwischenzeitlich durch Automatisierung und maschinelle Unterstützung verbesserte Arbeitsbedingungen nicht mehr bestätigen [7]. Stattdessen werden mittlerweile psychosomatische Einflüsse und Anspannung als Risikofaktoren für Sehnen-scheidenentzündungen stärker diskutiert [8].

Seit 1952 sind die Erkrankungen der Sehnen-scheide oder des Sehngleitgewebes sowie der Sehnen- oder Muskelansätze unter bestimmten arbeitstechnischen Voraussetzungen als Berufserkrankung entschädigungspflichtig. Unter dieser allgemeinen Formulierung wird die TdQ auch als Berufskrankheit Nr. 2101 in Deutschland anerkannt [9]. Gemäß der Europäischen Kommission für Gesundheit und Verbraucherschutz gehört diese Erkrankung zu den häufigen Krankheiten [10].

Bei der TdQ handelt sich um eine Sonderform der Tendovaginitis stenosans der Hand mit Entzündung und damit einhergehender Verdickung der Sehnenscheiden des Ersten SSF am Handgelenk. Anatomische Varianten des Ersten SSF werden als begünstigender Faktor für die Entwicklung einer TdQ angesehen [11, 12, 13, 14]. Es bestehen vielfältige Variationsmöglichkeiten, sowohl nach der Anzahl der Sehnen als auch einer Unterteilung (Septierung oder Kompartimentierung) des Ersten SSF [15, 16, 17, 18, 19].

Anatomische Variationen des Ersten SSF scheinen nicht nur eine Bedeutung für die Entstehung der TdQ zu besitzen, sondern werden auch als relevanter Faktor für ein potentielles Scheitern der konservativen ebenso wie der operativen Therapie angesehen. Insbesondere bei einer Kompartimentierung, die die Abductor-pollicis-longus(APL)-Sehne/-Sehnen von der Extensor-pollicis-brevis(EPB)-Sehne separiert, scheinen konservative Therapieansätze gehäuft zu scheitern [16, 17, 20, 21, 22]. Der operative Erfolg ist offenbar abhängig davon, ob eine Kompartimentierung des Ersten SSF beseitigt bzw. dekomprimiert wird [23, 24].

Differentialdiagnostisch müssen v. a. bei ungünstigem Verlauf der Therapie außerdem relevante Befunde an der Radialen Säule durch bildgebende Verfahren ausgeschlossen werden. Daher ist es nicht verwunderlich, dass die Nachweisbarkeit solcher anatomischer Varianten mit Ultraschall und Magnetresonanztomographie (MRT) bereits mehrfach untersucht worden ist [12, 21, 25, 26, 27]. Aus differentialdiagnostischen Überlegungen und zur Analyse der Anatomie des Ersten SSF wird eine bildgebende Diagnostik v. a. bei unbefriedigendem Ansprechen auf die konservative Therapie präoperativ empfohlen und hat sich etabliert [28, 29, 30]. Bisher fehlt jedoch eine Studie, mit der die präoperative Aussagekraft der bildgebenden Verfahren Sonographie und MRT bezüglich einer Kompartimentierung des Ersten SSF bei Patienten mit klinisch eindeutiger TdQ prospektiv miteinander verglichen wurde. Diese Lücke soll mit dieser Arbeit geschlossen werden.

2.2. Normale Anatomie des Handgelenkes und der Strecksehnen

2.2.1. Deskriptive Anatomie der knöchernen Strukturen

2.2.1.1. Normale Anatomie der knöchernen Strukturen

An der Bildung des Handgelenkes sind Radius, Ulna, die Ossa metacarpalia sowie die Handwurzelknochen beteiligt. Der Radius und die Ulna bilden distal jeweils einen kleinen, vorspringenden, unter der Haut tastbaren Knochenfortsatz aus, den Processus styloideus radii (RST) und den Processus styloideus ulnae.

Der RST setzt die Radiusgelenkfläche fort und dient zugleich als Ansatzpunkt des Lig. collaterale radiale und der palmaren radiokarpalen Ligamente. Das Erste SSF bzw. die Sehnen

des M. extensor pollicis brevis und des M. abductor pollicis longus verlaufen unmittelbar über dem RST. Die Handwurzelknochen sind in zwei transversalen Reihen angeordnet, die gemeinsam eine palmarseitig konkave Rinne bilden.

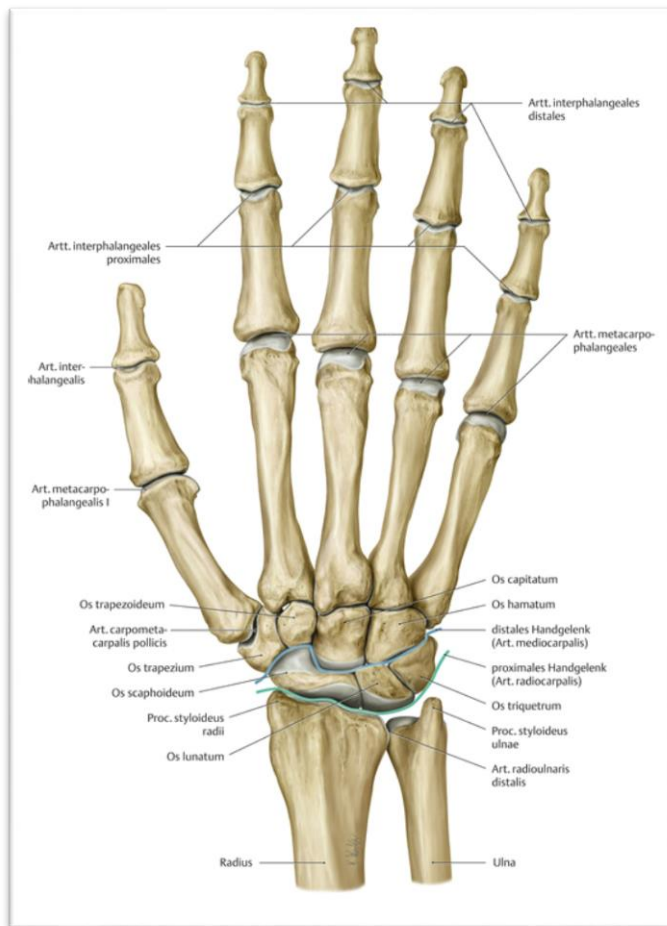


Abbildung 1: Anatomie der Hand, Handskelett von dorsal [A]

2.2.1.2. Anatomische Varianten der knöchernen Strukturen

Als anatomische Variante des distalen Radius kann eine Knorpelleiste auf dem Boden des Ersten SSF vorhanden sein [17]. GURSES et al. [31] beschreiben in ihrer Arbeit drei Typen (I/II/III) von Knochen- bzw. Knorpelleisten und bei Anwesenheit einer Leiste Typ I eine statistisch signifikant gehäufte komplette Kompartimentierung des Ersten SSF.

GURSES et al. [32] konnten mittels Computertomographie (CT) bei 72 Frauen und 172 Männern zeigen, dass eine Knochen-/Knorpelleiste auf dem Boden des Ersten SSF bei Frauen signifikant häufiger vorkommt, und werten diese Leiste in Anbetracht der Tatsache, dass Frauen deutlich häufiger an einer TdQ erkranken, als begünstigenden Faktor für deren Entstehung.

2.2.2. Deskriptive Anatomie der Strecksehnenfächer

2.2.2.1. Normale Anatomie der Strecksehnenfächer

Am Unterarm unterscheidet man, durch Ulna, Radius und Membrana interossea voneinander getrennt, eine ventrale Beugergruppe sowie eine dorsale Streckergruppe, die wiederum durch bindegewebige Septen von den radialen Extensoren getrennt ist. Sowohl die streckseitigen als auch die beugeseitigen Sehnen liegen vor Eintritt in die karpalen Sehnenscheiden in einer oberflächlichen und einer tiefen Schicht.

Auf der Streckseite des Handgelenks verlaufen die Strecksehnen unter dem Retinaculum extensorum und geordnet in sechs Rinnen durch die osteofibrösen Kanäle der Sehnenscheiden [33]. Von radial beginnend enthält das Erste SSF die Sehnen des M. abductor pollicis longus (APL-Sehne) und des M. extensor pollicis brevis (EPB-Sehne), wobei sich der M. extensor pollicis brevis über die Grundphalanx des Daumens hinaus streckt. In Höhe des distalen Radius kreuzen die EPB- und die APL-Sehne die Sehne des M. brachioradialis [33].

Das Zweite SSF beinhaltet die Sehnen des M. extensor carpi radialis longus und brevis (E-CRL- und ECRB-Sehne), die gemeinsam die Dorsalextension der Hand unterstützen [33]. Der M. extensor carpi radialis longus bewirkt außerdem eine leichte Radialabduktion.

Das Dritte SSF beinhaltet die Sehnen des M. extensor pollicis longus (EPL-Sehne), der für die Extension des Interphalangealgelenkes des Daumens verantwortlich ist. Die EPL-Sehne überkreuzt die Sehnen des Zweiten SSF [33].

Das Vierte SSF beinhaltet von allen Sehnenfächern die größte Anzahl an SSF. In ihm verlaufen die Sehnen des M. extensor digitorum communis und des M. extensor indicis [33]. Der Zeigefingerstrecker adduziert den Zeigefinger und wirkt so der leichten Spreizung des gemeinsamen Fingerstreckers entgegen.

Das Fünfte SSF enthält die Sehne des M. extensor digiti minimi [33].

Das Sechste SSF beherbergt die Sehne des M. extensor carpi ulnaris (ECU-Sehne). Dieser Muskel abduziert die Hand kräftig nach ulnar und wirkt den radialen Abduktoren besonders bei der Abspreizung des Daumens entgegen [33, 34].

Alle Strecksehnen sind durch die Haut und das subkutane Gewebe gut tastbar und der Ultraschalldiagnostik unmittelbar zugänglich.

Die Tabatière (Foveola radialis, ‚Schnupftabaksdose‘) ist eine bedeutende Landmarke bei der Untersuchung des Handgelenks. Ihre Grenzen werden ulnar von der EPL-Sehne und radial von der EPB- und APL-Sehne gebildet. Bei Abduktion und Extension des Daumens lassen sich diese Sehnen deutlich tasten [35].

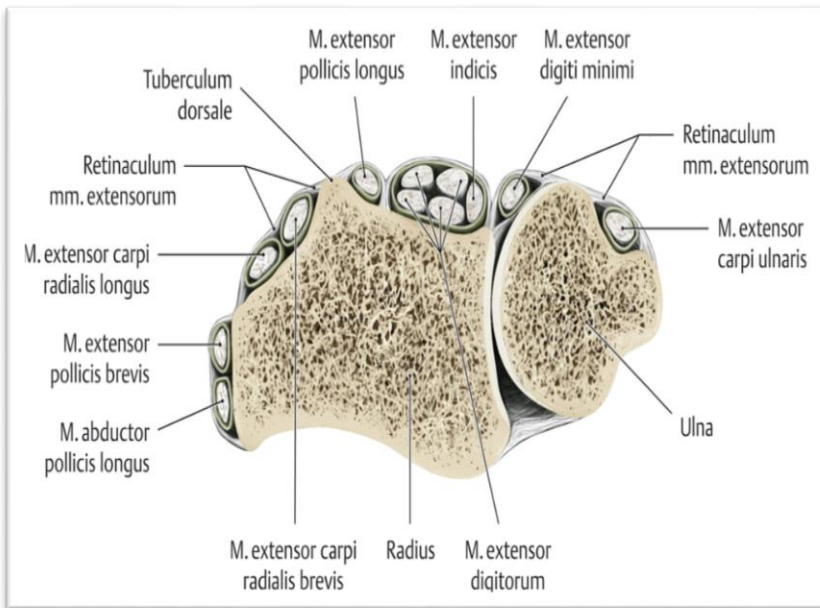


Abbildung 2:
Anatomie der Hand,
Retinaculum muscu-
lorum extensorum mit
Strecksehnenapparat
[B]

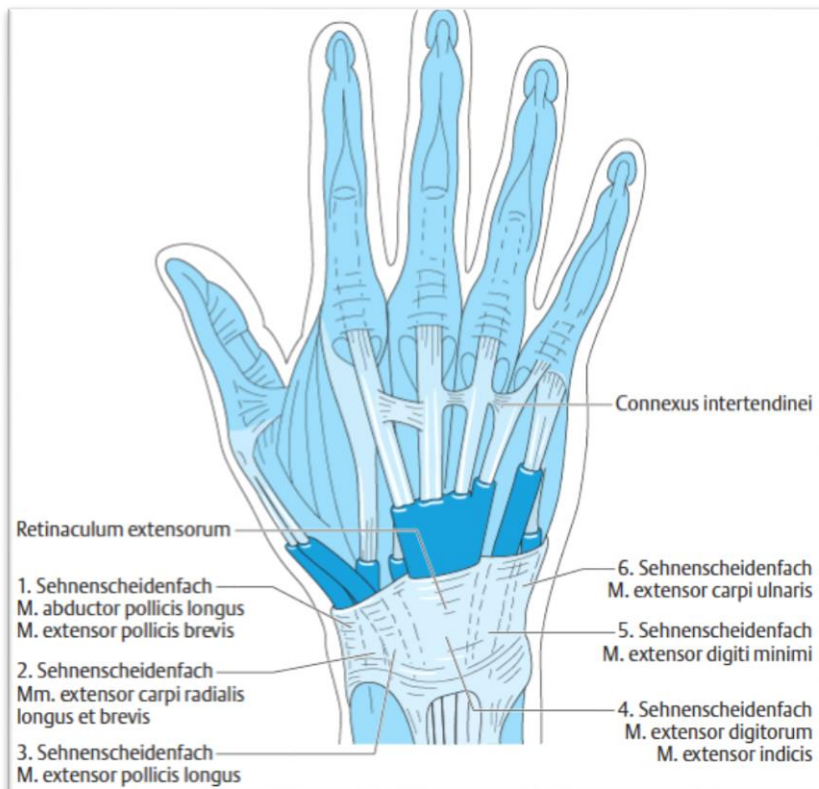


Abbildung 3:
Anatomie der Hand,
Querschnitt des
Strecksehnenappara-
tes in Höhe des dista-
len Radioulnargelenks
[A]

2.2.2.2. Anatomische Varianten der Strecksehnenfächer

Es werden zahlreiche anatomische Varianten der Strecksehnen beschrieben und bei eigenen Operationen regelmäßig beobachtet. Aus eigener Erfahrung betreffen diese Varianten nicht nur das Erste SSF, sondern v. a. die Anzahl der Sehnen im vierten und fünften SSF.

In einer Studie von HIRAI [36] wurde bei insgesamt 548 oberen Extremitäten (276 rechte und 272 linke Hände) die folgende Strecksehnenanordnung am häufigsten beobachtet: Zeigefinger, Mittelfinger, Ringfinger haben jeweils eine einzige Extensor-digitorum-communis(EDC)-Sehne und der kleine Finger hat eine einzige EDC-Sehne bzw. teilt sich seine EDC-Sehne mit dem Ringfinger. Bei etwa 76 % der Fälle zieht ein zusätzlicher Sehnenzügel vom vierten SSF zum kleinen Finger [37].

Der Zeigefinger hat eine einzige Extensor-indicis-proprius-Sehne, die regelmäßig ulnarseitig der EDC-Sehne verläuft. Die Extensor-digiti-minimi-Sehne (fünftes SSF) besteht am häufigsten aus zwei Sehnenzügen, wobei das fünfte SSF anatomisch variabel ist. In etwa 79 % der Fälle führt es zwei, bei 19 % drei oder vier separate Sehnenzüge des M. extensor digiti minimi. Ein akzessorischer Sehnenzügel zum Ringfinger wird bei etwa 12 % der Individuen beschrieben [37].

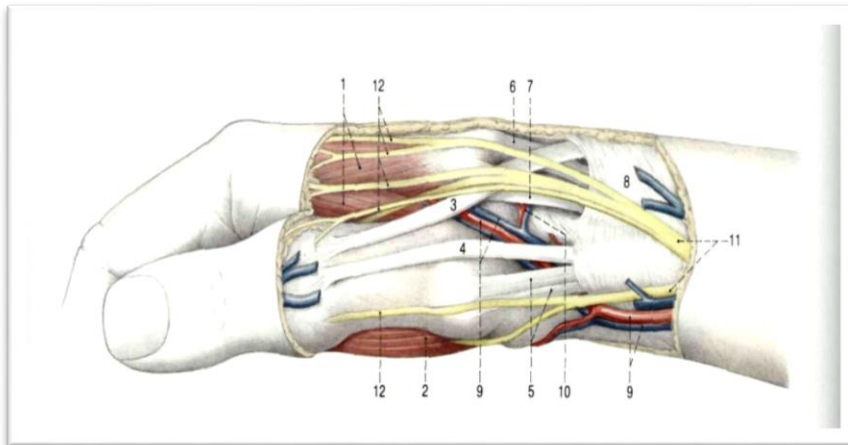
In anatomischen Studien werden auch Varianten des dritten SSF ausgeführt, bei denen zwei EPL-Sehnen in diesem Fach verlaufen. Ein Fehlen der EPL-Sehne wird nicht beschrieben [38].

2.2.3. Spezielle Anatomie des Ersten Strecksehnenfachs

Das Erste SSF befindet sich in Höhe des proximalen Handwurzelgelenkes bzw. auf Höhe des RST. Es liegt seitlich an der distalen Außenkante des Radius. Bei abgespreiztem Daumen treten die durch das Erste SSF ziehende APL- und EPB-Sehne deutlich hervor und begrenzen die Foveola radialis (Tabatière) radial. Ulnar beider Sehnen verläuft die A. radialis auf ihrem Weg zur Hand durch die Foveola radialis, an deren Boden der RST und das Os scaphoideum zu tasten sind. Die ulnare Grenze der Foveola radialis wird von der EPL-Sehne gebildet.

Den Inhalt des Ersten SSF bilden die APL- und die EPB-Sehne einschließlich deren Synovia, wobei der M. abductor pollicis longus oberflächlich zum M. extensor pollicis brevis liegt. Der M. extensor pollicis brevis liegt immer ulnar des M. abductor pollicis longus. Beide Sehnen verlaufen in einem gemeinsamen Sehnenfach, das im Einzelfall durch ein Septum unvollständig oder vollständig in zwei Kompartimente unterteilt sein kann. In Falle einer Septierung des Ersten SSF liegen alle Anteile/Bündel der APL-Sehne in einer gemeinsamen synovialen Hülle, die einzelnen Sehnenbündel besitzen keine eigene synoviale Umhüllung (Abb. 1). Die Sehnen Scheide der EPB-Sehne ist deutlich länger und zieht über das Daumengrundgelenk hinweg, während die Sehnen Scheide der APL-Sehne proximal des Daumengrundgelenkes endet. Die beiden Sehnen Scheiden stehen regelmäßig über Öffnungen miteinander in Verbindung; sie dienen der EPB- und der APL-Sehne als gemeinsames Gleitlager und übernehmen

dadurch ernährende Aufgaben für beide Sehnen [33]. Es bestehen enge topographische Beziehungen zum Ramus superficialis nervi radialis, der das Erste SSF überkreuzt und hier leicht verletzt werden kann, sowie zur V. cephalica antebrachii.



**Abbildung 4:
Anatomie der
Radialen Säule des
Handgelenkes [C]**

1. Musculi interossei dorsales, 2. Musculus abductor pollicis brevis, 3. Sehne Musculus extensor pollicis longus, 4. Sehne Musculus extensor pollicis brevis, 5. Sehne Musculus abductor longus, 6. Sehne Musculus extensor carpi radialis brevis, 7. Sehne Musculus extensor carpi radialis longus, 8. Retinaculum extensorum, 9. Arterie und Vena radialis, 10. dorsaler Gefäßast, 11. Ramus superficialis nervus radialis, 12. Nervi digitalis dorsales

2.2.4. Anatomische Varianten des Ersten Strecksehnenfachs

Im Ersten SSF finden sich regelmäßig anatomische Varianten. Es kann nicht nur das Erste SSF durch ein longitudinales Septum in zwei osteofibröse Tunnel kompartimentiert sein, sondern auch die Anzahl der Sehnen variiert stark.

Es existieren zahlreiche Studien, deren Autoren sich mit den anatomischen Varianten des Ersten SSF auseinandergesetzt haben und in denen die variable Anzahl der Sehnen und die unterschiedlichen Formen der Septierung des Ersten SSF beschrieben werden. Diesen Studien zufolge zeigen nur ca. 20 % aller Patienten den lehrbuchgemäßen ‚normalen‘ Verlauf der APL- und EPB-Sehne in einem ungeteilten Ersten SSF. Die häufigste Variante besteht in einer ein- bis zweigeteilten APL-Sehne und einer dünneren, einzelnen EPB-Sehne, wobei die EPB-Sehne immer dünner ist und nach der Literatur auch vollständig fehlen kann [15, 16, 17, 18, 19].

Tabelle 1: Literaturvergleich zum Vorhandensein oder Fehlen der Extensor-pollicis-brevis-Sehne im Ersten Strecksehnenfach

Autoren/Jahr	Anzahl der Präparate	Anzahl der Präparate ohne EPB-Sehne	Anteil
KULSHRESHTHA et al. (2007) [39]	44	0	0 %
BRUNNELI et al. (1992) [40]	92	2	2,17 %
LEAO (1958) [11]	50	2	4 %
PEARSON et al. (1898) [41]	126	8	6,3 %
Fenton et al. (1983) [42]	54	5	9,2 %

Tabelle 2: Literaturvergleich zu anatomischen Variationen des Ersten Strecksehnenfachs in klinischen (Tendovaginitis de Quervain) und anatomischen Studien [43]

Art der Studie	Arbeit	Septierung	EPB-Sehnen ≥ 2	APL-Sehnen ≥ 2
Klinisch/TdQ	MCDERMOTT (2012) [44]	52 %	–	–
	CHOI et al. (2011) [14]	73 %	7 %	74 %
	MCAULIFFE (2010) [45]	71 %	–	–
	KWON et al. (2010) [46]	44 %	–	–
	GOUSEH et al. (2009) [47]	86 %	–	–
	MINAMIKAWA et al. (1991) [19]	47 %	3 %	94 %
Anatomisch	MINAMIKAWA et al. (1991) [19]	75 %	–	–
	SHIRAIISHI et al. (2005) [48]	31 %	13 %	98 %
	GONZALEZ et al. (1995) [49]	47 %	0 %	86 %
	LEAO (1958) [11]	26 %	4 %	74 %
	LESLIE et al. (1990) [24]	34 %	–	–

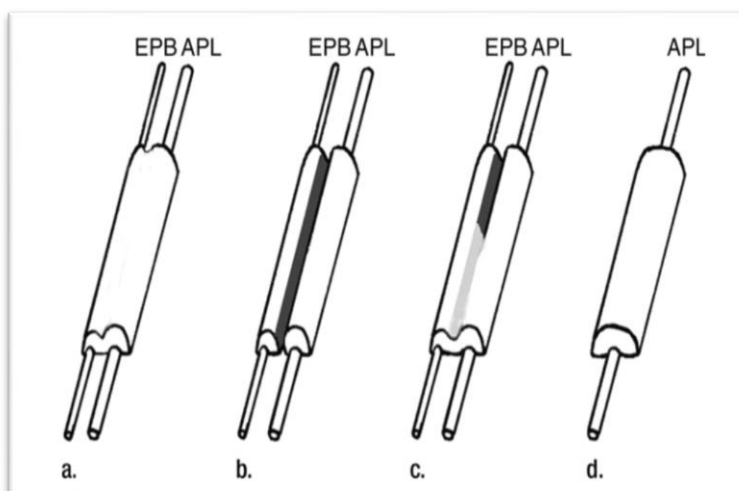


Abbildung 5: HIRANUMA-Klassifikation des Ersten Strecksehnenfachs

a) Typ I/a, b) Typ II/b, c) Typ III/c, d) Typ IV/d [14]

Hiranuma führt eine weitere Unterteilung der anatomischen Varianten bzw. einer Kompartimentierung des Ersten SSF durch [50]. Beim Typ I/a ‚Normaler Typ‘ ziehen APL- und EPB-Sehne durch ein einziges, gemeinsames Fach. Beim Typ II/b ‚Komplette Separation‘ verlaufen APL- und EPB-Sehne in eigenen, vollständig getrennten Kompartimenten. Beim Typ III/c ‚Inkomplette Separation‘ verlaufen die APL- und EPB-Sehnen nur distal in getrennten Kompartimenten. Beim Typ IV/d ist die EPB-Sehne nicht angelegt und fehlt komplett.

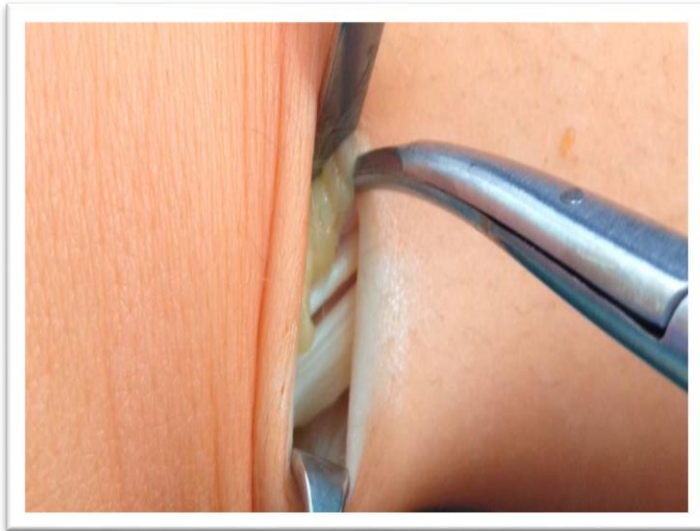


Abbildung 6: Erstes Strecksehnenfach bei HIRANUMA Typ I, intraoperativer Befund

Eigener Patient; kein Kompartiment erkennbar

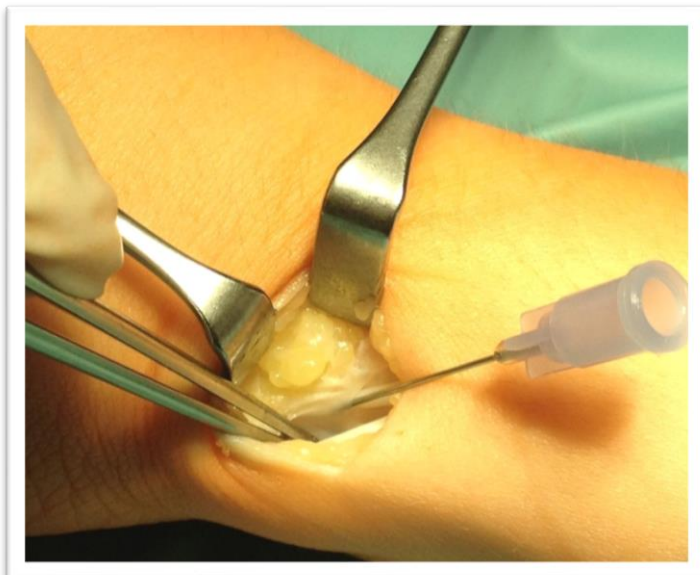


Abbildung 7: Erstes Strecksehnenfach bei HIRANUMA Typ II, intraoperativer Befund

Eigener Patient; Kanüle im isolierten Fach der Extensor-pollicis-brevis-Sehne

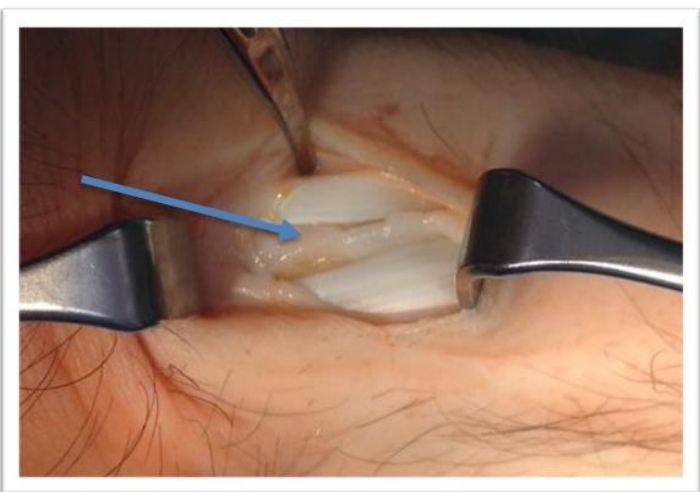


Abbildung 8: Erstes Strecksehnenfach bei HIRANUMA Typ II, intraoperativer Befund mit stark verdicktem Septum

Eigener Patient; Haken proximal; nach Eröffnung des separaten Faches weist der Pfeil auf das stark verdickte Septum.

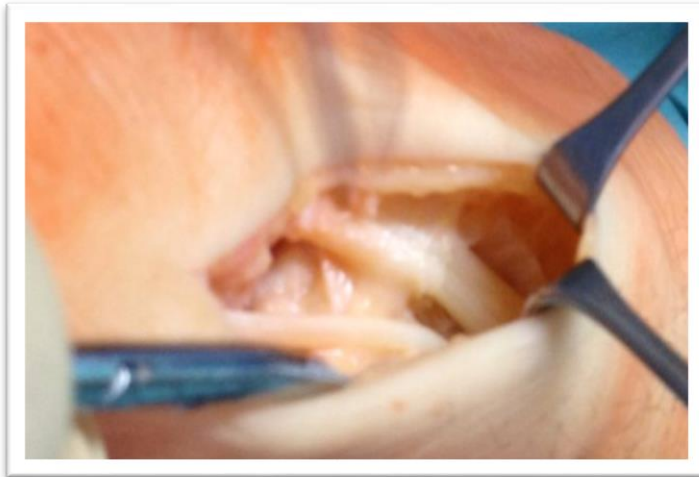


Abbildung 9: Erstes Strecksehnenfach bei HIRANUMA Typ III, intraoperativer Befund

Eigener Patient; nach Eröffnung des nur distal entwickelten separaten Faches
 a) Haken proximal; die Scherenspitze weist distal auf die Extensor-pollicis-brevis-Sehne.

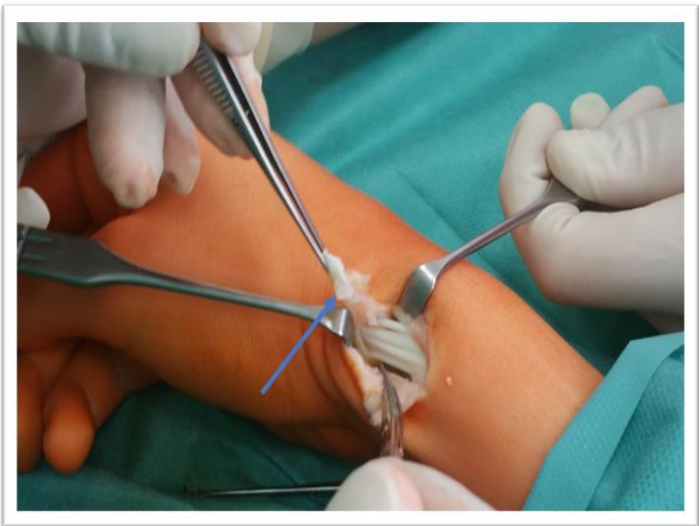


Abbildung 10: Erstes Strecksehnenfach bei HIRANUMA Typ III, intraoperativer Befund mit verdickter Synovia

b) Erst nach Abtragung der veränderten Synovia zeigt sich die Extensor-pollicis-brevis-Sehne, die am stärksten betroffen war; der Pfeil weist auf deren verdickte Synovia.

Der Typ IV nach HIRANUMA wurde bei den Patienten dieser Studie nicht beobachtet.

2.3. Pathologische Anatomie und Pathophysiologie der Tendovaginitis de Quervain

Es wird zwischen der akuten serösen Sehnenscheidenentzündung (Tendovaginitis exsudativa) und der subakut bis chronisch verlaufenden, proliferativen und stenosierenden Sehnenscheidenentzündung (Tendovaginitis stenisans) unterschieden. Die Sonderform der Tendovaginitis stenisans des Ersten SSF der Hand wird als TdQ bezeichnet. Bei einer TdQ steht histomorphologisch regelmäßig eine fibröse Stenose mit chondroider Metaplasie im Vordergrund. Bilder, wie sie ansonsten bei akuten entzündlichen Reaktionen zu sehen sind, finden sich nur in den wenigsten Fällen [51].

Eine ‚typische‘ oder ‚pathognomische‘ Anatomie gibt es bei einer TdQ nicht. Unsere eigenen Erfahrungen zeigen, dass es sowohl bei anatomischen Varianten, wie multiplen Sehnen einer

Kompartimentierung des Ersten SSF, als auch bei einer anatomisch ‚normalen‘, lehrbuchgemäßen Situation zu einer klinisch ausgeprägten TdQ kommen kann.

Die Bildung von Kompartimenten zwischen der APL- und der EPB-Sehne durch Septen gehört zu denjenigen anatomischen Varianten, denen ein Beitrag zur Entstehung einer TdQ zugeschrieben wird und die als eine mögliche Ursache für ein Scheitern der konservativen Therapie angesehen werden [21, 22, 24, 52].

Eine entzündete Sehnenscheide kann sich um ein Vielfaches verdicken und verliert gleichzeitig an Elastizität [35]. Dadurch verengt sich ihr Lumen und nimmt der Gleitwiderstand der Sehnen zu, gleichzeitig kann es zu einer Entzündungsreaktion der betroffenen Sehnen bis hin zu longitudinalen Einrissen kommen [18].

Typische Zeichen der TdQ sind die klinisch schmerzhafte Verdickung des Ersten SSF mit synovialer Proliferation, Hyperämie der Sehnenscheiden und Begleiterguss. Diese Veränderungen werden regelmäßig beobachtet, können aber auch gänzlich fehlen [53]. Dazu passt die Beobachtung, dass bei der histopathologischen Untersuchung typische Entzündungszellen im Sehngewebe oft nicht nachweisbar sind [51, 54, 55].

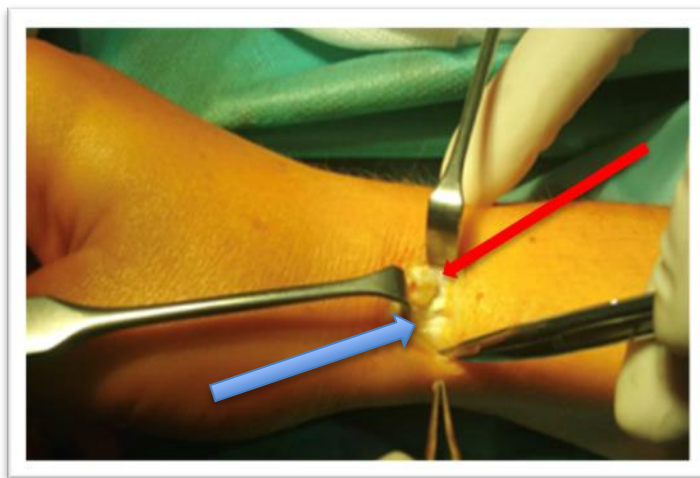


Abbildung 11: Akute Tendovaginitis de Quervain, intraoperativer Befund mit verdickter Synovia

Eigener Patient; deutliche Verdickung der Synovia des Ersten Strecksehnenfachs, die partiell abgetragen wird; der Pfeil weist auf das eröffnete Retinaculum.

In Studien werden Ganglien der Sehnenscheiden in Zusammenhang mit einer TdQ beschrieben. LEE et al. [56] führen acht Fälle von Sehnenscheidenganglion bei Patienten mit TdQ aus.

Bei Patienten mit TdQ kann ein knöcherner Sporn oder eine Knochenleiste am Boden des Ersten SSF beobachtet werden [17, 25, 32]. Am RST kann es durch chronische Überlastung und Mikrotraumatisierung des fibroossären Überganges zu einer ossifizierenden periostalen Reaktion und entsprechenden morphologischen Veränderungen (z. B. mukoide Degeneration, Sklerosierung) des knochennahen Gewebes kommen [30].

2.4. Klinik und klinische Untersuchungstechnik der Tendovaginitis de Quervain

2.4.1. Beschwerdebild

Patienten mit TdQ klagen häufig über Schmerzen am radialseitigen Handgelenk, v. a. bei Ulnarabduktionen, die seit mehreren Wochen oder Monaten bestehen. Regelmäßig gehen diese Beschwerden mit einem äußerst druckdolenten Ersten SSF einher. Die Entzündung führt, je nach klinischem Verlauf, zu den lokalen Kardinalzeichen Tumor, Calor, Dolor, Rubor und Functio laesa. Die Schmerzen treten besonders unter Belastung auf, so dass jegliche Bewegung, insbesondere unter Vorspannung der betroffenen Sehnen, schmerzhaft ist. Das Schmerzmaximum ist über dem RST mit eventueller Ausstrahlung nach proximal und distal [1, 57]. Selten tritt bei der Streckung des Daumens ein ‚Schnappen‘ auf [58].



Abbildung 12: Akute Tendovaginitis de Quervain, klinischer Lokalbefund

Eigener Patient; deutliche Schwellung und Rötung der Weichteile über dem Ersten Strecksehnenfach (Pfeil)

Allerdings fehlen manchmal die beschriebenen Symptome gänzlich und es bedarf weiterer bildgebender Untersuchungen, wie der Sonographie und der MRT. Typischerweise ist jedoch mindestens einer der folgenden aufgeführten pathognomonischen Tests positiv.

2.4.2. Klinische Untersuchungstechnik und Tests der Tendovaginitis de Quervain

2.4.2.1. Test nach EICHHOFF

Beim Test nach EICHHOFF wird der Daumen in die Hohlhand flektiert und die Finger um ihn werden geschlossen. Bei der Abduktion des Handgelenkes nach ulnar entstehen charakteristische Schmerzen über der Tabatière. In der Literatur wird der Test nach EICHHOFF häufig fälschlicherweise als Finkelstein-Test bezeichnet. Diese Verwechslung erfolgte erstmalig in einer Publikation von LEAO im Jahr 1958 [11]. ELLIOT beschrieb in seiner Arbeit diese Verwechslung und erklärte die Unterschiede zwischen Finkelstein- und Eichhoff-Test [59].

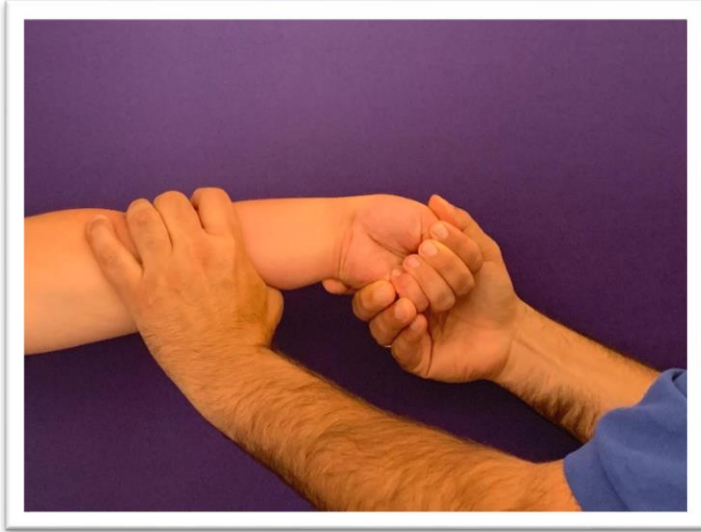


Abbildung 13: Aktive Durchführung des Tests nach EICHHOFF

Eigener Patient

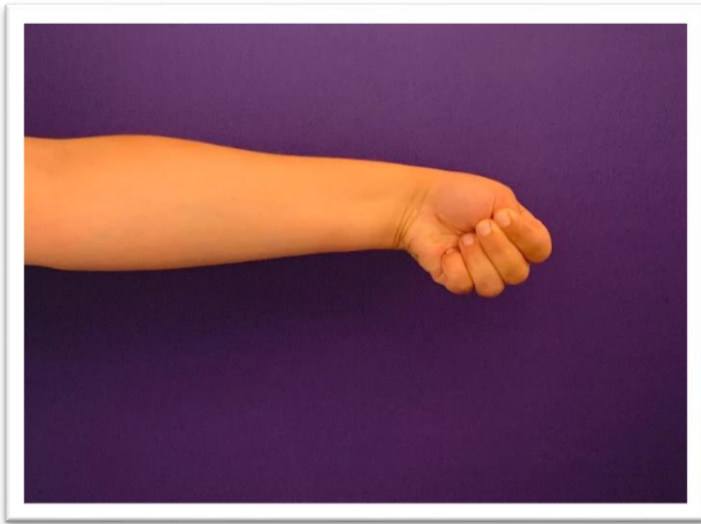


Abbildung 14: Passive Durchführung des Tests nach EICHHOFF

Eigener Patient

2.4.2.2. Test nach Finkelstein

Beim Test nach FINKELSTEIN (Harry Finkelstein, 1865–1939) umfasst der Untersucher den Daumen des Patienten und führt diesen ruckartig nach ulnar [59].



Abbildung 15: Durchführung des Tests nach FINKELSTEIN

Eigener Patient

2.4.2.3. Wrist-Hyperflexion-and-Abduction-of-the-Thumb-Test

Ein weiterer Test ist der vor einigen Jahren von GOUBAU et al. [60] eingeführte Wrist-Hyperflexion-and-Abduction-of-the-Thumb(WHAT)-Test. Bei flektiertem Handgelenk lassen sich durch aktive Daumenabduktion mit extendiertem Metacarpophalangeal- und Interphalangealgelenk gegen Widerstand Schmerzen auslösen [60].

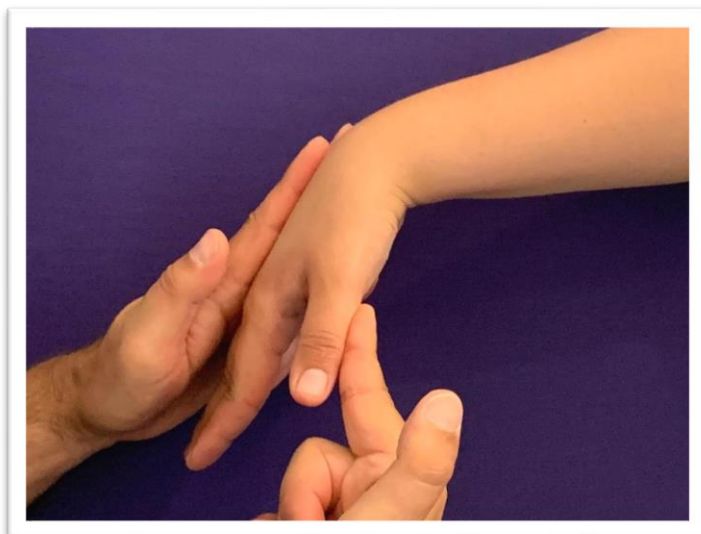


Abbildung 16: Durchführung des Wrist-Hyperflexion-and-Abduction-of-the-Thumb-Tests

Eigener Patient

2.5. Differentialdiagnosen der Tendovaginitis de Quervain

2.5.1. Intersektionssyndrom

2.5.1.1. Pathogenese

Das Intersektionssyndrom ist eine seltene Sonderform einer Sehnenscheidenentzündung, die an der Überkreuzung des Ersten SSF mit dem Zweiten SSF am distalen radialen Unterarm auftritt. Die Sehnen des Ersten SSF überkreuzen hier die im Zweiten SSF verlaufende ECRB- und ECRL-Sehne. Die Häufigkeit des Intersektionssyndroms in der Allgemeinbevölkerung wird mit 0,2 % bis 0,37 % angegeben [61]. Dabei wird das häufiger auftretende proximale Intersektionssyndrom (Überkreuzung des myotendinösen Überganges der APL- und EPB-Sehne über die Extensor-carpi-radialis(ECR)-Sehnen im Zweiten SSF) vom seltener auftretenden distalen Intersektionssyndrom (isolierte Überkreuzung der EPL-Sehne über die ERC-Sehnen des Zweiten SSF) unterschieden.

Wie die meisten Tendovaginopathien der Hand tritt das Intersektionssyndrom bei Patienten mit häufigen und repetitiven Bewegungen des Handgelenkes auf, insbesondere bei Bewegungsabläufen mit wiederholter Beugung und Streckung des Handgelenkes. Sportler sind daher vermehrt betroffen, v. a. Ruderer, Gewichtheber, Tennisspieler und andere Sportler, die mit Schlägern spielen.

2.5.1.2. Klinik und Untersuchungsbefunde

Klinisch zeigt sich eine druckschmerzhaft Weichteilschwellung 2 cm proximal der Tabatière. Es treten regelmäßig Rötung und Krepitationen bei Bewegung im Handgelenk und Schmerzen bei Streckung des Handgelenks gegen Widerstand auf. Oft fällt auch der Finkelstein-Test positiv aus, so dass Sonographie und MRT zur differentialdiagnostischen Abgrenzung hilfreich sind. Gelegentlich kommt es zu einer gleichzeitigen Tenosynovitis des ersten und Zweiten SSF.

2.5.2. Wartenberg-Syndrom

2.5.2.1. Pathogenese

Das Wartenberg-Syndrom, auch Cheiralgia paraesthetica genannt, ist ein peripheres Nervenkompressionssyndrom mit Gefühlsstörungen an der streckseitigen (dorso-ulnaren) Daumen- seite, an der Streckseite des Zeigefingerbereiches sowie im ersten Fingerzwischenraum. Es ist nach Robert WARTENBERG benannt, der es in den 1930er Jahren erstmals beschrieben hat [62].

Am distalen Unterarm verläuft oberflächlich, etwa 6–8 cm weit entlang des Griffelfortsatzes der Speiche, der sensible Endast des N. radialis, der Ramus superficialis nervi radialis, zwischen den Sehnen des langen, speichenseitigen Handgelenkstreckers (ECRL) und des Oberarmspeichenmuskels (M. brachioradialis). Eine mechanische Reizung des sensiblen Endastes über dem Rand der Sehne des M. brachioradialis löst das Krankheitsbild des Wartenberg-Syndroms aus.

Die häufigste Ursache für das Wartenberg-Syndrom ist somit eine Druckschädigung des sensiblen Radialisastes, z. B. durch zu enge Armbänder, Uhrenbänder, Gipsverbände oder Handschellen. Auch direkte lokale Traumata an der daumenseitigen Kante des distalen Unterarmes durch Schlag- oder Schnittverletzungen können zu einer Nervenschädigung führen. Als iatrogene Ursachen sind Venenpunktionen und osteosynthetische Eingriffe am Radius zu nennen [63].

2.5.2.2. Klinik und Untersuchungsbefunde

Für die Diagnose ist ein positives sogenanntes Hoffmann-Tinel-Zeichen hinweisend, bei dem sich durch Perkussion des Nervs ein unangenehmes, elektrisierendes Gefühl über dem betroffenen Areal des Nervs auslösen lässt [64]. Hyperästhesien am radialen Handrücken und der Streckseite des Daumens sind ein weiteres typisches Zeichen für das Wartenberg-Syndrom. Der Finkelstein-Test kann ebenfalls positiv sein.

Falls ausschließlich Schmerzen ohne Gefühlsstörungen auftreten, ist die Diagnose erschwert und die Symptome ähneln der TdQ oder dem Intersektionssyndrom. Die Elektroneurografie kann in solchen Fällen differentialdiagnostisch helfen und evtl. eine Schädigung des Ramus superficialis nervi radialis objektivieren und dokumentieren. Sie dient außerdem dem differentialdiagnostischen Ausschluss eines Karpaltunnelsyndroms oder anderweitiger Schäden des Nervus radialis. Bei fortbestehender Unklarheit kann eine Sonographie oder ein MRT durchgeführt werden.

2.5.3. Styloiditis radii

2.5.3.1. Pathogenese

Die Styloiditis radii ist eine Insertionstendopathie am RST. Am Griffelfortsatz der Speiche setzt die Sehne des M. brachioradialis an, der an der Beugung des Ellenbogengelenks beteiligt ist.

Pathogenetisch lässt sich die Styloiditis radii mit der Epicondylitis humeri lateralis vergleichen. Es kommt zu entzündlich-degenerativen Veränderungen am fibroossären Übergang des Griffelfortsatzes bzw. im Sehnengewebe des M. brachioradialis. Als Ursache werden Mikrotraumata im Rahmen einer chronischen Fehl- bzw. Überbelastung angenommen.

2.5.3.2. Klinik und Untersuchungsbefunde

Klinisch bestehen Schmerzen über dem RST mit Ausstrahlung nach proximal oder distal. Die Belastbarkeit des Handgelenks ist eingeschränkt. Im Gegensatz zu den Tendopathien der angrenzenden Strecksehnen liegen ein isolierter Druckschmerz über dem RST und ein negativer Finkelstein-Test vor.

2.5.4. Arthrosen der Radialen Säule

Zu den Gelenken der Radialen Säule zählen die Radiokarpalarthrose, die radialseitige interkarpale, insbesondere die scapho-trapezio-trapezoidale (STT-)Arthrose sowie die Rhizarthrose. Diese Gelenke liegen in distaler Verlängerung des Radius. Ätiologisch sind folgende Formen zu unterscheiden: posttraumatische Arthrose infolge von Frakturen oder einer Kapsel-Band-Schädigung oder von rezidivierenden Fehl- und Überlastungen; Spätstadium einer Arthritis mit charakteristischer schwerer Zerstörung und Instabilität des Gelenks; die am häufigsten auftretende idiopathische Form, die überwiegend bei Frauen nach der Menopause und oft doppelseitig auftritt. Es können Gelenkergüsse oder Ganglionzysten auftreten.

2.5.4.1. Radiokarpalarthrose

Pathogenese

Das Radiokarpalgelenk bildet das Zentrum und den Hauptteil des Handgelenks. Pathologische Veränderungen in diesem Bereich beeinflussen die anderen Anteile des Handgelenks stark und beeinträchtigen deutlich die gesamte Handfunktion. Die Handgelenksarthrose tritt überwiegend posttraumatisch auf. Die häufigsten Ursachen sind eine distale Radiusfraktur mit Gelenkbeteiligung oder eine in Fehlstellung verheilte Kahnbeinpseudarthrose, eine perilunäre Luxationsfraktur, eine Verletzung der karpalen Bänder mit nachfolgender Fehlstellung der Handwurzelknochen und karpaler Instabilität oder eine avaskuläre Nekrose des Mondbeines (Morbus Kienböck).

Klinik und Untersuchungsbefunde

Klinisch zeigen sich eine deutliche Einschränkung der Beweglichkeit, insbesondere in Richtung Dorsalextension und Radialduktion, sowie eine relevante Kraftminderung der betroffenen Hand. Es können größenabhängig Ganglionzysten sicht- und/oder tastbar werden und Entzündungszeichen hervorrufen.

2.5.4.2. Interkarpale scapho-trapezio-trapezoidale Arthrose und Rhizarthrose

Pathogenese

Von allen Fingergelenken ist das Daumensattelgelenk (DSG) am häufigsten arthrotisch verändert. Die Rhizarthrose kommt bei mindestens 30 % aller Frauen über 50 Jahren und zehnmal häufiger als bei Männern vor [65]. Für die Funktion der Hand hat diese Arthrose eine große Bedeutung, da es sich beim DSG um das wohl entscheidendste und am meisten beanspruchte Gelenk der Hand handelt.

Klinik und Untersuchungsbefunde

Die anatomische Nähe des DSG zu den Strecksehnen bzw. den SSF im Bereich des distalen Radius können differentialdiagnostische Schwierigkeiten bereiten. Typischerweise ist der sogenannte Grind-Test [65, 66] bei einer Rhizarthrose positiv. Hierzu wird der erste Mittelhandknochen durch den Untersucher proximalisiert und gleichzeitig werden Drehbewegungen im ersten Karpometakarpalgelenk (CMC-I) durchgeführt, wobei ein schmerzhaftes Knirschen und Reiben auftritt. Patienten klagen über Bewegungs- und Belastungsschmerzen v. a. beim Schreiben, Schlüsseldrehen oder Flaschenöffnen. Das DSG fällt dann häufig bereits klinisch durch Schwellung und Subluxationsfehlstellung auf. Im extremen Fall bildet sich eine Schwannenhalsdeformität des Daumens, auch M-Deformität genannt.

Die scapho-trapezoid-Arthrose tritt oft zusammen mit der DSG-Arthrose als STT-Arthrose auf. Größenabhängig können Ganglionzysten sicht- und/oder tastbar werden und Entzündungszeichen als reine Weichteilbefunde auftreten. Beim Verdacht einer Arthrose sind stets Röntgenübersichtsaufnahmen angezeigt. Hierbei kann das Stadium der Arthrose dokumentiert werden und alle (auch bisher asymptomatische) Gelenke der Radialen Säule können überprüft werden.

2.6. Bildgebende Diagnostik der Tendovaginitis de Quervain

Obwohl bei der TdQ die detaillierte Anamnese und der klinische Befund meist wegweisend sind und eine Therapieentscheidung erlauben, bedarf es bei einem kleinen Teil der Patienten einer weiterführenden Diagnostik mit bildgebenden Verfahren. So wird die bildgebende Diagnostik dann zur weiteren Abklärung, Ausschluss- und Differenzialdiagnostik herangezogen, wenn die konservative Therapie nicht zum Erfolg führt, die Diagnose hinterfragt werden muss oder ein Rezidiv nach konservativer Therapie, insbesondere aber nach vorausgegangener Operation auftritt. In diesen Fällen müssen mit der bildgebenden Diagnostik die Weichteil-

strukturen der Sehnenfächer und ihrer Umgebung und die benachbarten knöchernen Strukturen überprüft sowie erforderlichenfalls zusätzlich die differentialdiagnostisch relevanten Gelenke und Weichteile in der Nachbarschaft untersucht werden.

2.6.1. Bildgebende Verfahren

Den heute zur Verfügung stehenden bildgebenden Verfahren liegen unterschiedliche physikalische Prinzipien zugrunde. Die Auswahl des zur Anwendung kommenden bildgebenden Verfahrens richtet sich v. a. nach dessen Eignung zur Beantwortung der jeweiligen klinischen Fragestellungen. Entscheidend ist dabei, welche Strukturen oder Organe zu beurteilen sind und wo diese im menschlichen Körper liegen, sowie die Aussagekraft des Verfahrens bei der gegebenen klinischen Fragestellung. Hinzu kommen die Verfügbarkeit, die mit dem Einsatz verbundenen eventuellen Risiken und Gefahren und die Kosten des Verfahrens bei der Patientenversorgung.

Die klassische Röntgendiagnostik mit Projektionsaufnahmen beruht auf der unterschiedlichen Absorption von Röntgenstrahlen in Geweben und Strukturen von verschiedener Ordnungszahl und Konzentration im menschlichen Körper und den sich bei Durchstrahlung des Körpers daraus ergebenden Kontrasten, Sie eignet sich daher v. a. zur Darstellung der knöchernen Strukturen, von Verkalkungen oder schattengebenden Fremdkörpern der Weichteile [67, 68].

Röntgenstrahlung breitet sich vom Brennpunkt der Röhre divergent aus, durchdringt das Gewebe und trifft auf den Röntgenfilm oder -detektor. Die Schwächung der Röntgenstrahlung im Gewebe ist abhängig von Dicke, Dichte und Ordnungszahl des durchstrahlten Gewebes sowie von der Strahlenqualität. Je weniger die Röntgenstrahlung durch die Körperstrukturen geschwächt wird, desto stärker ist das Signal am Detektor bzw. die Schwärzung des Films. Es entsteht so bei der **Röntgenaufnahme** ein Negativbild des Körpers. Stark strahlendurchlässige Regionen des Körpers erscheinen auf dem Monitor und Röntgenfilm dunkel, werden aber wegen der Erscheinung auf den in der Anfangszeit der Röntgendiagnostik üblichen fotografischen Positivabzügen traditionell als ‚Aufhellung‘ bezeichnet. Helle Regionen auf dem Monitor und Röntgenfilm werden durch stärkere Schwächung des Röntgenstrahls im Gewebe hervorgerufen und entsprechend als ‚Verschattung‘ beschrieben. In der klassischen Röntgendiagnostik erscheint Luft auf dem Röntgenbild am dunkelsten; Fett, Wasser, Weichteilgewebe und Knochen sind in aufsteigender Reihenfolge zunehmend heller [69].

Die **CT** erfolgt heute typischerweise als Volumen-CT mit dosissparender iterativer Bildrekonstruktion [70]. Ihre Stärke an der Hand liegt in der überlagerungsfreien, isotropen und hochauflösenden Darstellung knöcherner Strukturen in beliebigen Schnittebenen und in der ergänzenden dreidimensionalen Visualisation der Knochenoberflächen [70]. Sie weist dank ihrer hohen Kontrast- und Detailauflösung kleinste Knochenpartikel und Weichteilverkalkungen

nach [70]. Die CT besitzt, auch nach i.v. Injektion von Kontrastmitteln (KM), eine nur geringe Kontrastauflösung innerhalb der Sehnen und Sehnenscheiden [71, 72, 73].

Sowohl die Ultraschalldiagnostik oder Sonographie als auch die MRT erlauben die kontrastreiche Differenzierung und Beurteilung von Weichteilstrukturen [74, 75, 76, 77, 78]. Bei der **Sonographie** wird das in den verschiedenen Strukturen des Körpers unterschiedliche Verhalten der Ultraschallwellen zur Bildgebung ausgenutzt. Hierbei handelt es sich um die Phänomene der Transmission und Absorption von Reflexion, Brechung und Streuung sowie der Interferenz [74].

Bei der MRT wird in einem homogenen Magnetfeld (klinisch meist Feldstärke 0,5–3,0 Tesla) die Resonanz der Wasserstoffatome nach Anregung mit Hochfrequenzimpulsen gemessen, die in Abhängigkeit vom Zustand des Wasserstoffs und seiner chemischen Verbindung in den Molekülen des menschlichen Körpers variiert, und das resultierende Signal zur Bildgebung verwendet. Die MRT eignet sich besonders zur Beurteilung der Weichteile, Knochen und Gelenke der Hand [75, 76, 77, 78].

2.6.2. Bildgebende Befunde

Im Folgenden wird zusammengestellt, wie sich die pathologisch-anatomischen Veränderungen bei der TdQ (Kap. 2.3.) in den verschiedenen bildgebenden Verfahren untersuchen und darstellen lassen.

2.6.2.1. Bildgebende Befunde in der Sonographie

Die Sonographie erfolgt dynamisch durch den Untersucher, wobei die Schnittführung ständig der individuellen Anatomie angepasst und korrigiert wird. Dadurch wird stets eine optimale Abbildung der zu beurteilenden Strukturen erreicht. Durch Bewegungen der Finger können die Sehnen leicht identifiziert und hinsichtlich ihres Gleitverhaltens beurteilt werden. Bei Verwendung hochfrequenter linearer Matrix-Schallköpfe (7,5–15 MHz) können die Weichteile der Hand hochauflösend dargestellt werden (Kap. 3.2.1.1.).

Die sonographischen Befunde der Sehnen und Sehnenscheiden treten in gleicher Weise in allen SSF der Hand auf. Die normalen Strecksehnen sind im Inneren echogen und scharf zur Umgebung begrenzt. Sie sind durch ihre fibrilläre Binnenstruktur charakterisiert, die zu einem typischen streifigen Binnenecho, der sog. Anisotropie, in Längsrichtung der Sehne führt. Entzündete Sehnen nehmen an Volumen typischerweise zu, ihre Echogenität und Anisotropie kann fokal oder diffus abnehmen. Bei degenerierten Sehnen kann die Echogenität zunehmen und das Volumen ungleichmäßig abnehmen, sonographisch können unregelmäßige Konturen und Einrisse der Sehnen sichtbar werden.

Die normale Wand der Sehnenscheide und die gesunde Synovia sind im Ultraschall nicht voneinander zu trennen und imponieren als Einheit. Sie sind gleichförmig schmal und echoarm aber nicht echofrei (Abb. 17; Abb. 21); entsprechend imponieren sie im Querschnitt als schmaler, die Sehnen umgebender, echoarmer Ring, im Längsschnitt als allseits umgebende gleichförmig schmale bandförmige Struktur [74]. Mit zunehmender Entzündung nimmt die Dicke der Synovia und der Wand der Sehnenscheide zu, zugleich nimmt die Echogenität ab.

Ein typisches sonographisches Zeichen einer Tendovaginitis exsudativa ist der Nachweis von Flüssigkeit in der Sehnenscheide. Ein Erguss der Sehnenscheide imponiert als echoarmer bis echofreier Saum. Zwischen einem Erguss und einer massiv aufgelockerten, geschwollenen Synovia kann aufgrund identischer, geringer Echogenität nicht mehr differenziert werden. Bei der TdQ wird entsprechend innerhalb des Ersten SSF um die echoreichen Sehnen des M. abductor pollicis longus und des M. extensor pollicis brevis herum ein unterschiedlich breiter echofreier oder echoarmer Saum sichtbar [74] (Abb. 22). Bei Adhäsionen oder Narben in der Sehnenscheide ist die Verschieblichkeit der Sehnen in den Sehnenscheiden herabgesetzt oder aufgehoben.

Im Ersten SSF wird die EPB-Sehne mehr ulnarwärts liegend und die APL-Sehne radialwärts liegend identifiziert. Die Sehnenbündel der APL- und der EPB-Sehne können gedoppelt sein. Die APL-Sehne kann aus mehreren Teilen bestehen.

Die Kompartimentierung des Ersten SSF erfolgt durch ein vertikales Septum, das vom Retinaculum extensorum ausgehend bis hin zum Radius zieht und entsprechend in der transversalen Schallebene als lineare Struktur die APL-Sehne von der EPB-Sehne separiert. Meist imponiert das Septum echoarm [27], v. a. wenn es durch entzündliche Vorgänge verdickt ist. Eine leistenförmige Knochenausziehung auf der Radiusvorderfläche kann auf die Insertionsstelle des Septums hinweisen und sonographisch sichtbar sein (Abb. 20; Abb. 24).

HIRANUMA [50] hat eine Klassifikation in vier Typen vorgeschlagen, um zwischen einer unvollständigen und einer vollständigen Kompartimentierung des Ersten SSF zu unterscheiden (Kap. 2.2.4.). Die Kompartimentierung des Ersten SSF kann zu einer isolierten oder dominanten Synovialitis in einem der Kompartimente führen, während das andere Kompartiment nicht oder nur wenig betroffen ist. Die lokalisierte Verdickung von Synovia und Retinaculum flexorum kann zu einem isolierten echoarmen Ring um die EPB-Sehne (Abb. 19; Abb. 23), selten um die APL-Sehne herumführen [27, 46].

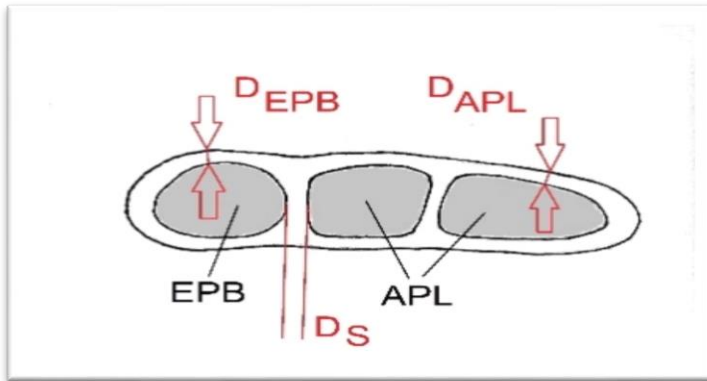


Abbildung 17: Normalbefund des Ersten Strecksehnenfachs, keine Kompartimentierung (Schemazeichnung)

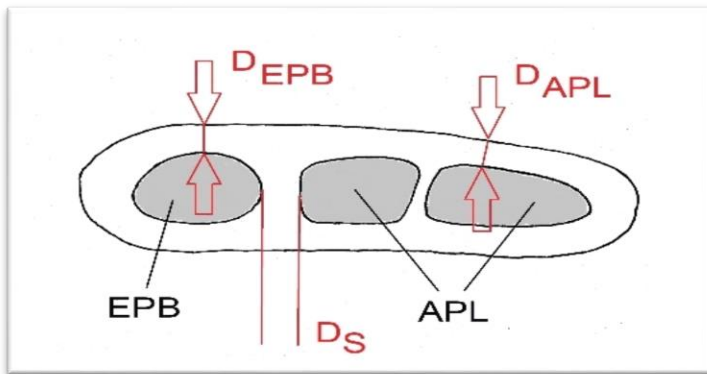


Abbildung 18: Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs, vergrößerter Abstand zwischen Extensor pollicis brevis und Abductor pollicis longus (Dicke des Septums; Schemazeichnung)

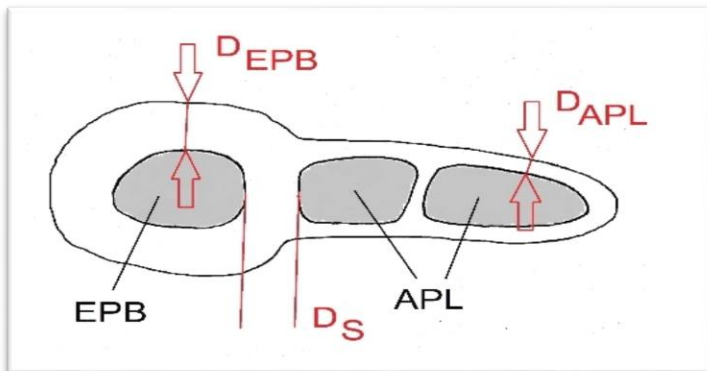


Abbildung 19: Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs, isolierter Ring um die Extensor-pollicis-brevis-Sehne („Ringzeichen“; Schemazeichnung)

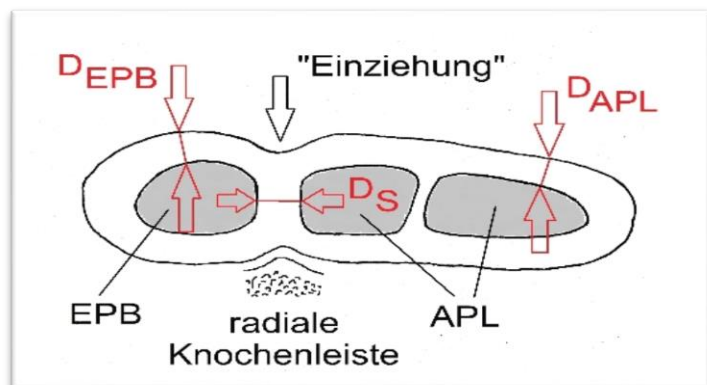


Abbildung 20: Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs mit dorsaler Einziehung und radialer Knochenleiste (Schemazeichnung)

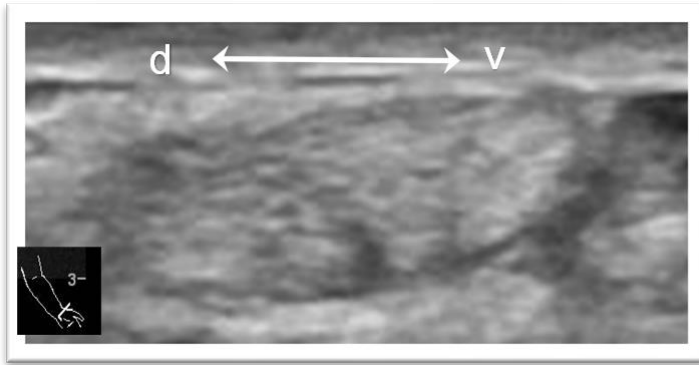


Abbildung 21: Akute Tendovaginitis de Quervain (Sonographie), Normalbefund, keine Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs

Eigener Patient; hochauflösende Matrix-Linearsonde (12–15 MHz); sonographischer Befund: Die Abductor-pollicis-longus-Sehnen gemeinsam und die meist singuläre Extensor-pollicis-brevis-Sehne haben jeweils einen eigenen Synovialüberzug. An ihrer Kontaktfläche im Ersten Strecksehnenfach liegen die Synovialüberzüge einander dicht an und bilden zwischen der Extensor-pollicis-brevis-Sehne und dem Bündel der Abductor-pollicis-longus-Sehnen allenfalls eine physiologische, sonographisch echoarme, schmale vertikale Struktur, die nicht mit einem Septum verwechselt werden darf.

d = dorsal, v = volar

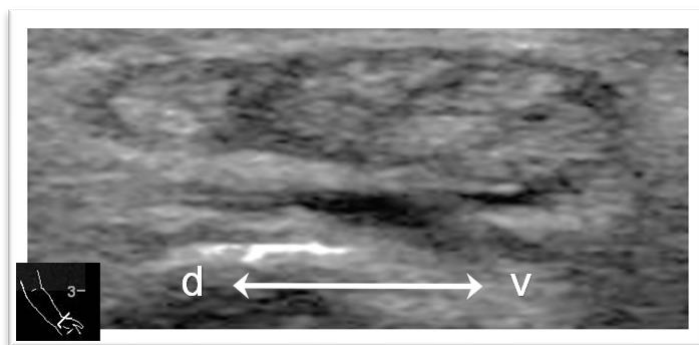


Abbildung 22: Akute Tendovaginitis de Quervain (Sonographie), Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs, vergrößerter Abstand zwischen Extensor-pollicis-brevis- und Abductor-pollicis-longus-Sehne; drei Abductor-pollicis-longus-Sehnen

Eigener Patient; hochauflösende Matrix-Linearsonde (12–15 MHz); sonographischer Befund: stark verdicktes, echoarmes Septum; nur geringe Verdickung der übrigen Synovia; keine dorsale Einziehung, keine radiale Knochenleiste

d = dorsal, v = volar

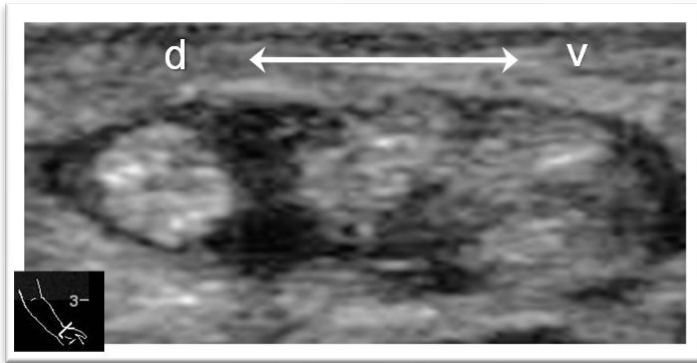


Abbildung 23: Akute Tendovaginitis de Quervain (Sonographie), Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs; drei Abductor-pollicis-longus-Sehnen

Eigener Patient; hochauflösende Matrix-Linearsonde (12–15 MHz); sonographischer Befund: ausgeprägte, echoarme Verdickung des Septums und unregelmäßig breiter, echoarmer Ring der Extensor-pollicis-brevis-Sehne; keine wesentliche entzündliche Verdickung der Synovia im Kompartiment der Abductor-pollicis-longus-Sehnen; keine dorsale Einziehung, keine radiale Knochenleiste

d = dorsal, v = volar

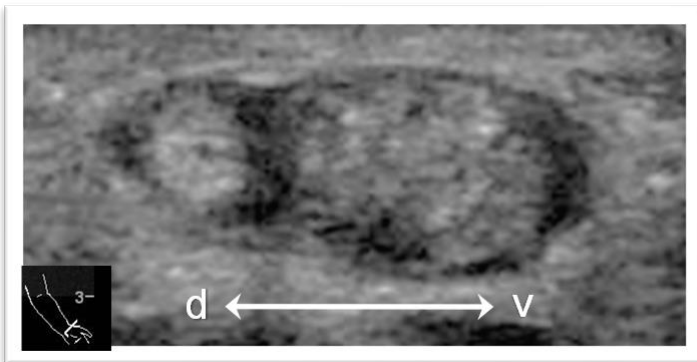


Abbildung 24: Akute Tendovaginitis de Quervain (Sonographie), Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs, ‚Ringzeichen‘

Eigener Patient; hochauflösende Matrix-Linearsonde (12–15 MHz); sonographischer Befund: dorsale Einziehung, echoarm verbreitertes Septum, nur geringe Verdickung der übrigen Synovia, kleine radiale Knochenleiste; echoarmer Ring um die Extensor-pollicis-brevis-Sehne

d = dorsal, v = volar

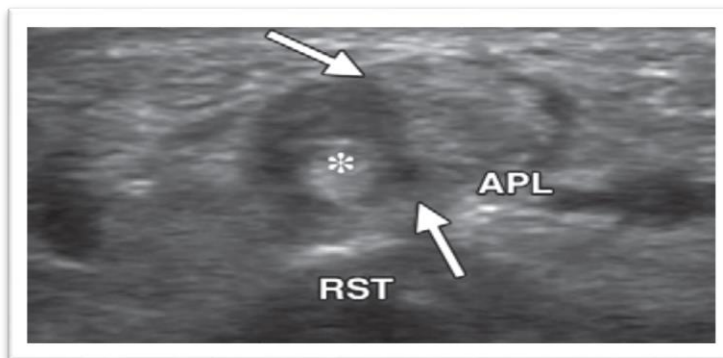


Abbildung 25: Akute Tendovaginitis de Quervain (Sonographie), vor allem im isolierten Kompartiment der Extensor-pollicis-brevis-Sehne [14]

Sonographischer Befund: Die Synovia des Septums und im Subkompartiment sind echoarm verdickt. Dadurch erscheint die Extensor-pollicis-brevis-Sehne (mit * markiert) von einem echoarmen Ring umgeben und ist eindeutig von der Abductor-pollicis-longus-Sehne und ihrem nicht entzündeten Subkompartiment abgegrenzt (‚Ringzeichen‘)

APL = Abductor pollicis longus, RST = Processus styloideus radii

2.6.2.2. Bildgebende Befunde in der Magnetresonanztomographie

Die MRT der Handsehnen erfolgt typischerweise mit einem Ganzkörpertomographen bei 1,5 oder 3 Tesla unter Verwendung dedizierter hochauflösender Oberflächenspulen (Kap. 3.2.2.1.).

Die MR-Befunde wurden analog zu den sonographischen Befunden erfasst. Zusätzlich wurden in der MRT die Veränderungen der Radialen Säule (Kap. 3.2.2.2.), wie eine STT- und DSG-Arthrose (Abb. 33), Ganglionzyste oder Arthrozele (Abb. 32) sichtbar.

In der MRT stellt sich eine normale Sehne vom Ursprung bis zum Ansatz als eine bei T1- und T2-Wichtung signalarme, glatt begrenzte Struktur dar. Die handgelenksnahen Sehnenabschnitte verlaufen in Sehnenscheiden. Eine gesunde Sehnenscheide ist dünn und hebt sich in der MRT gegenüber der Sehne nicht ab. Eine erkrankte Sehne nimmt an Volumen zu [79] und enthält im Inneren Areale mit heterogener, erhöhter Signalintensität bei T2-Wichtung. Besitzt die Sehne eine Sehnenscheide, so wird bei einer Tendovaginitis exsudativa die umgebende synoviale Flüssigkeit bei T1-Wichtung dunkel und bei T2-Wichtung und v. a. bei protonengewichteten Serien mit spektraler Unterdrückung des Fettsignals hell erscheinen (Abb. 26–31). Mit zunehmender Entzündung wird die Sehnenscheide durch ein Ödem zum umgebenden Fettgewebe unschärfer begrenzt, was am deutlichsten bei T1-Wichtung nach i.v. KM-Injektion zu erkennen ist (Abb. 26; Abb. 27).

Ein begleitendes Knochen- oder Periostödem im unter dem betroffenen SSF liegenden Teil des Radius kann in der MRT bei T2-gewichteten, fettsignalunterdrückten Messsequenzen sichtbar werden (Abb. 27).

Gering ausgeprägte entzündliche Reaktionen der Sehnen, der Synovia, der Sehnenscheide selbst oder des benachbarten Knochens werden mit T1-gewichteten, fettsignalunterdrückten Messsequenzen nach i.v. KM-Gabe sichtbar gemacht.

In der MRT sind Rückschlüsse auf die Volumenverhältnisse und Anzahl der Sehnen im Ersten SSF (Abb. 30) sowie auf ein mögliches Septum bzw. eine Kompartimentierung des Ersten SSF möglich (Abb. 29; Abb. 30). Ist in der MRT innerhalb des Ersten SSF nur eine Sehne und ihre Synovia stärker von entzündlichen Veränderungen, wie Weichteilschwellung und vermehrter KM-Aufnahme, betroffen, evtl. unter Ausbildung einer isolierten KM anreichernden Ringstruktur (Abb. 31), so spricht dies – in Analogie zu den sonographischen Befunden (Kap. 2.6.2.1.) – für ein Septum zwischen der APL- und EPB-Sehne, also für eine Kompartimentierung des Ersten SSF. Die EPB-Sehne ist häufiger und meist stärker als die APL-Sehne(n) betroffen (Abb. 31).

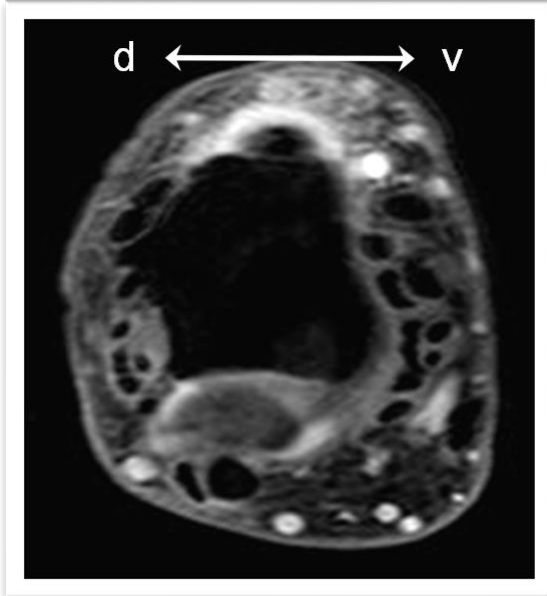


Abbildung 26: MRT bei akuter Tendovaginitis de Quervain, kein Septum des Ersten Strecksehnenfachs, transversale Aufnahmeserie (Beispiel 1)

3 mm breite MRT-Schichten T1-SPIR nach intravenösem Kontrastmittel; eigener Patient
 MR-Befund: deutliche Verdickung und Kontrastmittelanreicherung der Sehnen und der verdickten Synovia im Ersten SSF; begleitende entzündliche Infiltration und Ödem der radialseitigen Weichteile; kein Septum
 d= dorsal, v = volar

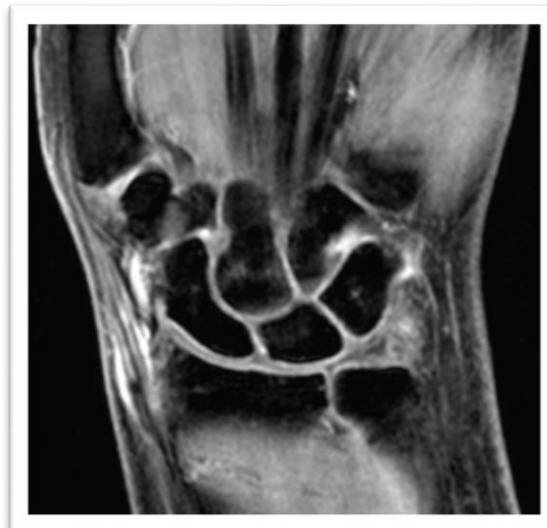


Abbildung 27: MRT bei akuter Tendovaginitis de Quervain, kein Septum des Ersten Strecksehnenfachs, koronale Aufnahmeserie (Beispiel 1)

3 mm breite MRT-Schichten T1-SPIR nach intravenösem Kontrastmittel; eigener Patient
 MR-Befund: leichte Kontrastmittelanreicherung im RST; auf der koronaren und transversalen Serie keine Arthrosezeichen im Handgelenk oder den Gelenken der Radialen Säule

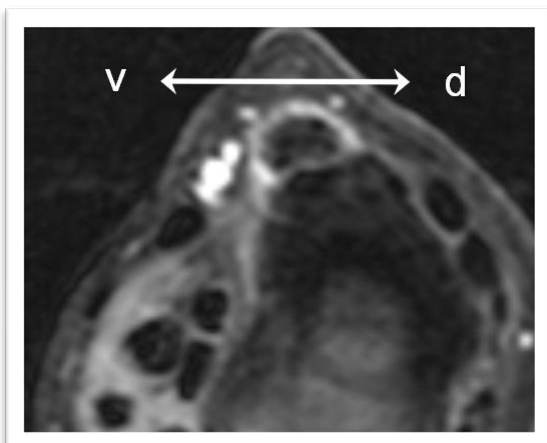


Abbildung 28: MRT bei akuter Tendovaginitis de Quervain, kein Septum des Ersten Strecksehnenfachs, transversale Aufnahmeserie (Beispiel 2)

3 mm breite MRT-Schichten T1-SPIR nach intravenösem Kontrastmittel; eigener Patient
 MR-Befund: entzündliche Reaktion der Sehnen-scheide; kein Septum
 v= volar, d = dorsal

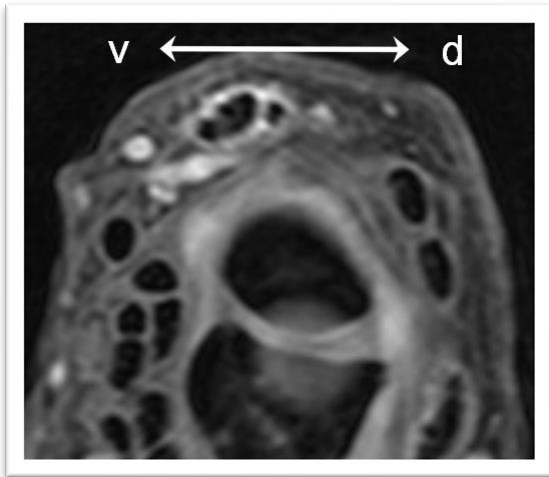


Abbildung 29: MRT bei akuter Tendovaginitis de Quervain, Septum des Ersten Strecksehnenfaches, transversale Aufnahmeserie (Beispiel 1)

3 mm breite MRT-Schichten T1-SPIR nach intravenösem Kontrastmittel; eigener Patient
 MR-Befund: entzündliche Reaktion der Sehnenscheide; schmales Septum; kein Ring an der EPB-Sehne
 v = volar, d = dorsal

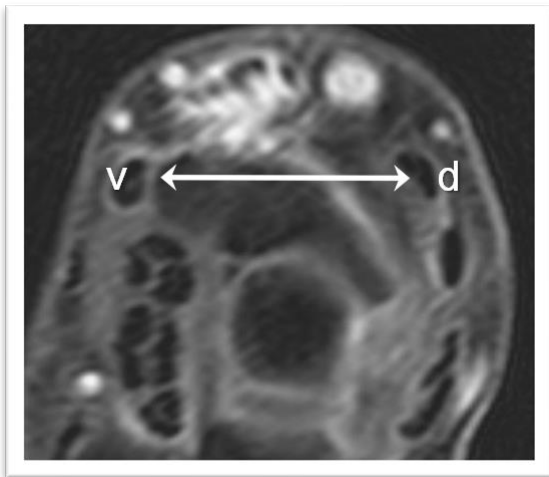


Abbildung 30: MRT bei akuter Tendovaginitis de Quervain, Septum des Ersten Strecksehnenfaches, transversale Aufnahmeserie (Beispiel 2)

3 mm breite MRT-Schichten T1-SPIR nach intravenösem Kontrastmittel; eigener Patient
 MR-Befund: entzündliche Reaktion der Sehnenscheide und der Umgebung; schmales Septum des ersten Strecksehnenfaches, kein Ring an der EPB-Sehne; vier APL-Sehnen
 v = volar, d = dorsal

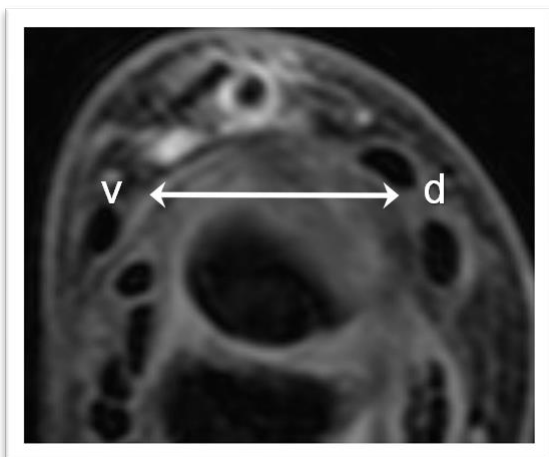


Abbildung 31: MRT-Begleitbefunde bei akuter Tendovaginitis de Quervain, transversale Aufnahmeserie

3 mm breite MRT-Schichten T1-SPIR nach intravenösem Kontrastmittel; eigener Patient
 MR-Befund: septiertes Erstes SSF und isolierte Entzündung der EPB-Sehnenscheide: intensive, harmonisch ringförmige Kontrastmittelanreicherung der Synovia des isolierten EPB-Kompartimentes des Ersten SSF unter Einschluss des Septums („Ringzeichen“)
 v = volar, d = dorsal



Abbildung 32: MRT-Begleitbefunde bei akuter Tendovaginitis de Quervain, koronale Aufnahmeserie (Beispiel 1)

3 mm breite MRT-Schichten T1-SPIR nach intravenösem Kontrastmittel; eigener Patient
 MR-Befund: Veränderungen der Radialen Säule: geringe Arthrose im STT-Gelenk mit Arthrozele ohne Umgebungsreaktion

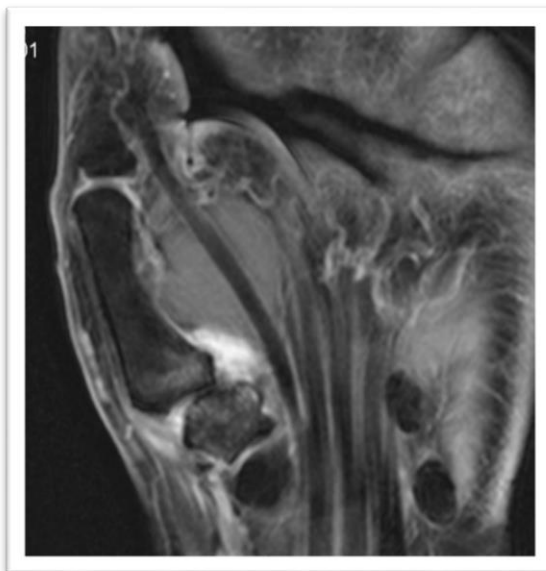


Abbildung 33: MRT-Begleitbefunde bei akuter Tendovaginitis de Quervain, koronale Aufnahmeserie (Beispiel 2)

3 mm breite MRT-Schichten T1-SPIR nach intravenösem Kontrastmittel; eigener Patient
 MR-Befund: Veränderungen der Radialen Säule: STT- und fortgeschrittene DSG-Arthrose; Letztere entzündlich aktiviert mit paraartikulären Knochenreaktionen, Reizerguss und florider Kapsulitis

2.6.2.3. Knöcherne Befunde im Röntgenbild

Die Darstellung der knöchernen Strukturen erfolgt durch konventionelle Röntgenübersichtsaufnahmen des Handgelenkes in zwei Ebenen; abhängig von der klinischen Symptomatik müssen evtl. zusätzliche Übersichtsaufnahmen der betroffenen Hand in zwei Ebenen angefertigt werden. Die Röntgenuntersuchung dient bei der TdQ der Differentialdiagnostik, insbesondere dem Ausschluss von knöchernen Veränderungen, von degenerativen Veränderungen der Radialen Säule (Abb. 34), d. h. des Handgelenkes, der Handwurzelgelenke oder des CMC-I (DSG), sowie dem Ausschluss von Frakturen oder deren Folgen und rheumatischen Erkrankungen.

Bei chronischen Verläufen einer TdQ können Röntgenaufnahmen selten fokale Knochenveränderungen des RST, Weichteilverkalkungen und verdickte radiale Weichteilschatten zeigen. CHIEN et al. [80] konnten nachweisen, dass bei einer TdQ gehäuft lokale knöcherne Befunde vorkommen. Fokale kortikale Erosionen, Sklerosierungen und periostale Appositionen des RST können unter Voraussetzung einer entsprechenden klinischen Symptomatik als Hinweise auf eine TdQ gewertet werden (Abb. 35). Der direkte Nachweis einer TdQ ist röntgenologisch nicht möglich. Eine knöcherne Leiste auf dem Boden des Ersten SSF lässt sich mit Röntgenaufnahmen projektionsbedingt nicht darstellen.



Abbildung 34: Tendovaginitis de Quervain, Röntgenübersichtsaufnahme der rechten Hand (dorso-palmar)

Eigener Patient; radiale Weichteilschwellung, im Vergleich zur normalen ulnaren Seite; die radiale Kontur des Radius zeigt eine umschriebene und diskrete muldenförmige Reaktionszone mit minimaler begleitender Sklerose und proximal angrenzenden Periostverkalkungen (Pfeil) als Folge einer schon seit einigen Monaten bestehenden Tendovaginitis de Quervain.



Abbildung 35: Tendovaginitis der Quervain, Röntgenübersichtsaufnahmen (dorso-palmar) des rechten und des linken Handgelenkes

Rechts besteht distal der Epiphysenfuge ein flacher kortikaler Defekt (Pfeil) mit Osteosklerose; winzige Weichteilverkalkung und verdickter radialseitiger Weichteilschatten (Pfeilspitzen); initiale ipsilaterale scapho-trapezio-trapezoidale Arthrose und etwas deutlichere Arthrosezeichen am kontralateralen linken Scapho-trapezio-trapezoidal- und Daumensattelgelenk als Hinweise auf eine beginnende Arthrose der Gelenke der Radialen Säule [30]

2.7. Therapie der Tendovaginitis de Quervain

2.7.1. Konservative Therapie

Im Frühstadium der Erkrankung kann eine konservative Therapie der TdQ mit kurzfristiger Ruhigstellung des Daumens in Funktionsstellung begleitet von einer systemischen antiphlogistischen Therapie zum Erfolg führen. Insbesondere in der Schwangerschaft oder Stillzeit zeigt die konservative Therapie gute Resultate [84]. Grundsätzlich wird empfohlen, bestimmte, oft repetitiv durchgeführte Tätigkeiten und Belastungsmuster zu reduzieren oder zu vermeiden. Mittlerweile ist ein großes Angebot an Schienen und Orthesen auf dem Markt, die zur Entlastung des Daumens eingesetzt werden können. Sie sind meistens für die Patienten angenehmer zu tragen als eine klassische Gipsschiene. In den meisten Fällen klingt die TdQ durch diese Maßnahmen ab.

Bei protrahiertem Verlauf oder besonders ausgeprägter klinischer Symptomatik kann ergänzend zu oben genannten Maßnahmen eine lokale Kortisoninjektion [22, 44, 52] mit dem Ziel durchgeführt werden, dass die Sehnen wieder ungehindert gleiten können und dadurch der ‚Teufelskreis‘ Reizung-Bewegung-Reizung durchbrochen wird. Diese Vorgehensweise ist je-

doch wegen der potentiellen Nebenwirkungen umstritten, da es hierdurch zu einer Schädigung von Sehnen und Nerven sowie zu einer subkutanen Atrophie bis hin zu Nekrosen des Fettgewebes und zu Pigmentstörungen der Haut kommen kann [82, 83].



Abbildung 36: Akute Tendovaginitis de Quervain, klinischer Befund nach konservativer Behandlung

Deutlich ausgeprägte Atrophie des subkutanen Fettgewebes am linken Unterarm radialeseitig (Pfeil) nach einmaliger, auswärtiger Infiltration im Bereich des Ersten Strecksehnenfachs



Abbildung 37: Konservative Behandlung der Tendovaginitis der Quervain mit Orthese, abnehmbare Daumenschiene mit Klettverschluss zur Ruhigstellung



Abbildung 38: Konservative Behandlung der Tendovaginitis der Quervain mit Orthese, abnehmbare Daumenschiene mit Klettverschluss zur Ruhigstellung (seitliche Ansicht)

In einem aktuellen, systematischen Review zur Wirksamkeit der konservativen Therapie bei TdQ kommen CAVALERI et al. [84] zu dem Ergebnis, dass alle klassischen konservativen Therapieverfahren (Orthese/Schiene, Akupunktur, lokale Kortikosteroidinjektionen) wirksam sind. Die kombinierte Behandlung mit krankengymnastischer Beübung durch spezialisierte Krankengymnasten (sog. Handtherapeuten), Orthesen und lokale Kortikosteroidinjektion wird demnach als die wirksamste Therapie angesehen.

2.7.2. Operative Therapie

Wenn die konservative Therapie innerhalb von vier bis sechs Wochen nicht zum Erfolg führt, die subjektiven Beschwerden des Patienten zu stark sind oder klinisch eine schwere TdQ besteht (d. h. alle drei in Kap. 2.4.2. beschriebenen klinischen Tests positiv sind), ist die Indikation zum operativen Vorgehen gegeben. Die in Kapitel 2.5. aufgelisteten Differentialdiagnosen sollten zuvor ausgeschlossen oder zumindest als sehr unwahrscheinlich eingeschätzt worden sein.

2.7.2.1. Ablauf der Operation

Nach Lagerung der betroffenen Hand auf dem Handtisch und Anlage einer Blutleere erfolgt der Zugang durch einen transversalen, ca. 3 cm langen Hautschnitt in Höhe des RST im Verlauf der Hautlinien (Abb. 39). Es erfolgt die penible Präparation durch das subkutane Fettgewebe unter Schonung der Äste des R. superficialis nervi radialis. Das Erste SSF wird aufgesucht und in ganzer Längsausdehnung nach proximal und distal dargestellt, nachfolgend longitudinal durchtrennt und weit ulnodorsal partiell reseziert. Es folgt die Darstellung aller im Ersten SSF verlaufenden Sehnen, die einzeln mit dem Sehnenhaken herausgehoben werden. Bei entsprechendem Befund folgt eine Synovektomie der betroffenen Sehnenanteile. Die EPB-Sehne wird durch dosierten Zug auf die Sehne nochmals identifiziert.

Anschließend erfolgen die Inspektion des Bodens des Ersten SSF sowie die Suche nach möglichen anatomischen Varianten, insbesondere nach Kompartimenten. Bei Vorhandensein einer Knorpel- oder Knochenleiste oder eines Septums im Ersten SSF werden diese gezielt und vollständig reseziert. Der Hautverschluss erfolgt ohne subkutane Naht, um postoperative Adhäsionen der dorsalen Nervenäste oder der Sehnen zu vermeiden.



Abbildung 39: Operative Behandlung der akuten Tendovaginitis de Quervain, Schnittführung bei eigenem Patienten



Abbildung 40: Operative Behandlung der akuten Tendovaginitis de Quervain, schematische Darstellung der Schnittführung [C]

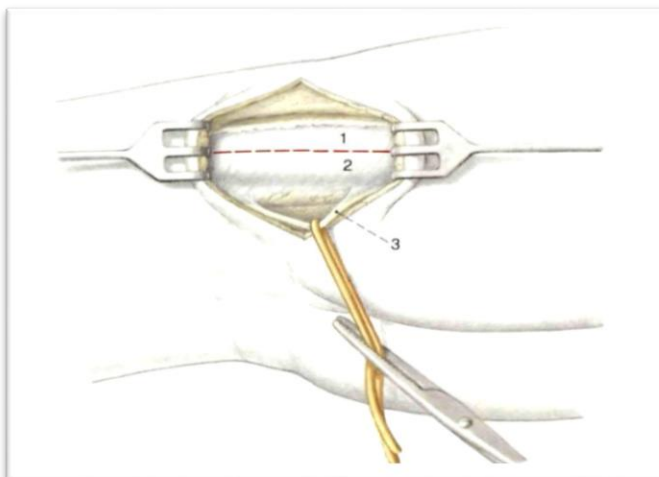


Abbildung 41: Akute Tendovaginitis de Quervain, operative Behandlung, Darstellung des Ersten Strecksehnenfachs vor seiner Eröffnung [C]

1. Sehne des Musculus extensor pollicis brevis, 2. Sehne des Musculus abductor pollicis longus, 3. Ast des Ramus superficialis nervi radialis

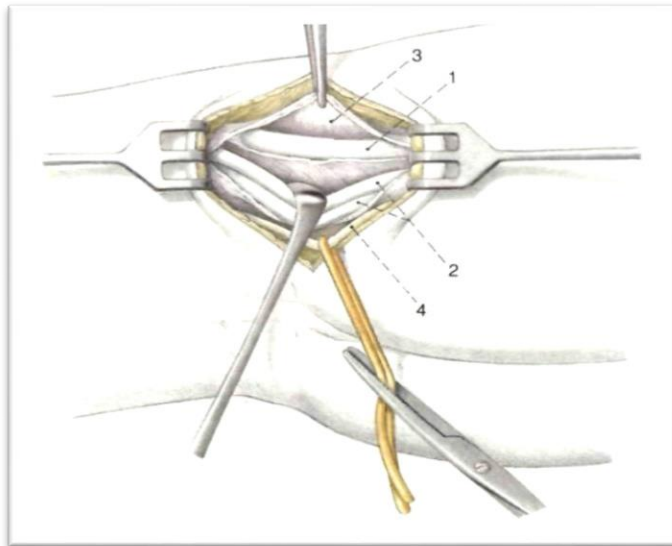


Abbildung 42: Akute Tendovaginitis de Quervain, operative Behandlung, Darstellung des Ersten Strecksehnenfachs nach seiner Eröffnung [C]

1. Sehne des Musculus extensor pollicis brevis, 2. Sehne des Musculus abductor pollicis longus, 3. Sehnenscheide, 4. Ast des Ramus superficialis nervi radialis

2.7.2.2. Nachbehandlung

Die Nachbehandlung erfolgt durch Anlage eines Watteverbandes für etwa zwei Wochen, mindestens bis zum sicheren Abschluss der Wundheilung. Eine Ruhigstellung wird nicht durchgeführt, ebenso keine krankengymnastische Beübung. Der Belastungsaufbau erfolgt mit Abschluss der Wundheilung, wobei schwere mechanische Arbeiten für etwa sechs Wochen gemieden werden sollten.

2.7.3. Therapeutische Optionen beim Rezidiv

Kommt es nach konservativer Therapie zu einem Rezidiv, wird oft die Indikation zu einem operativen Eingriff gestellt. Eine weitere Infiltration oder Verlängerung der Ruhigstellung ist nicht vorgesehen.

Kommt es nach operativer Therapie zu einem Rezidiv der TdQ, so müssen zunächst v. a. eine bei der Erstoperation nicht behandelte oder übersehene Kompartimentierung und weitere anatomische Varianten überprüft werden. Zur weiteren differentialdiagnostischen Abklärung und zur Überprüfung der Indikation zur Reoperation erfolgen bildgebende Untersuchungen, insbesondere Sonographie und/oder MRT.

Die operative Therapie des Rezidivs der TdQ ähnelt dem technischen Vorgehen der Erstoperation. Ausgeprägte postoperative Adhäsionen können bei einer Reoperation die Präparation deutlich erschweren. Die Nachbehandlung ist identisch wie nach dem Ersteingriff.

2.7.4. Therapeutische Optionen bei den Differentialdiagnosen

2.7.4.1. Intersektionssyndrom

Die Behandlung erfolgt genauso wie bei anderen Sehnenscheidenentzündungen. Wenn eine konservative Therapie durch Ruhigstellung im Gips – in leichter Extensionsstellung – oder eine lokale Kortikoidinjektion die Symptome nicht dauerhaft beseitigen kann, wird die Indikation zur Operation gestellt. Bei der Operation wird das eingeengte SSF (hier das zweite) gespalten und eine Synovektomie des Gleitgewebes durchgeführt. Das SSF wird postoperativ nicht vernäht, um einer Narbenbildung und postoperativen Stenose und damit einem technisch bedingten Rezidiv vorzubeugen [85, 86].

2.7.4.2. Wartenberg-Syndrom

Erfolgversprechende konservative Maßnahmen bestehen im Vermeiden von exzessiven Pro- und Supinationsbewegungen, einer lokalen Kortisoninfiltration sowie der Haltung des Unterarms verstärkt in Supinationsstellung [87]. Bei anhaltenden Beschwerden können die operative Freilegung mit Neurolyse des Ramus superficialis des N. radialis und eine eventuellen Z-Verlängerung der Brachioradialsehne erwogen werden [88].

2.7.4.3. Styloiditis radii

Die Behandlung erfolgt v. a. konservativ und ist symptomatisch. Im Vordergrund stehen lokale antiphlogistische Maßnahmen, physikalische Therapien (Kryotherapie, Querfraktion, Ultraschall, Iontophorese) und lokale Injektionen mit Lokalanästhetika oder Kortikoidpräparaten. Führen diese Maßnahmen nicht zu einer Besserung oder zeigt sich an der Styloidspitze eine Exostose, so kommt evtl. eine Abtragung der Styloidspitze mit einem Meißel in Betracht [86, 89].

2.7.4.4. Arthrosen der Radialen Säule

Ruhigstellung, antiphlogistische Medikation, Infiltration mit Kortison oder eine Radiosynoviorthese [90] führen meist zu einer Beschwerdelinderung von unterschiedlicher Dauer. Bei auf die konservativen Behandlungen folgenden refraktären oder rezidivierenden Beschwerden sind operative Eingriffe, wie Denervierung, Abtragung des RST, Teilversteifung, Entfernung von Handwurzelknochen (proximal row carpectomy) bis hin zur Vollversteifung oder Gelenkersatz des Handgelenkes, zu diskutieren. Mittlerweile hat sich die Resektionsarthroplastik (Entfernung des Os trapezium in diversen Modifikationen) als sicheres und zuverlässiges Verfahren für die operative Therapie der Rhizarthrose (und STT-Arthrose) etabliert.

2.8. Fragestellung und Zielsetzung der Arbeit

Die folgenden Fragen sind von besonderer klinischer Bedeutung für die Auswahl und die Überwachung des Erfolges der Therapie der TdQ und sollen mit dieser Studie beantwortet werden:

1. Können Sonographie und MRT vor einer Operation wegen einer therapierefraktären akuten oder einer chronisch-rezidivierenden TdQ eine Kompartimentierung und Sehnenanomalien des Ersten SSF nachweisen?
2. Sind Sonographie und Magnetresonanztomographie gleichwertige, sich eventuell ergänzende Verfahren zur Beurteilung einer Kompartimentierung und von Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs?
3. Hat das Ergebnis der präoperativen Sonographie und MRT einen Einfluss auf das operative Vorgehen einer Operation wegen einer therapierefraktären akuten oder einer chronisch-rezidivierenden TdQ?
4. Hat das Ergebnis der präoperativen Sonographie und MRT einen Einfluss auf das Frühergebnis einer Operation wegen einer therapierefraktären akuten oder einer chronisch-rezidivierenden TdQ?
5. Können Sonographie und MRT vor einer Operation wegen einer therapierefraktären akuten oder chronisch-rezidivierenden TdQ differentialdiagnostisch relevante Befunde an der Radialen Säule nachweisen, die die Therapiewahl oder das operative Vorgehen beeinflussen?
6. Kann eine Empfehlung zum präoperativen Einsatz der Sonographie und der MRT bei TdQ gegeben werden?

3. Material und Methoden

3.1. Beschreibung der Patienten

Im Zeitraum zwischen Dezember 2016 und Mai 2019 wurden in der chirurgischen Praxis Euskirchen 20 Patienten mit einer TdQ in eine prospektive Studie mit operativer Behandlung sowie Verlaufsbeobachtung über drei Monate aufgenommen. Bei allen Patienten waren vorher keine operativen Eingriffe am Ersten SSF erfolgt.

Alle Patienten wurden primär konservativ durch Anlage einer Unterarm-Cast-Schiene und medikamentöse Therapie mit nicht steroidal Antirheumatika (NSAR) für mindestens zehn Tage behandelt. Sie wurden bei der Eingangsuntersuchung mündlich über Art, Zweck und Umfang der Studie informiert und um ihr Einverständnis für die Nachuntersuchungen im Rahmen dieser Studie gebeten. Eine Genehmigung der Ethikkommission der Ärztekammer Nordrhein lag vor, „so dass keine berufsethischen und berufsrechtlichen Bedenken gegen die Durchführung der Studie bestanden“ [91].

3.1.1. Ein- und Ausschlusskriterien

Die folgenden Einschlusskriterien mussten ausnahmslos erfüllt sein:

- Es musste bei der klinischen Untersuchung ein Druckschmerz über dem Ersten SSF auslösbar sein.
- Es musste bei der klinischen Untersuchung ein positiver Finkelstein-, Eichhoff- und/oder WHAT-Test auslösbar sein.
- Es musste mindestens ein erfolgloser vorausgegangener konservativer Behandlungsversuch durchgeführt und dokumentiert worden sein.
- Die Probanden mussten in der Lage sein, die Erklärungen zur Studie und die Anweisungen des Arztes zu verstehen und umzusetzen.
- Die schriftliche Einwilligung des Patienten in die Operation und die Teilnahme an der Studie mussten vorliegen.
- Es durfte keine anderweitige lokale Behandlung oder Operation an der betroffenen Extremität innerhalb der nächsten drei Monate geplant sein.

Entsprechend wurden von der Studie alle Patienten ausgeschlossen, die

- nach konservativer Therapie beschwerdefrei oder deutlich beschwerdegebessert waren,
- posttraumatische Veränderungen in der relevanten Region aufwiesen,
- mit unvollständigen radiologischen Untersuchungen verblieben,

- eine relevante Sprachbarriere oder eingeschränkte Kooperationsfähigkeit aufwiesen sowie
- bei bekannter rheumatoider Arthritis aktuell oder in den vergangenen zwölf Monaten eine Basismedikation erhielten oder erhalten hatten.

3.1.2. Erhobene klinische Befunde und Daten

Die klinischen Untersuchungen wurden vom Doktoranden in der eigenen Praxis selbst durchgeführt. Der Doktorand ist seit zwölf Jahren handchirurgisch tätig und besitzt seit mittlerweile zehn Jahren (Frühjahr 2023) die Anerkennung im Teilgebiet Handchirurgie. Bei Aufnahme der Studie wurde zunächst der klinische Ausgangsstatus erhoben, mit einer ausführlichen krankheitsbezogenen Anamnese sowie einer krankheitsbezogenen körperlichen Untersuchung und ärztlichen Befunderhebung am Ersten SSF. Dabei wurden die vorgenannten Ein- und Ausschlusskriterien für die Studie geprüft.

Die präoperative und postoperative klinische Untersuchung umfasste (Kap. 2.4.) die Erhebung des Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand(DASH)-Scores, die Durchführung des Finkelstein-/Eichhoff- und WHAT-Test sowie die Erhebung des visuellen Schmerzscore (visuelle Analogskala, VAS). Die Nachuntersuchungen erfolgten zwei und zwölf Wochen postoperativ. Alle Patienten konnten während der gesamten Studiendauer beobachtet werden.

3.1.2.1. Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score

Der Quick-DASH-Score ist bei Patienten mit Funktionsstörungen der oberen Extremitäten ein zuverlässig etabliertes Verfahren [92, 93, 94, 95, 96] und damit ein aussagekräftiges Instrument. Er erzielt trotz seines geringeren Umfangs ähnliche Ergebnisse wie der DASH-Score [97].

Es wurden einerseits Beschwerden (Schmerzen oder Kribbeln), andererseits Fähigkeiten bei der Durchführung alltäglicher Leistungen überprüft. Der Quick-DASH-Score besteht aus einem allgemeinen Teil und zwei optionalen Modulen. Diese können bei Musikern, Sportlern oder bei der Evaluation berufstypischer Leistungsfähigkeit zusätzlich eingesetzt werden, was hier nicht erfolgte.

Wenn mehr als eine von insgesamt elf Fragen (Tab. 3) vom Patienten nicht beantwortet wird, soll keine Auswertung erfolgen. Ist dies nicht der Fall, werden die Antworten der Fragen 1–11 als Rohwert addiert [98]. Dieser Rohwert wird dann wie folgt verarbeitet:

(Rohwert: Anzahl der Fragen – 1) x 25 = Quick-DASH-Wert

Ein optimales Ergebnis liegt bei 0 Punkten, bei 100 Punkten liegt eine maximale Funktions-
einschränkung vor. In der Nachbehandlung wird ein Ergebnis von weniger als 20 Punkten als
gutes bis sehr gutes Ergebnis gewertet.

Tabelle 3: Fragenkatalog des Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Scores

Nr.	Fähigkeit	Keine Schwierigkeit	Geringe Schwierigkeit	Mäßige Schwierigkeit	Erhebliche Schwierigkeit	Nicht möglich
1.	Ein neues oder fest verschlossenes Glas öffnen	1	2	3	4	5
2.	Schwere Hausarbeit (z. B. Wände abwaschen, Boden putzen)	1	2	3	4	5
3.	Eine Einkaufstasche oder einen Koffer tragen	1	2	3	4	5
4.	Ihren Rücken waschen	1	2	3	4	5
5.	Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
6.	Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihren Arm Druck oder Stoß ausgeübt wird	1	2	3	4	5
7.	In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der vergangenen Woche beeinträchtigt?					
	überhaupt nicht	ein wenig	mäßig	ziemlich	sehr	
	1	2	3	4	5	
8.	Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt?					
	überhaupt nicht	ein wenig	mäßig	ziemlich	sehr	
	1	2	3	4	5	
9.	Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand					
	keine	leichte	mäßige	starke	sehr starke	
	1	2	3	4	5	
10.	Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand					
	kein	leichtes	mäßiges	starkes	sehr starkes	
	1	2	3	4	5	
11.	Wie groß waren Ihre Schlafstörungen in der letzten Woche aufgrund von Schmerzen im Schulter-, Arm- oder Handbereich?					
	keine	gering	mäßig	erheblich	Schlaf nicht möglich	
	1	2	3	4	5	

3.1.2.3. Visuelle Analogskala

Die VAS bildet ein Messinstrument zur quantitativen Erfassung von Schmerzen. Der Patient wird aufgefordert, die subjektiv empfundene Schmerzintensität auf einer 10 cm langen Linie zu markieren. Der Anfang der Linie entspricht keinem Schmerz und das Ende der Linie dem stärksten vorstellbaren Schmerz. Der Abstand zwischen dem Anfang der Linie und der Patientenmarke wird vom Untersucher ausgemessen. Das hierbei erzielte Messresultat in Millimetern entspricht der geschätzten Schmerzintensität.

Dieses Verfahren führt zu verlässlichen und validen Befunden und hat sich daher als ein Standardmessinstrument zur Erfassung von Schmerzen etabliert [99, 100, 101]. Bei der Erfassung der Schmerzintensität mit Hilfe der VAS wurden in dieser Arbeit der Bewegungs- und Belastungsschmerz beim Greifen mit der betroffenen Hand erfasst.

3.1.2.4. Präoperative Erhebung

Die präoperative Erhebung erfolgte ein bis sieben Tage vor der operativen Intervention und nach Beendigung der konservativen Therapie. Zu diesem Zeitpunkt erfolgte auch keine weitere medikamentöse Therapie mit NSAR mehr.

Neben der Erhebung des Quick-DASH-Scores, der Durchführung des Finkelstein-/Eichhoff- und des WHAT-Tests (Kap. 2.4.) sowie der Erhebung des visuellen Schmerzscores mittels VAS wurden zusätzlich nach dem für diese Studie entwickelten Datenblatt folgende Angaben erfasst.

- Geburtsdatum des Patienten
- Geschlecht
- Beruf
- Vorerkrankungen des Handgelenks
- Voroperationen bzw. Unfallanamnese der oberen Extremität
- Datum der Erhebung des präoperativen Befundes (T1)
- Zeitraum bzw. Beginn der Schmerzen
- Betroffene Seite
- Bisherige Therapie
- Seite der dominanten Hand
- Ergebnis des Finkelstein-/Eichhoff-Tests (Kap. 2.4.2.1. und 5.2.2.2.)
- Ergebnis des WHAT-Tests (Kap. 2.4.2.3.)
- Befund bei Palpation der SSF/Druckschmerzhaftigkeit
- Ergebnis des Grind-Tests am CMC-I (Kap. 2.5.4.2.)

3.1.2.5. Postoperative Erhebung

Alle Patienten konnten während der gesamten Studiendauer beobachtet und durch den Doktoranten selbst in eigener Praxis nachuntersucht werden. Die erste postoperative Erhebung erfolgte zwei Wochen nach Operation (T2), d. h. nach Abschluss der Wundheilung, die zweite postoperative Erhebung erfolgte zwölf Wochen nach der Operation (T3). Alle Patienten waren zu diesem Zeitpunkt arbeitsfähig. Zu den Zeitpunkten T2 und T3 wurden der Quick-DASH Score und der Schmerzscore mittels VAS erhoben sowie die Tests nach EICHHOFF (Kap. 2.4.2.1.) und nach FINKELSTEIN (Kap. 2.4.2.2.) und der WHAT-Test (Kap. 2.4.2.3.) durchgeführt. Außerdem wurde dokumentiert, ob zum Zeitpunkt T3 (noch) ein Druckschmerz über dem Ersten SSF vorhanden bzw. auslösbar war.

3.2. Radiologische Untersuchungstechnik

3.2.1. Sonographie

3.2.1.1. Durchführung der Sonographie

Alle Ultraschalluntersuchungen erfolgten durch einen Facharzt für Radiologie mit 35 Jahren Erfahrung in muskuloskelettaler Sonographie. Es wurde ein handelsübliches, universell einsetzbares Ultraschallgerät der Firma General Electric (LOGIQ P6 Premium BT11 mit hochauflösender Matrixlinearsonde, ML 6-15) verwendet.

Der Patient wurde im Liegen untersucht, das Handgelenk ruhte in leichter ulnarer Abduktionsstellung auf einem Kissen, die radikale Unterarmseite nach obenweisend. Es wurde eine hochauflösende lineare Matrixsonde mit 10–15 MHz verwendet. Zur Ankopplung wurde die Sonde unmittelbar über dem jeweiligen SSF platziert und Ultraschallgel verwendet, ein zusätzliches Gelkissen war bei dem eingesetzten Gerät nicht erforderlich.

Jedes SSF und jede Sehne wurden einzeln in gesamter Länge untersucht. Es wurden transversale, sagittale Schnittebenen aufgesucht und der Schallkopf gegebenenfalls gering anguliert, um Artefakte durch Anisotropie auszuschließen. Dabei erfolgte eine mäßige Kompression der Sehnenscheide, wobei der Grad der Druckschmerzhaftigkeit und der Ort stärkster Schmerzausprägung festgehalten wurden. Repräsentative Aufnahmen wurden digital im Picture Archiving and Communication System (PACS) der Praxis dokumentiert.



Abbildung 43: Sonographische Untersuchung des Ersten Strecksehnenfachs, Lagerung



Abbildung 44: Sonographische Untersuchung des Ersten Strecksehnenfachs, Haltung der Schallsonde, transversaler Anschnitt des Ersten Strecksehnenfachs

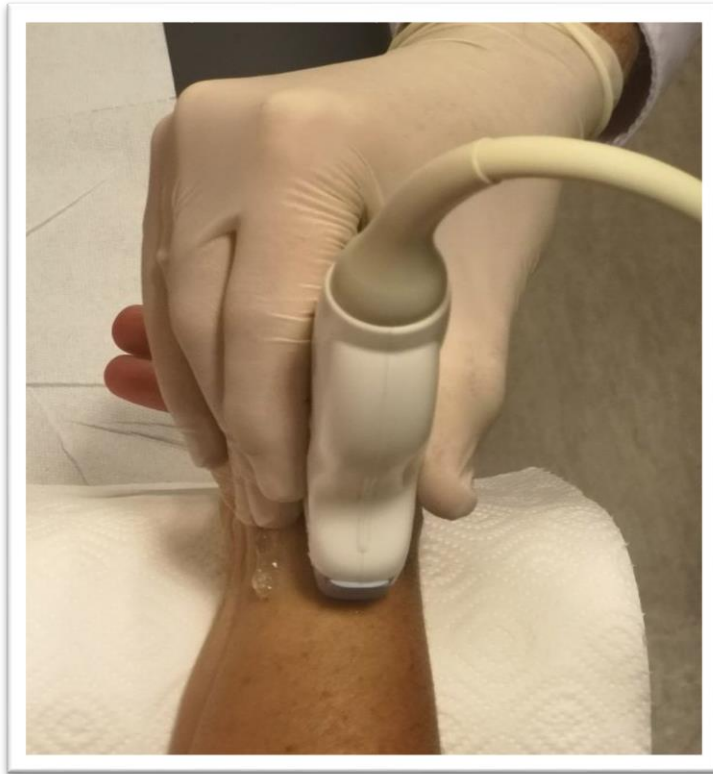


Abbildung 45: Sonographische Untersuchung des Ersten Strecksehnenfachs, Haltung der Schallsonde, longitudinaler Anschnitt des Ersten Strecksehnenfachs

3.2.1.2. Auswertung der Sonographie

Die sonographischen Befunde, die zur Beantwortung der einzelnen Fragestellungen dieser Arbeit (Kap. 2.8.) erhoben wurden, werden nachfolgend vorgestellt. Die Auswertungen erfolgten interaktiv im Bildverarbeitungssystem (PACS) der radiologischen Praxis, alle Messungen wurden an sekundär elektronisch vergrößerten Aufnahmen vorgenommen.

Sonographische Kriterien der Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs

Die Ursache einer **Kompartimentierung des Ersten SSF** ist das Vorliegen eines Septums. Ein Septum vergrößert den Abstand zwischen der EPB-Sehne und der APL-Sehne.

Die folgenden sonographischen Zeichen, die teilweise bereits als Hinweise auf eine Kompartimentierung beschrieben sind [14, 27, 46, 102] wurden sowohl bei den gesunden Probanden als auch bei den Patienten der Studie geprüft:

- Eine vertikale oder schräg in Längsrichtung des Sehnenverlaufs liegende echoarme Struktur, die die APL-Sehne und der EPB-Sehne separiert, wurde als Septum aufgefasst.
- Ein breiter, vollständig geschlossener, echoarmer Ring, der die EPB- und/oder APL-Sehne umgibt, wurde als Ausdruck einer isolierten akuten oder vorausgegangenen

Entzündung der betreffenden Sehne und damit ebenfalls als Zeichen einer Kompartimentierung des Ersten SSF gewertet.

- Der Abstand zwischen der EPB- und der APL-Sehne wurde gemessen und in Beziehung zur gemessenen Dicke von Synovia und Sehnenscheide des Ersten SSF dorsal der EPB- und APL-Sehne gesetzt.
- Das Vorliegen einer dorsalseitigen Einziehung der gemeinsamen Sehnenscheide des Ersten SSF in Höhe des Zwischenraumes der APL- und EPB-Sehne wurde als Hinweis auf ein Septum gewertet.
- Das Vorhandensein einer Knochenleiste des Radius in Höhe des Zwischenraumes der APL- und EPB-Sehne wurde geprüft.
- Eine echoarme Verdickung von Synovia und Sehnenscheide des gesamten Ersten SSF ohne vergrößerte Distanz zwischen der APL- und EPB-Sehne wurde als Hinweis auf eine akute oder vorausgegangene Reizung des gesamten Ersten SSF und eine fehlende Kompartimentierung gewertet.

Bei der sonographischen Untersuchung wurde nicht zwischen HIRANUMA Typ II und Typ III unterschieden, da eine eindeutige Zuordnung intraoperativ häufig unmöglich war. Außerdem wurde synoptisch abgeschätzt, ob nach dem visuellen Eindruck bei der Ultraschalluntersuchung eine Kompartimentierung des Ersten SSF bestand (Tab. 4).

Tabelle 4: Sonographische Hinweise auf eine Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs

Sonographische Merkmale	Ausprägung
Geschlossener echoarmer Ring um EPB-Sehne	Ø/+
Dicke des Septums (Abstand von EPB- und APL-Sehne)	D _S (mm)
Dicke der Synovia über der EPB-Sehne ¹	D _{EPB} (mm)
Dicke der Synovia über der APL-Sehne ¹	D _{APL} (mm)
Septumdicken-Quotient ²	Q _S
Dorsale Einziehung des Ersten SSF	Ø/+
Basale Knochenleiste im Ersten SSF	Ø/+
Septum nach visueller Einschätzung vorhanden	Ø/+

Legende:

¹ Wird zur Berechnung des Septumdicken-Quotienten benötigt

² Septumdicken-Quotient $Q_S = D_S / 0,5 \times (D_{EPB} + D_{APL})$, Ø/+ : Merkmal fehlt/ist vorhanden

Bei den gesunden Probanden und den klinischen Patienten flossen die Ergebnisse aus Tabelle 4 zusätzlich in ein eigenes empirisches Bewertungssystem (**Sono-Septum-Score des Ersten SSF**) ein, in dem der Messabstand der EPB- und APL-Sehne, ein geschlossener echartiger Ring der EPB-Sehne („Ringzeichen“) und eine Einziehung über dem Zwischenraum der Sehnen des Ersten SSF semiquantitativ mit Punkten gewichtet wurden. Obwohl bei den gesunden Probanden in keinem Fall eine basale Knochenleiste zu erkennen war, wurde dieses Merkmal in den Sono-Septum-Score des Ersten SSF aufgenommen.

Bei den gesunden Probanden wurde die Übereinstimmung des Scorings mit der visuellen Einschätzung eines vorhandenen Septums geprüft und ein Schwellenwert für das Vorhandensein eines Septums definiert (Kap. 4.6.1.1.).

Die maximale Punktzahl im Sono-Septum-Score des Ersten SSF betrug bei den gesunden Probanden und bei den klinischen Patienten 0–10 Punkte (Tab. 5).

Tabelle 5: Empirisches Bewertungssystem (Score) zur Wichtung der sonographischen Kriterien einer Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs durch ein Septum: Sono-Septum-Score des Ersten Strecksehnenfachs

Sono-Merkmal/ Messwert	$D_S < 0,5$ mm	$D_S \geq 0,5$ mm	$D_S \geq 0,8$ mm	$Q_S < 1,0$ mm	$Q_S \geq 1,0$ mm	$Q_S \geq 1,5$ mm	Basale Kno- chen- leiste	Dors. Einzie- hung des Ers- ten SSF	Ge- schlos- sener EPB- Ring	Sep- tum visuell	Summe Punkte
Punkte	0	1	2	0	1	2	1	1	2	2	0–10

Legende: D_S – Dicke des Septums, $Q_S = D_S / 0,5 \times (D_{EPB} + D_{APL})$ – Septumdicken-Quotient

Sonographische Kriterien von Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs

Unter den **Sehnenanomalien** des Ersten SSF steht eine Mehranlage v. a. der APL-Sehne an erster Stelle. Daher wurde sonographisch die Anzahl der EPB- und APL-Sehnen bestimmt. Dabei ging die Mindestanzahl der Sehnen in die Auswertung ein.

Das relative Volumen der EPB- zur APL-Sehne wurde visuell ermittelt; es wurden dabei drei Möglichkeiten unterschieden: EPB-Sehne schwächtiger als APL-Sehne (Normalbefund), EPB-Sehne gleich stark wie APL-Sehne und EPB-Sehne voluminöser als APL-Sehne.

Sonographische Kriterien von entzündlichen und degenerativen Veränderungen an den Sehnen und Sehnenscheiden des Ersten Strecksehnenfachs

Für die EPB- und die APL-Sehne getrennt wurden bei den operierten Patienten präoperativ die folgenden sonographischen Hinweise auf entzündliche und degenerative Veränderungen an den Sehnen und Sehnenscheiden des Ersten SSF geprüft bzw. gemessen und anschließend in einem empirischen Scoringsystem semiquantitativ gewichtet.

Sonographische Veränderungen der Sehnen (Tab. 6) sind:

- Dicke und Querschnittsform der EPB-Sehne und der APL-Sehne
- Kontur und Oberfläche der EPB-Sehne und der APL-Sehne
- Binnenecho und evtl. Kalkablagerungen der EPB-Sehne und der APL-Sehne.

Sonographische Veränderungen der Sehnenscheide (Tab. 7) sind:

- Dicke der Synovia und Sehnenscheide über der EPB-Sehne
- Dicke der Synovia und Sehnenscheide über der APL-Sehne
- echofreier Erguss im Ersten SSF
- Druckschmerzhaftigkeit des Ersten SSF

Tabelle 6: Empirisches Bewertungssystem (Score) von sonographischen Hinweisen auf entzündliche und degenerative Veränderungen an den Sehnen des Ersten Strecksehnenfachs

Sonographische Merkmale von APL- und EPB-Sehne	Ausprägung	Score
Dicke und Querschnittsform der Sehne	normal/gering verändert/stark verändert	APL: 0–2 EPB: 0–2
Kontur und Oberfläche der Sehne	normal/verändert/unterbrochen	APL: 0–2 EPB: 0–2
Verändertes Binnenecho oder Kalk in der Sehne	fehlend/gering/ausgeprägt	APL: 0–2 EPB: 0–2
Summe Punkte für APL- und EPB-Sehne		APL: 0–6 EPB: 0–6

Legende: Der Gesamtscore von 0–6 Punkten wird für jede Sehne getrennt ermittelt. Die Sehne mit dem höheren Score ist die stärker veränderte, das heißt die pathologisch dominierende Sehne.

Tabelle 7: Empirisches Bewertungssystem (Score) der sonographischen Hinweise auf entzündliche und degenerative Veränderungen an den Sehnenscheiden des Ersten Strecksehnenfachs: Sono-Entzündungs-Score des Ersten Strecksehnenfachs

Sonographische Merkmale Sehnenscheide des Ersten SSF	Ausprägung	Score
Mittlere Dicke der Synovia im Ersten SSF dorsal	D_M (mm)*	0–2
Echofreier Erguss im Ersten SSF	Ø/+/++	0–2
Druckschmerzhaftes Ersten SSF	Ø/+/++	0–2
Summe Punkte Sehnenscheide Ersten SSF		0–6

Legende: Gesamtscore 0–6 Punkte

*Die Dicken der Synovia über der Extensor-pollicis-brevis- und Abductor-pollicis-longus-Sehne, D_{EPB} und D_{APL} , werden nicht einzeln gewertet, da sie sich in Abhängigkeit vom Kompressionsdruck bei der Untersuchung häufig reziprok verändern. Daher wird nur die mittlere Dicke der dorsalen Synovia des Ersten Strecksehnenfachs, D_M , im Score bewertet. $D_M = 0,5 \times (D_{EPB} + D_{APL}) > 0,5$ mm – normal (0); $D_M \geq 0,5$ mm – gering (1); $D_M \geq 1,0$ mm – stark verdickt (2).

Aus dem höheren der beiden Scores für entzündliche und degenerative Veränderungen der APL- und EPB-Sehne, d. h. dem Score der stärker veränderten Sehne des Ersten SSF einerseits (Tab. 6) und dem Score für entzündliche Veränderungen der Sehnenscheide des Ersten SSF andererseits (Tab. 7) wird durch einfache Addition ein Gesamtscore (**Sono-Entzündungs-Score des Ersten SSF**) gebildet, der entsprechend 0–12 Punkte umfasst.

Sonographische Veränderungen an den übrigen Strecksehnenfächern

In Abhängigkeit von der klinischen Symptomatik wurden auch das Zweite SSF und im Einzelfall weitere SSF in gleicher Weise wie das Erste SSF sonographisch untersucht (Tab. 8).

Tabelle 8: Empirisches Bewertungssystem (Score) der sonographischen Hinweise auf entzündliche und degenerative Veränderungen an den Sehnen und Sehnenscheide des Zweiten Strecksehnenfachs: Sono-Entzündungs-Score des Zweiten Strecksehnenfachs

Sonographische Merkmale des Zweiten SSF	Ausprägung	Score
Dicke und Querschnittsform der ECR-Sehnen	normal/gering verändert/stark verändert	0–2
Kontur und Oberfläche der ECR-Sehnen	normal/verändert/unterbrochen	0–2
Binnenecho der ECR-Sehnen	normal/verändert/Kalkablagerung	0–2
Dicke der Synovia über den ECR-Sehnen	D_{ECR} (mm)*	0–2
Echofreier Erguss im Zweiten SSF	Ø/+/++	0–2
Druckschmerzhaftes Zweites SSF	Ø/+/++	0–2
Summe Punkte Zweiten SSF/Sono-Entzündungs-Score des Zweiten SSF		0–12

Legende: Gesamtscore 0-12 Punkte

*Die Dicken der Synovia über der Extensor carpi radialis longus - und Extensor carpi radialis brevis-Sehne werden nicht einzeln gewertet, da sie sich in Abhängigkeit vom Kompressionsdruck bei der Untersuchung häufig reziprok verändern. Daher wird nur die mittlere Dicke der dorsalen Synovia des Zweiten Strecksehnenfachs, D_{ECR} , im Score bewertet.

Sonographische Veränderungen an der Radialen Säule

Sonographisch auffallende Veränderungen der betreffenden Gelenke und ihrer Umgebung sollen dokumentiert werden.

3.2.2. Magnetresonanztomographie

3.2.2.1. Durchführung der Magnetresonanztomographie

Alle MR-Untersuchungen erfolgten unter Leitung eines Facharztes für Radiologie mit 35 Jahren Erfahrung in muskuloskelettaler Bildgebung und MR-Diagnostik.

Die MRT des Handgelenkes erfolgte nach Ausschluss der einschlägigen [69] Kontraindikationen für die Durchführung einer Ganzkörper-MRT und für die i.v. Injektion eines gadoliniumhaltigen MTR-KM sowie entsprechender voriger ärztlicher Aufklärung und schriftlichem Einverständnis des Patienten. Alle Patienten wurden an einem 1,5-Tesla-Ganzkörper-MRT (PHILIPS Intera®, Philips Medizin-Systeme Eindhoven, Niederlande) untersucht. Es wurde ein standardisiertes Protokoll für die Handwurzel und das Handgelenk (Tab. 9) mit zueinander senkrecht stehenden transversalen, sagittalen und koronalen Schichtebenen verwendet.

Grundlage des Protokolls sind T1- und T2-gewichtete Turbo-Spin-Echo-Sequenzen und flüssigkeitssensitive, fettgesättigte Sequenzen (Proton Density Weighted Spectral Presaturation with Inversion Recovery, PW-SPIR) auf mehreren Ebenen. Eine im Protokoll integrierte Gradienten-Echo-Sequenz (T2-FFE) erleichtert die Beurteilung des Gelenkknorpels und Störungen der knöchernen Strukturen und inneren Bänder der Handwurzelknochen. Auch Kalkablagerungen sind hierbei an ihren Suszeptibilitätsartefakten besser zu erkennen. Es wird eine hochaufgelöste Acht-Kanal-Spule verwendet. Eine besonders hohe Auflösung liefert gegebenenfalls eine dedizierte Handgelenksspule, die hier aber nicht zur Verfügung stand.

Zur besseren Darstellung der entzündlichen Veränderungen der Sehnen und Sehnencheiden wurde bei allen Patienten nach Ausschluss von Kontraindikationen eine i.v. Injektion eines gadoliniumhaltigen MR-KM (eine halbe Standarddosis = 0,1 ml/kg Körpergewicht Dotarem®, Meglumin-Gadoterat, Guerbet, Frankreich) durchgeführt. Die nach KM angefertigten T1-Aufnahmen erfolgten ausnahmslos mit Fettsignalunterdrückung durch Spectral-Presaturation-with-Inversion-Recovery(SPIR)-Sequenzen.

Tabelle 9: Magnetresonanz-Untersuchungstechnik/Messesequenzen

SENSE-Achtkanal-Extremitätenspule (klein), Länge 16 cm										
KM: ½ Standarddosis (0,1 ml/kg Körpergewicht, meist 10 ml) Gadoterat-Meglumin (Dotarem®, Guerbet)										
Serie	Orientierung	TR (ms)	TE (ms)	Flip Angle	Modus	Average (NEX)	Schichtdicke (mm)	Schichtabstand (mm)	Field of View (cm)	Pixelgröße (mm)
Nativ										
T1-FFE	COR	25	5	30	3D	3	3,0	1,5	12,0	0,23 x 0,23
PW-TSE-SPIR	COR	3,641	38	90	2D	6	3,0	3,3	12,0	0,25 x 0,25
T2-TSE	TRA	3,551	80	90	2D	6	3,0	3,3	13,0	0,19 x 0,19
T2-TSE	SAG	4,261	80	90	2D	4	3,0	3,3	13,0	0,19 x 0,19
Nach i.v. KM										
T1-FFE-SPIR	COR	32	5	30	3D	2	3,0	1,5	12,0	0,23 x 0,23
T1-FFE-SPIR	TRA	32	5	25	3D	4	3,0	1,5	11,0	0,33 x 0,33

Legende: NEX – Number of excitations (Zahl der [gemittelten] Anregungen).

3.2.2.2. Auswertung der Magnetresonanztomographie

Alle MRT wurden von einem Facharzt für Radiologie mit mehr als 30 Jahren Erfahrung in muskuloskelettaler Bildgebung und MR-Diagnostik ausgewertet. Es wurde das Bildverarbeitungssystem (PACS) der radiologischen Praxis verwendet, die Messungen erfolgten interaktiv an sekundär elektronisch vergrößerten Aufnahmen.

Die magnetresonanztomographischen Befunde, die zur Beantwortung der einzelnen Fragestellungen dieser Arbeit erhoben wurden, werden nachfolgend vorgestellt.

Magnetresonanz-Kriterien der Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs

Die Ursache einer **Kompartimentierung des Ersten SSF** ist das Vorliegen eines Septums. Ein Septum vergrößert den Abstand zwischen der EPB-Sehne und der APL-Sehne.

Die folgenden magnetresonanztomographischen Zeichen wurden bei den Patienten der Studie geprüft:

- Eine vertikale, in Längsrichtung des Sehnenverlaufs liegende, KM anreichernde Weichteilstruktur, die die APL-Sehne von der EPB-Sehne separiert, wurde als Septum aufgefasst.
- Ein breiter, vollständig geschlossener, KM anreichernder Ring, der die EPB- und/oder APL-Sehne umgibt, wurde als Ausdruck einer isolierten akuten oder vorausgegangenen Reizung der betreffenden Sehne und damit ebenfalls als Zeichen einer Kompartimentierung des Ersten SSF gewertet.
- Der Abstand zwischen der EPB- und der APL-Sehne wurde gemessen und in Beziehung zur gemessenen Dicke von Synovia und Sehnenscheide des Ersten SSF dorsal der EPB- und APL-Sehne gesetzt.
- Das Vorliegen einer dorsalseitigen Einziehung der gemeinsamen Sehnenscheide des Ersten SSF in Höhe des Zwischenraumes der APL- und EPB-Sehne wurde, analog zur Sonographie, als Hinweis auf ein Septum gewertet.
- Das Vorhandensein einer Knochenleiste des Radius in Höhe des Zwischenraumes der APL- und EPB-Sehne wurde geprüft.
- Eine KM anreichernde Verdickung von Synovia und Sehnenscheide des gesamten Ersten SSF ohne vergrößerte Distanz zwischen der APL- und EPB-Sehne wurde als Hinweis auf eine akute oder vorausgegangene Reizung des gesamten Ersten SSF und fehlende Kompartimentierung gewertet. Ein entzündlich verdicktes und KM anreicherndes Retinaculum extensorum war gegenüber der gleichartig entzündlich veränderten Synovia in der MRT nicht abzugrenzen und wurde bei Messungen miterfasst.

Abschließend wurde synoptisch beurteilt, ob eine Tendovaginitis des Ersten SSF vorlag und ob nach dem visuellen Eindruck eine Kompartimentierung bestand (Tab. 10).

Tabelle 10: Hinweise in der Magnetresonanztomographie auf eine Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs

MR-Merkmale	Ausprägung
Geschlossener Ring um EPB-Sehne	Ø/+
Dicke des Septums (Abstand von EPB- und APL-Sehne)	D _S (mm)
Dicke der Synovia über der EPB-Sehne ¹	D _{EPB} (mm)
Dicke der Synovia über der APL-Sehne ¹	D _{APL} (mm)
Septumdicken-Quotient ²	Q _S
Dorsale Einziehung des Ersten SSF	Ø/+
Basale Knochenleiste im Ersten SSF	Ø/+
Septum nach visueller Einschätzung vorhanden	Ø/+

Legende: ¹wird zur Berechnung des Septumdicken-Quotienten benötigt

²Septumdicken-Quotient: $Q_S = D_S / 0,5 \times (D_{EPB} + D_{APL})$

Ø/+: Merkmal fehlt/ist vorhanden

Die Ergebnisse aus Tabelle 10 flossen zusätzlich in ein eigenes empirisches Bewertungssystem (**MR-Septum-Score des Ersten SSF**) ein, in dem der Messabstand der EPB- und APL-Sehne, ein geschlossener Ring der EPB-Sehne („Ringzeichen“), eine dorsale Einziehung über dem Zwischenraum der Sehnen des Ersten SSF und eine basale Knochenleiste semiquantitativ mit Punkten gewichtet wurden. Die visuelle Einschätzung nach dem Gesamteindruck, ob ein Septum und eine Kompartimentierung des Ersten SSF vorlagen, wurde unabhängig von deren Ausdehnung ebenfalls im Score berücksichtigt. Die maximale Punktzahl im MR-Septum-Score des Ersten SSF betrug 0–10 Punkte (Tab. 11).

Tabelle 11: Empirisches Bewertungssystem (Score) von Hinweisen in der Magnetresonanztomographie auf eine Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs durch ein Septum (MR-Septum-Score des Ersten Strecksehnenfachs)

MR-Merkmal/ Messwert	D _S > 0,5 mm	D _S ≥ 0,5 mm	D _S ≥ 0,8 mm	Q _S < 1,0 mm	Q _S ≥ 1,0 mm	Q _S ≥ 1,5 mm	Basale Knochen- leiste	Dors. Einzie- hung des Ersten SSF	Ge- schlos- sener EPB- Ring	Sep- tum visuell	Summe Punkte
Punkte	0	1	2	0	1	2	1	1	2	2	0–10

Legende: D_S – Dicke des Septums, $Q_S = D_S / 0,5 \times (D_{EPB} + D_{APL})$ – Septumdicken-Quotient

Magnetresonanz-Kriterien von Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs

Unter den **Sehnenanomalien** des Ersten SSF steht eine Mehranlage v. a. der APL-Sehne an erster Stelle. Daher wurde in der MRT die Anzahl der EPB- und APL-Sehnen bestimmt. Dabei ging die Mindestanzahl der Sehnen in die Auswertung ein.

Das relative Volumen der EPB- zur APL-Sehne wurde visuell ermittelt; es wurden dabei drei Möglichkeiten unterschieden: EPB-Sehne schwächer als APL-Sehne (Normalbefund), EPB-Sehne gleich stark wie APL-Sehne und EPB-Sehne voluminöser als APL-Sehne.

Magnetresonanz-Kriterien von entzündlichen und degenerativen Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs

Für die EPB- und die APL-Sehne wurden bei den operierten Patienten präoperativ getrennt in den MR-Untersuchungen die folgenden Hinweise auf entzündliche und degenerative Veränderungen an den Sehnen und Sehnenscheiden des Ersten SSF geprüft bzw. gemessen. Anschließend wurden die Merkmale in einem empirischen Scoringsystem semiquantitativ gewichtet.

Magnetresonanztomographische Veränderungen der Sehnen (Tab. 12):

- Dicke und Querschnittsform der EPB-Sehne und der APL-Sehne
- Binnensignal und -struktur der EPB-Sehne und der APL-Sehne
- KM-Anreicherung der EPB-Sehne und der APL-Sehne

Magnetresonanztomographische Veränderungen der Sehnenscheide (Tab. 13):

- Dicke der Synovia und Sehnenscheide über der EPB-Sehne
- Dicke der Synovia und Sehnenscheide über der APL-Sehne
- Erguss im Ersten SSF
- KM-Anreicherung im Ersten SSF

Tabelle 12: Empirisches Bewertungssystem (Score) von magnetresonanztomographischen Hinweisen auf entzündliche und degenerative Veränderungen an den Sehnen des Ersten Strecksehnenfachs

MR-Merkmale von APL- und EPB-Sehne	Ausprägung	Score
Dicke und Querschnittsform der Sehne	normal/gering verändert/stark verändert	APL: 0–2 EPB: 0–2
Binnensignal und -struktur der Sehne	normal/verändert/unterbrochen	APL: 0–2 EPB: 0–2
KM-Anreicherung der Sehne	fehlend/gering/ausgeprägt	APL: 0–2 EPB: 0–2
Summe Punkte für APL- und EPB-Sehne		APL: 0–6 EPB: 0–6

Legende: Der Gesamtscore von 0–6 Punkten wird für jede Sehne getrennt ermittelt. Die Sehne mit dem höheren Score ist die stärker veränderte, das heißt die pathologisch dominierende Sehne.

Tabelle 13: Empirisches Bewertungssystem (Score) von magnetresonanztomographischen Hinweisen auf entzündliche Veränderungen an den Sehnenscheiden des Ersten Strecksehnenfachs

MR-Merkmale Sehnenscheide des Ersten SSF	Ausprägung	Score
Mittlere Dicke der Synovia im Ersten SSF dorsal	D_M (mm)*	0–2
Erguss im Ersten SSF	Ø/+	0–2
KM-Anreicherung im Ersten SSF	Ø/+	0–2
Summe Punkte Sehnenscheide Erstes SSF		0–6

Legende: Gesamtscore 0–6 Punkte

*Die Dicke der Synovia über der Extensor-pollicis-brevis- und Abductor-pollicis-longus-Sehne, D_{EPB} und D_{APL} , werden in Analogie zur Sonographie auch in der Magnetresonanztomographie nicht einzeln gewertet. Daher wird nur die mittlere Dicke der dorsalen Synovia des Ersten Strecksehnenfachs, D_M , im Score bewertet. $D_M = 0,5 \times (D_{EPB} + D_{APL}) > 0,5$ mm – normal (0); $D_M \geq 0,5$ mm – gering (1); $D_M \geq 1,0$ mm – stark verdickt (2).

Aus dem höheren der beiden Scores für entzündliche und degenerative Veränderungen der APL- und EPB-Sehne, d. h. dem Score der stärker veränderten Sehne des Ersten SSF einerseits (Tab. 12) und dem Score für entzündliche Veränderungen der Sehnenscheide des Ersten SSF andererseits (Tab. 13) wird durch einfache Addition ein Gesamtscore **MR-Entzündungs-Score des Ersten SSF** gebildet, der entsprechend 0–12 Punkte umfasst.

Magnetresonanztomographieveränderungen an den übrigen Strecksehnenfächern

In Abhängigkeit von der klinischen Symptomatik wurden die übrigen, stets miterfassten SSF in gleicher Weise wie das Erste SSF beurteilt (Tab. 14).

Tabelle 14: Empirisches Bewertungssystem (Score) von magnetresonanztomographischen Hinweisen auf entzündliche Veränderungen an den Sehnen und der Sehnenscheide des Zweiten Strecksehnenfachs (Magnetresonanz-Entzündungs-Score des Zweiten Strecksehnenfachs)

MR-Merkmale des Zweiten SSF	Ausprägung	Score
Dicke und Querschnittsform der ECR-Sehnen	normal/gering verändert/stark verändert	0–2
Binnensignal und -struktur der ECR-Sehnen	normal/verändert/unterbrochen	0–2
KM-Anreicherung der ECR-Sehnen	fehlend/gering/ausgeprägt	0–2
Dicke der Synovia über den ECR-Sehnen	D _{ECR} (mm)*	0–2
Erguss im Zweiten SSF	Ø/+/++	0–2
KM-Anreicherung im Zweiten SSF	Ø/+/++	0–2
Summe Punkte Zweites SSF/ MR-Entzündungs-Score des Zweiten SSF		0–12

Magnetresonanz-Veränderungen an den knöchernen Strukturen und Gelenken der Radialen Säule

Das Vorhandensein von knöchernen Veränderungen am RST, wie fokalen kortikalen Erosionen, Sklerosierungen und periostalen Appositionen [80], sowie von Arthrosen des DSG, des STT-Gelenkes und des Handgelenkes wurden systematisch erfasst (Tab. 15). Es wird ein empirischer semiquantitativer Radialer Arthrosescore berechnet.

Tabelle 15: Empirisches Bewertungssystem (Score) von magnetresonanztomographischen Hinweisen auf pathologische Veränderungen an den knöchernen Strukturen und Gelenken der Radialen Säule: Radialer Arthrosescore

	MR-Merkmal	Ausprägung	Score
Radiale Säule Arthrosegrad (1–4)*	Handgelenk	1–4	0–3
	STT-Gelenk	1–4	0–3
	CMC-I (DSG)	1–4	0–3
	CMC-II	1–4	0–3
Pathologische Skelettbefunde (1/2 = nein/ja)**	RST	1–2	0–1
	Os lunatum	Ø/+	0–1
	Os naviculare	Ø/+	0–1
	SL-Abstand	Ø/+	0–1
	SL-Bänder	Ø/+	0–1
	Karpales Ganglion	Ø/+	0–1
Summe	Summe Radialer Arthrosescore		0–18

Legende: Definitionen und Bewertung der erfassten Befundaussprägungen

*1 = ohne Befund, 2 = geringe Arthrose, 3 = ausgeprägte Arthrose, 4 = aktivierte Arthrose

**Ø/+: normaler/pathologischer Befund (Art und Ausprägung wurden zusätzlich klartextlich erfasst und dokumentiert)

3.3. Intraoperativ erhobene Befunde

Die radiologisch erhobenen Befunde und die daraus resultierenden Scores wurden mit den intraoperativen makroskopischen und den mikroskopischen histologischen Befunden verglichen.

3.3.1. Makroskopische Befunde

3.3.1.1. Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs

Nach dem operativen Fehlen oder Nachweis einer Kompartimentierung des Ersten SSF wurden zwei Untergruppen gebildet. Weitere morphologische Kriterien eines Septums, wie seine Länge oder Dicke oder das Ausmaß der gleichzeitigen makroskopischen entzündlichen Veränderungen des Septums blieben für die Auswertung unberücksichtigt.

3.3.1.2. Sehnenanomalien und Volumenverhältnis zwischen Abductor-pollicis-longus- und Extensor-pollicis-brevis-Sehnen

Es erfolgte die Dokumentation aller intraoperativ darstellbaren Sehnen(bündel) von APL und EPB sowie ihres Volumenverhältnisses zueinander. Hier ging es insbesondere um eine mögliche Mehrfachanlage v. a. der APL-Sehne. Dabei wurde jedes Sehnenbündel der APL-Sehne als zusätzliche Sehne gewertet.

3.3.1.3. Entzündliche und degenerative Veränderungen der Sehnen und Sehnen-scheiden

Das intraoperative makroskopische Ausmaß der entzündlichen Veränderungen von Sehne(n) und Sehnenscheide(n) wurde in vier Grade eingeteilt (Tab. 16). Bei allen Patienten wurde das Erste SSF untersucht. Weitere SSF, v. a. das zweite, wurden in Abhängigkeit von klinischen Befunden oder klinischem Verdacht im Einzelfall zusätzlich untersucht.

Tabelle 16: Einteilung der intraoperativen Befunde nach dem Ausmaß der entzündlichen und degenerativen Veränderungen der Sehne und Sehnenscheiden des Ersten Strecksehnenfachs

Grad 0	Unauffälliger Befund: Keine Zeichen einer floriden Entzündung Keine postentzündlichen synovialen Verwachsungen
Grad 1	Keine Zeichen einer floriden Entzündung Postentzündliche synoviale Verwachsungen
Grad 2	Gering ausgeprägte Zeichen einer floriden Entzündung: verdickte und gefäßinjizierte Sehnen und Sehnenscheiden; keine Hyperämie Kein Exsudat/Erguss
Grad 3	Deutlich ausgeprägte Zeichen einer floriden Entzündung: verdickte und gefäßinjizierte Sehnen und Sehnenscheiden mit Hyperämie Kein Exsudat/Erguss
Grad 4	Deutlich ausgeprägte Zeichen einer floriden Entzündung: verdickte und gefäßinjizierte Sehnen und Sehnenscheiden mit Hyperämie Ausgeprägte exsudative Synovialitis mit Erguss

3.3.2. Mikroskopische Befunde

Das intraoperativ aus der Sehnenscheide und den stenosierenden Kapsel-Bandanteilen gewonnene Material wurde der histopathologischen Untersuchung zugeführt. Die histologische Aufarbeitung erfolgte im Institut für Pathologie Bonn-Duisdorf durch drei verschiedene Fachärzte für Pathologie. Es wurden von allen Gewebeproben konventionelle histologische Präparate angefertigt; zusätzliche immunhistologische Reaktionen erfolgten nicht. Bei allen Präparaten kamen die Elasticafärbung nach van Gieson und die Berliner Blaufärbung, Letztere zur Darstellung von evtl. Blutungsresten im Rahmen einer villonodulären Synovialitis, zur Anwendung.

Es wurden im Einzelnen die folgenden histologische Befunde beschrieben (mit freundlicher Genehmigung des Instituts für Pathologie Bonn-Duisdorf):

- Chronisch fibrosierende Synovialitis
- Initiale chondroide Metaplasie, passend zu einer Tendovaginitis
- Fibrosierte tendovaginale Exzidate
- Synovialis mit geringer Fibrose
- Geringe reaktive inflammatorische Veränderungen
- Synovialis mit kapillarreichem Granulationsgewebe
- Lokale Vermehrung von knotig angeordneten fibrösen Fasern

3.4. Vergleichende Auswertung der klinischen, radiologischen und intraoperativen Befunde

Die zur semiquantitativen Bewertung der sonographischen und der magnetresonanztomographischen Hinweise auf eine Kompartimentierung des Ersten SSF und das Ausmaß der entzündlichen und degenerativen Veränderungen der Sehnen und Sehnenscheiden des Ersten SSF verwendeten Scores sind in Tabelle 17 zusammengestellt. Die Septum- und Entzündungs-Scores für Sonographie und MRT wurden miteinander, mit den prä- und postoperativen klinischen Befunden und Testergebnissen – Quick-DASH und VAS –, mit dem makroskopischen intraoperativen Befund (Tab. 16) und mit dem histologischen Befund (Kap. 3.3.2.) verglichen und auf signifikante Unterschiede überprüft.

3.4.1. Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs

Die sonographischen (Tab. 5) und magnetresonanztomographischen (Tab. 11) Scores für eine Kompartimentierung des Ersten SSF wurden miteinander, mit den prä- und postoperativen klinischen Befunden und Testergebnissen – Quick-DASH und VAS –, mit dem makroskopischen intraoperativen Befund (Kap. 3.3.1.) und mit dem histologischen Befund (Kap. 3.3.2.) verglichen und auf signifikante Unterschiede überprüft. Es wurde geprüft, ob bei den asymptomatischen Probanden ein Zusammenhang zwischen den sonographischen und magnetresonanztomographischen Kriterien eines Septums im Ersten SSF und der Händigkeit oder dem Geschlecht besteht.

3.4.2. Entzündliche und degenerative Veränderungen der Sehnen und Sehnenscheiden der Strecksehnenfächer

Bei allen Patienten wurde das Erste SSF untersucht. Aus dem höheren der beiden Scores für entzündliche und degenerative Veränderungen der APL- und der EPB-Sehne, d. h. dem Score der stärker veränderten Sehne des Ersten SSF einerseits (Tab. 6; Tab. 12) und dem Score für entzündliche Veränderungen der Sehnenscheide des Ersten SSF andererseits (Tab. 7; Tab. 13), wurde bei jedem Patienten durch einfache Addition jeweils ein Summen- oder Gesamtscore **Sono-Entzündungs-Score des Ersten SSF** bzw. **MR-Entzündungs-Score des Ersten SSF** gebildet.

Tabelle 17: Scores zur semiquantitativen Bewertung der sonographischen und der magnetresonanztomographischen Hinweise auf eine Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs und zum Ausmaß der entzündlichen und degenerativen Veränderungen der Sehnen und Sehnencheiden des Ersten Strecksehnenfachs

Erstes SSF			Score/ Punkte	Tab.	Kapitel
Sono-Septum-Score	Sono	Probanden	0–10	5	3.2.1.2.
Sono-Septum-Score	Sono	Patienten	0–10	5	3.2.1.2.
APL-Sehne, entzündl./degen.	Sono	Patienten	0–6	6	3.2.1.2.
EPB-Sehne, entzündl./degen.	Sono	Patienten	0–6	6	3.2.1.2.
Sehnenscheide, entzündl.	Sono	Patienten	0–6	7	3.2.1.2.
Summenscore: dominierende Sehne & Sehnenscheide: Sono-Entzündungs-Score des Ersten SSF	Sono	Patienten	0–12	–	3.2.1.2.
MR-Septum-Score	MRT	Probanden	nicht untersucht		
MR-Septum-Score	MRT	Patienten	0–10	11	3.2.2.2.
APL-Sehne, entzündl./degen.	MRT	Patienten	0–6	11	3.2.2.2.
EPB-Sehne, entzündl./degen.	MRT	Patienten	0–6	11	3.2.2.2.
Sehnenscheide, entzündl.	MRT	Patienten	0–6	12	3.2.2.2.
Summenscore: dominierende Sehne & Sehnenscheide: MR-Entzündungs-Score des Ersten SSF	MRT	Patienten	0–12	–	3.2.2.2.

Die jeweiligen Summenscores können 0–12 Punkte betragen (Tab. 17). In Anlehnung hieran wird bei Patienten mit entsprechendem klinischem Befund oder Verdacht ein **Sono-Entzündungs-Score des Zweiten SSF** (Tab. 8) und ein **MR-Entzündungs-Score des Zweiten SSF** (Tab. 14) definiert und zusätzlich bestimmt.

3.4.3. Entzündliche und degenerative Veränderungen an der Radialen Säule

Die Häufigkeit und Ausprägung von in der MRT erkennbaren Arthrosen der Radialen Säule, ggf. mit akuten Aktivierungszeichen (Kap. 3.2.2.2.) bzw. dem Radialen Arthrosescore (Tab. 15), wird mit den präoperativen (T1) klinischen Befunden und Testergebnissen verglichen, wie dem VAS-Score und dem Quick-DASH-Score.

3.5. Statistische Auswertung und Darstellung der Befunde

Zur statistischen Datenanalyse wurde das Statistiksoftwareprogramm Statistical Package for Social Sciences (SPSS), Version 21 für Microsoft, benutzt [103]. Es wurden der klassische T-

Test für unabhängige Stichproben (zum Vergleich von Mittelwerten) und der Levene-Test (der Varianzgleichheit) verwendet. Der Levene-Test ist eine Anwendung der Analysis of Variance (ANOVA, Varianzanalyse) [104]. Die Grafiken wurden mit Microsoft Excel für Mac 2011, Version 14.0.0, erstellt.

Bei allen statistischen Tests auf Signifikanz wurde eine Signifikanz ab einem Niveau von $p \leq 0,05$ angenommen. Das bekannteste Maß für die Stärke eines Zusammenhangs ist der Korrelationskoeffizient (r) nach PEARSON. In der Literatur werden unterschiedliche Interpretationen der r -Werte diskutiert [105]. COHEN [106] schlägt vor: $r < 0,1$ – sehr klein, $0,1 \leq r < 0,3$ – klein, $0,3 \leq r < 0,5$ – mäßig/mittel und $r \geq 0,5$ – groß. EVANS [107] schlägt die folgende, detailliertere Interpretation der r -Werte vor: $r < 0,2$ – sehr schwach (very weak), $0,2 \leq r < 0,4$ – schwach (weak), $0,4 \leq r < 0,6$ – mäßig mittel (moderate), $0,6 \leq r < 0,8$ – stark (strong) und $r \geq 0,8-1,0$ – sehr stark (very strong). In dieser Arbeit wird der Bewertung von EVANS gefolgt.

4. Ergebnisse

4.1. Zusammensetzung der Patienten der Studie

Am Ersten SSF wurden 20 Patienten, 8 Männer und 12 Frauen, mit einem durchschnittlichen Alter von 41,5 Jahren (19–64 Jahre, Männer 41,5 Jahre, Frauen 41,4 Jahre) operiert. Davon waren 19 Personen Rechtshänder und eine Linkshänder. Es wurden 14 rechte und 6 linke Hände operiert, wobei es sich 15-mal (75 %) um die dominante Hand handelte.

4.2. Intraoperative makroskopische Befunde

Der intraoperative makroskopische Befund wurde nach dem Grad der entzündlichen und degenerativen Veränderungen an den Sehnen und Sehnenscheiden klassifiziert (siehe Tab. 16).

Eine Kompartimentierung des Ersten SSF durch ein unterschiedlich langes Septum mit isoliertem Verlauf der EPB- und APL-Sehne in einem jeweils eigenen Fach (Gruppe 2) fand sich intraoperativ in zwölf Fällen (60 %). Entsprechend bestand in acht Fällen (40 %) ein ungeteiltes gemeinsames Erstes SSF (Gruppe 1; Kap. 3.3.1.). Alle vorgefundenen Septen wurden operativ vollständig nach proximal und distal hin gespalten. Die intraoperativen makroskopischen Befunde sind in Tabelle 18 zusammengefasst.

Tabelle 18: Intraoperative makroskopische Befunde: Häufigkeit und Grad der Entzündung, Vorhandensein oder Fehlen einer Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs

Entzündliche und degenerative Veränderungen des Ersten SSF	Insgesamt	Ohne Kompartiment (Gruppe 1)	Häufigkeit	Mit Kompartiment (Gruppe 2)	Häufigkeit
Grad 0	0	0	n. a.	0	n. a.
Grad 1	3	2	67 %	1	33 %
Grad 2	5	1	20 %	4	80 %
Grad 3	2	1	50 %	1	50 %
Grad 4	10	4	40 %	6	60 %
Alle Patienten	20	8	40 %	12	60 %

Legende: n. a. – nicht anwendbar; alle %-Angaben sind auf die jeweiligen Zeilensummen bezogen

Keiner der Patienten war bei der Operation makroskopisch frei von entzündlichen und/oder degenerativen Veränderungen des Ersten SSF (Grad 0).

Bei drei Patienten, die intraoperativ keinen Erguss oder andere Entzündungszeichen aufwiesen, bestanden deutliche Adhäsionen innerhalb der Sehnenscheide (Grad 1). In nur einem dieser Fälle unterteilte ein Septum das Erste SSF in zwei Kompartimente.

In fünf Fällen fanden sich nach Debridement der Sehnenscheide eine oder mehrere gering verdickte und gefäßinjizierte Sehnen (Grad 2). Bei diesen fünf Patienten fand sich in vier Fällen intraoperativ ein Septum mit Kompartimentierung des Ersten SSF.

In zwei Fällen fanden sich intraoperativ eine oder mehrere deutlich verdickte und gefäßinjizierte Sehnen und eine deutlich verquollene Synovia ohne Erguss (Grad 3). In einem dieser Fälle war intraoperativ das Erste SSF septiert.

In zehn Fällen bestand intraoperativ ein voluminöser Erguss, der regelmäßig mit einer verdickten bzw. verquollenen Synovia (Abb. 46) und deutlichen Adhäsionen der Sehnen und Sehnenscheiden verbunden war (Grad 4). Von diesen Patienten besaßen sechs gleichzeitig ein Septum mit Kompartimentierung des Ersten SSF, vier hatten kein Septum.

Eine Doppelung oder ein Fehlen der EPB-Sehne wurde in keinem Fall beobachtet. Alle Patienten hatten eine einzige EPB-Sehne. Die Anzahl der APL-Sehnen variierte von eins bis fünf. (Tab. 19). Insgesamt am häufigsten (50 % aller Patienten) fand sich die anatomische Variante mit drei APL-Sehnen, gefolgt von Patienten mit zwei APL-Sehnen (30 %), einer APL-Sehne bzw. fünf APL-Sehnen (jeweils 10 %).

Das Verhältnis der Volumina von EPB- und APL-Sehne wurde intraoperativ ebenfalls untersucht und dokumentiert (Tab. 20). Bei allen Patienten war die EPB-Sehne schwächer als die APL-Sehne, unabhängig von der Anzahl ihrer Bündel. Bei zwei Patienten waren die EPB-Sehne und die APL-Sehnen jeweils etwa gleich dick (Verhältnis 1:1; 10 %). In sechs Fällen wurde ein Sehnenbündelverhältnis der EPB- zur APL-Sehne von 1:2 beobachtet (30 %). Bei zehn Patienten waren die APL-Sehnen zusammen dreimal so voluminös wie die EPB-Sehne (Verhältnis 1:3; 50 %). Bei zwei Patienten war das APL-Sehnenbündel etwa fünfmal so voluminös wie die EBP-Sehne (Verhältnis 1:5; 10 %; Abb. 47).

Tabelle 19: Intraoperative Anzahl der Sehnen des Ersten Strecksehnenfachs

Intraoperativ gefundene Sehnenbündel EPB/APL	Insgesamt	Ohne Kompartiment (Gruppe 1)	Häufigkeit	Mit Kompartiment (Gruppe 2)	Häufigkeit
1:1	2	1	50 %	1	50 %
1:2	6	3	50 %	3	50 %
1:3	10	3	30 %	7	70 %
1:4	0	0	n. a.	0	n. a.
1:5	2	1	50 %	1	50 %

Legende: n. a. – nicht anwendbar; alle %-Angaben sind auf die jeweiligen Zeilensummen bezogen

Tabelle 20: Intraoperative Volumenverhältnisse der Sehnen des Ersten Strecksehnenfachs

Intraoperativ gefundenes Volumenverhältnis von EPB- und APL-Sehne	Insgesamt	Häufigkeit
1:1	2	10 %
1:2	6	30 %
1:3	10	50 %
1:5	2	10 %

Legende: Häufigkeiten absolut und in Prozent

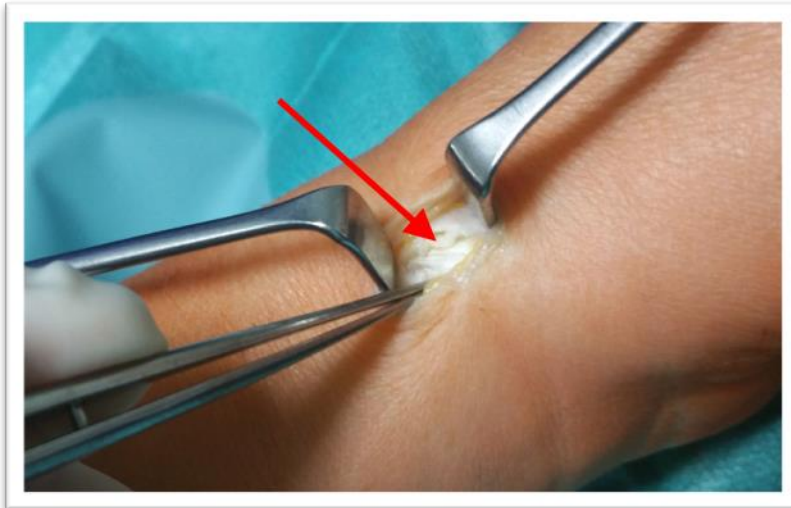


Abbildung 46: Akute Tendovaginitis de Quervain, intraoperativer Befund

Der Pfeil zeigt auf die deutlich verdickte Synovia, die zwischen dem Retinaculum und den Sehnen liegt.

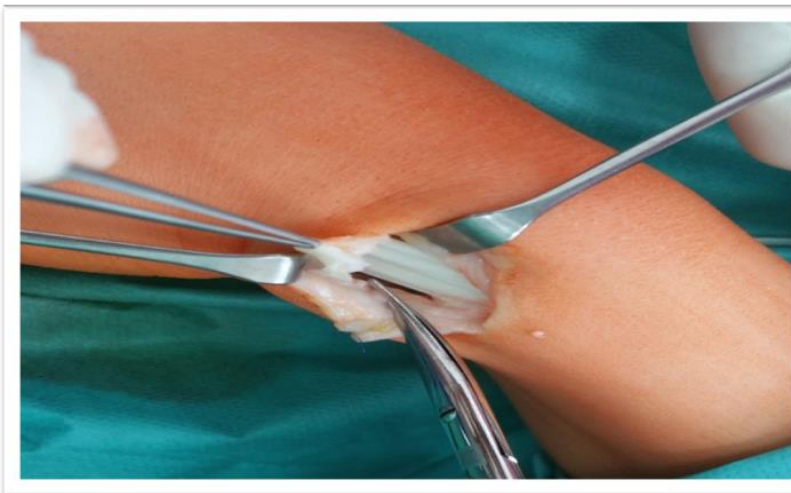


Abbildung 47: Akute Tendovaginitis de Quervain, intraoperativer Befund mit partiell abgetragener Synovia

Die Pinzette hält die bereits partiell abgetragene, verdickte Synovia. Es ist die Mehrfachanlage der Abductor-pollicis-longus-Sehne zu erkennen.

4.3. Histologisch-mikroskopische Befunde

Die histopathologische Untersuchung zeigte in allen 20 Fällen (100 %) eine unterschiedlich stark ausgeprägte fibrosierende Synovialitis. Diese ist das feingewebliche Äquivalent und Ausdruck einer früher abgelaufenen oder chronisch rezidivierenden Synovialitis.

Tabelle 21: Intraoperative mikroskopische Befunde: Häufigkeit und Art der histomorphologischen Veränderungen, Vorhandensein oder Fehlen einer Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs

Mikroskopische Befunde	Häufigkeit insgesamt	Ohne Kompartiment (Gruppe 1)		Mit Kompartiment (Gruppe 2)	
		Zahl der Patienten	Häufigkeit	Zahl der Patienten	Häufigkeit
Chronisch fibrosierende Synovialitis	12	5	41,7 %	7	58,3 %
Initiale chondroide Metaplasie, passend zu einer Tendovaginitis	1	0	0 %	1	100 %
Fibrosierte tendovaginale Exzidate	2	0	0 %	2	100 %
Synovialis mit geringer Fibrose	3	2	66,6 %	1	33,3 %
Geringe reaktive inflammatorische Veränderungen	1	0	0 %	1	100 %
Synovialis mit kapillarreichem Granulationsgewebe	1	1	100 %	0	0 %

Legende: Die Prozentangaben beziehen sich auf die Häufigkeiten einer Kompartimentierung bei Vorliegen eines bestimmten mikroskopischen Merkmals. Alle %-Angaben sind auf die jeweiligen Zeilensummen bezogen.

4.4. Klinische Befunde

Alle Patienten klagten zum Zeitpunkt T1 über einen Druckschmerz über dem Ersten SSF. Zudem waren bei allen Patienten zu diesem Zeitpunkt alle einschlägigen Tests – Eichhoff-, Finkelstein- sowie WHAT-Test – positiv (Kap. 2.4.2.).

Zum Zeitpunkt T2 ließ sich bei acht Patienten ein Druckschmerz über dem Ersten SSF auslösen. Der Eichhoff-Test war bei diesen acht Patienten zu diesem Zeitpunkt positiv, auch war der Finkelstein-Test noch positiv. Der WHAT-Test war bei drei Patienten noch positiv (bei sechs dieser acht Patienten war intraoperativ ein Septum im Ersten SSF vorhanden).

Zum Zeitpunkt T3 ließ sich bei keinem Patienten ein Druckschmerz über dem Ersten SSF auslösen. Bei drei Patienten war zu diesem Zeitpunkt der Eichhoff-Test diskret positiv. Alle übrigen Tests waren negativ geworden.

4.4.1. Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score

Der Quick-DASH-Score betrug über alle 20 Patienten gemittelt 62,1 Punkte (T1), 37,9 Punkte (T2) und 12,9 Punkte (T3). Er besserte sich durch die Operation in den ersten drei Monaten kontinuierlich im Mittel um insgesamt 49,2 Punkte (Tab. 22). Die Befundbesserung war für alle Untersuchungszeitpunkte hochsignifikant ($p < 0.001$).

Tabelle 22: Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs und Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score präoperativ sowie ein und drei Monate postoperativ

Zeitpunkt	Kompartiment	N = Zahl der Fälle	Quick-DASH		Levene-Test/ ANOVA-Test
			Mittelwert \pm SD	Median	
T1	Ohne	8	55,6 \pm 13,1	55,5	t(18) = -1,860 p > 0,05 T1 vs. T2: p < 0,001
	Mit	12	66,4 \pm 12,6	63,6	
	Alle	20	62,1 \pm 13,6	63,6	
T2	Ohne	8	40,3 \pm 24,6	30,6	t(18) = -0,462 p > 0,05 T2 vs. T3: p < 0,001
	Mit	12	36,3 \pm 13,7	32,9	
	Alle	20	37,9 \pm 18,3	32,9	
T3	Ohne	8	11,3 \pm 5,2	11,3	t(18) = -0,706 p > 0,05 T1 vs. T3: p < 0,001
	Mit	12	13,9 \pm 9,6	13,3	
	Alle	20	12,9 \pm 8,0	11,3	

Legende: T1 – präoperativ, T2 – ein Monat postoperativ, T3 – drei Monate postoperativ

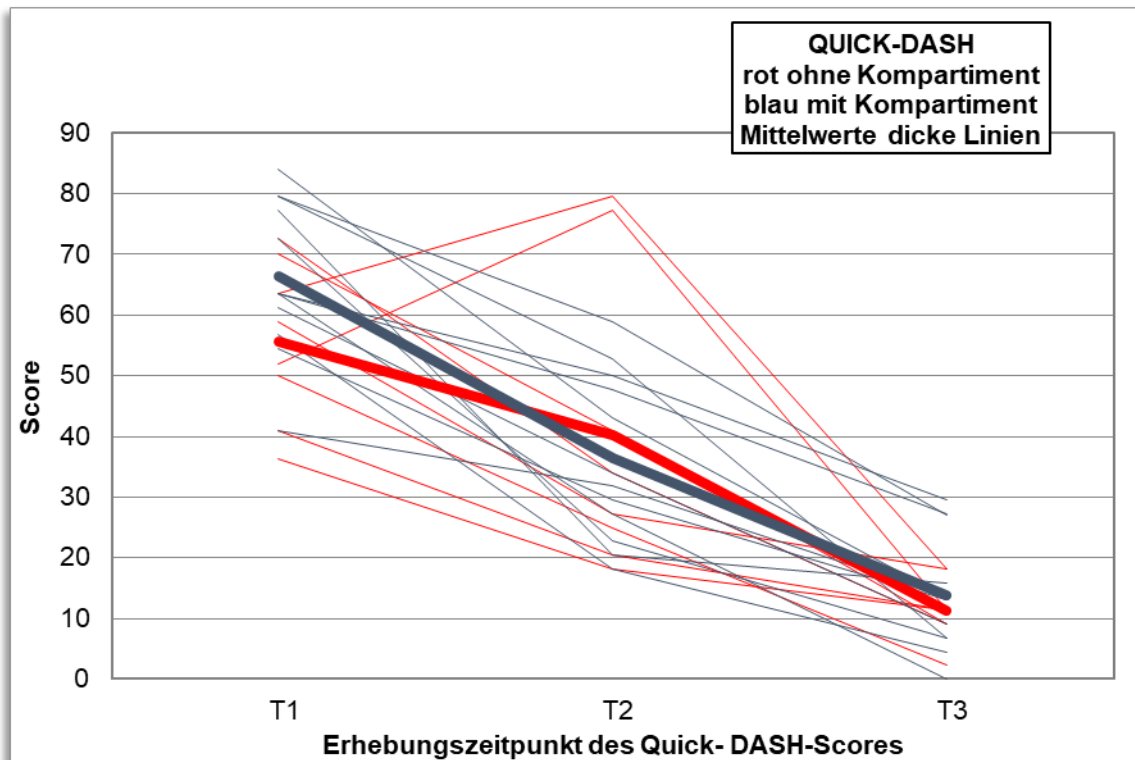


Abbildung 48: Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs und Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score präoperativ sowie ein und drei Monate postoperativ

Legende: T1 – präoperativ, T2 – ein Monat postoperativ, T3 – drei Monate postoperativ; dünne Linien – individuelle Patienten, dicke Linien – Mittelwerte; Verläufe bei Patienten ohne (rot) und mit (blau) operativ gesichertem Kompartiment des Ersten SSF
 Alle Kompartimente wurden operativ gespalten.

Bei den acht Patienten mit ungeteiltem Ersten SSF verbesserte sich der DASH-Score im Mittel von 55,6 (T1) über 40,3 (T2) auf 11,3 (T3). Bei den zwölf Patienten mit septiertem Ersten SSF verbesserte er sich im Mittel von 66,4 (T1) über 36,3 (T2) auf 13,9 (T3).

Bereits visuell bestand kein wesentlicher Unterschied zwischen den mittleren Quick-DASH-Scores von den Patienten, die ohne oder mit Kompartiment operiert wurden. Auch der Levene-Test der Varianzgleichheit ergab keine signifikanten Unterschiede im Verlauf der Quick-DASH-Scores (Tab. 22).

4.4.2. Visuelle Analogskala

Der mittlere Wert auf der VAS betrug über alle 20 Patienten gemittelt 7,4 Punkte (T1), 4,2 Punkte (T2) und 1,0 Punkte (T3). Er besserte sich durch die Operation in den ersten drei Monaten im Mittel um 6,4 Punkte (Tab. 23). Die Befundbesserung war für alle Untersuchungszeitpunkte hochsignifikant ($p < 0.001$).

Tabelle 23: Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs und Punkte auf der Visuellen Analogskala präoperativ sowie ein und drei Monate postoperativ

Zeitpunkt	Kompartiment	N = Zahl der Fälle	VAS		Levene-Test/ANOVA-Test
			Mittelwert ± SD	Median	
T1	Ohne	8	7,1 ± 1,6	7	t(18) = -0,748 p > 0,05 T1 vs. T2: p < 0,001
	Mit	12	7,5 ± 1,3	8	
	Alle	20	7,4 ± 1,4	8	
T2	Ohne	8	4,2 ± 2,2	4	t(18) = 0,021 p > 0,05 T2 vs. T3: p < 0,001
	Mit	12	4,2 ± 2,2	5	
	Alle	20	4,2 ± 2,1	5	
T3	Ohne	8	0,6 ± 0,6	0,8	t(18) = -1,470 p > 0,05 T1 vs. T3: p < 0,001
	Mit	12	1,3 ± 1,3	0,8	
	Alle	20	1,0 ± 1,1	0,8	

Legende: T1 – präoperativ, T2 – ein Monat postoperativ, T3 – drei Monate postoperativ

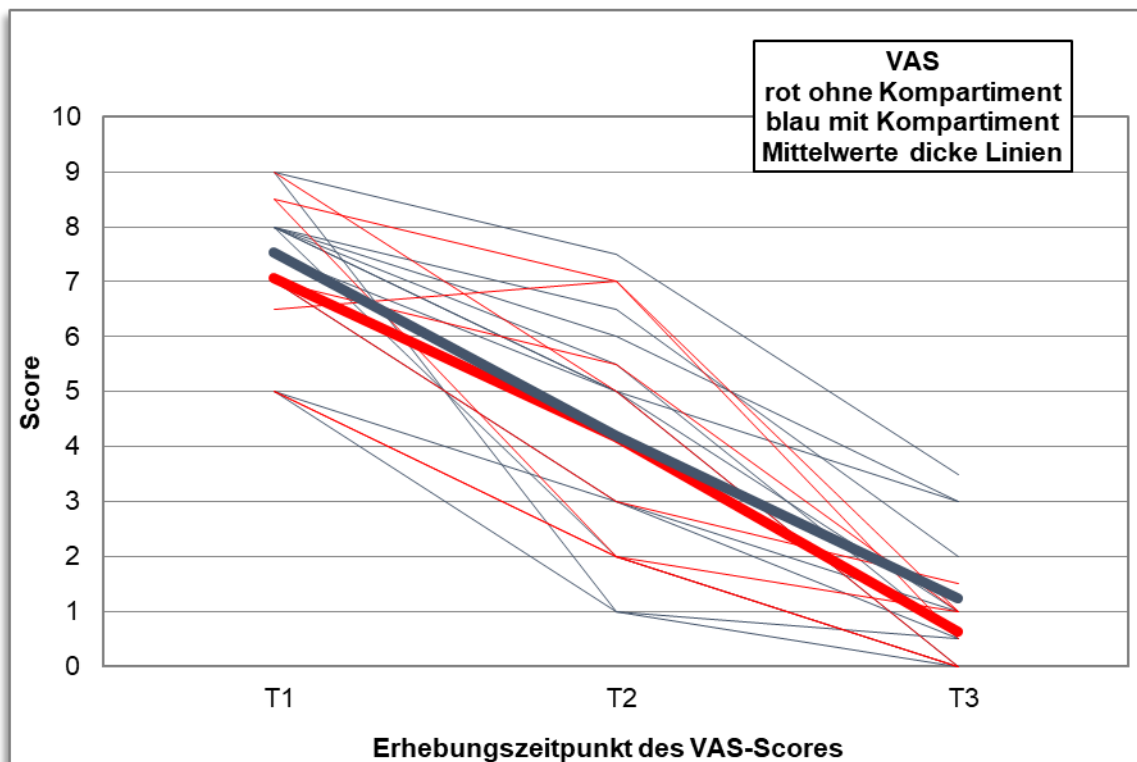


Abbildung 49: Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs und Punkte auf der Visuellen Analogskala präoperativ sowie ein und drei Monate postoperativ

Legende: T1 – präoperativ, T2 – ein Monat postoperativ, T3 – drei Monate postoperativ; dünne Linien – individuelle Patienten, dicke Linien – Mittelwerte; Verläufe bei Patienten ohne (rot) und mit (blau) operativ gesichertem Kompartiment des Ersten SSF
Alle Kompartimente wurden operativ gespalten.

Bei den acht Patienten mit ungeteiltem Ersten SSF verringerte sich der nach der VAS angegebene Schmerz im Mittel von 7,1 (T1) über 4,2 (T2) auf 0,6 (T3). Bei den zwölf Patienten mit septiertem Ersten SSF verringerte sich der nach der VAS angegebene Schmerz im Mittel von 7,5 (T1) über 4,2 (T2) auf 1,3 (T3). Bereits visuell bestand kein wesentlicher Unterschied der mittleren VAS-Scores von Patienten, die ohne oder mit Kompartiment operiert wurden. Der Levene-Test der Varianzgleichheit zeigte ebenfalls keine signifikanten Unterschiede im Verlauf der nach der VAS angegebenen Schmerzen (Tab. 23).

4.5. Ergebnisse der radiologischen Diagnostik

4.5.1. Sonographische Befunde

Die sonographische Befunderhebung wurde in Kapitel 3.2.1.2. beschrieben. Für jeden Probanden und Patienten wurde aus den gewichteten sonographischen Kriterien einer Kompartimentierung ein Sono-Septum-Score des Ersten SSF nach Tabelle 5 hergeleitet und dokumentiert.

4.5.1.1. Sonographische Befunde der gesunden Vergleichsgruppe

Als Vergleichsgruppe wurden 20 asymptomatische Personen (je zehn Männer und Frauen im Alter von 14–75 Jahren, Median: 51,5 Jahre, Mittelwert: 46,1 Jahre; je zehn rechte und linke Hände, zusammen 40 Hände) sonographisch untersucht. Diese Personen waren vollkommen beschwerdefrei, insbesondere bestand klinisch und anamnestisch kein Schmerz über den Sehnen und Sehnenscheiden beider Hände. Es gab keine Vorgeschichte von Erkrankungen, Verletzungen oder Voroperationen der oberen Gliedmaßen.

An 40 Händen fanden sich 19-mal (47,5 %) sonographische Hinweise auf eine Kompartimentierung, davon siebenmal (17,5 %) beidseitig. Die Dicke des Septums, gemessen als Abstand der APL- und EPB-Sehne, betrug bei fehlendem Kompartiment 0–0,5 mm (Mittelwert 0,1 mm) und bei vorhandenem Kompartiment 0,3–1,4 mm (Mittelwert 1,0 mm). Der Mittelwert insgesamt betrug 0,5 mm.

Da bei den gesunden Probanden kein Goldstandard zur Verfügung stand, musste bei den asymptomatischen Probanden das Fehlen oder Vorliegen einer Kompartimentierung des Ersten SSF ersatzweise in der Gesamtschau aller sonographischen Einzelbefunde definiert werden. Das Vorliegen einer Kompartimentierung des Ersten SSF war daher bei den sonographisch untersuchten Probanden nicht operativ gesichert. Auf die Berechnung von Vorhersagewerten musste daher verzichtet werden.

Tabelle 24: Messwerte sonographischer Kriterien der gesunden Probanden mit und ohne vermutete Kompartimentierung

Sonographische Befunde bei gesunden Probanden			
Sonographisches Kriterium	Messwert (mm)		
	Ohne Kompartiment	Mit Kompartiment	alle
Dicke des Septums, gemessen als Abstand der APL- und EPB-Sehne	0,0–0,5 m = 0,1 Median = 0	0,3–1,4 m = 1,0 Median = 0,9	0,0–1,4 m = 0,5 Median = 0,4
Dicke der Synovia über der EPB-Sehne	0,2–0,5 m = 0,4 Median = 0,4	0,2–0,8 m = 0,5 Median = 0,5	0,2–0,8 m = 0,4 Median = 0,4
Dicke der Synovia über der APL-Sehne	0,1–0,5 m = 0,4 Median = 0,4	0,1–0,7 m = 0,4 Median = 0,4	0,1–0,7 m = 0,4 Median = 0,4
Sonographisches Kriterium	Merkmalsausprägung		
Synovialer Ring der EPB-Sehne	Nein = 21 Ja = 0 (0 %)	Nein = 12 Ja = 7 (37 %)	Nein = 33 Ja = 7 (18 %)
Dorsale Einziehung der Kontur des Ersten SSF	Nein = 21 Ja = 0 (0 %)	Nein = 11 Ja = 8 (42 %)	Nein = 32 Ja = 8 (20 %)

Legende: Messwerte in mm; Zahl der gesunden Probanden mit vorhandenem Merkmal, jeweils mit und ohne Verdacht auf Kompartimentierung; Definition des Fehlens oder Vorhandenseins einer Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs in der Gesamtschau aller sonographischen Befunde (Kap. 3.2.1.2.), jedoch ohne Sicherung durch einen operativen Goldstandard; m – arithmetischer Mittelwert

Die Häufigkeit oder der Ausprägungsgrad der Kriterien einer Kompartimentierung des Ersten SSF wiesen bei den Probanden keine statistisch signifikanten geschlechtsabhängigen Unterschiede auf (Tab. 25). Bei den Probanden bestand kein fassbarer Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der Häufigkeit der einzelnen sonographischen Kriterien eines geteilten Ersten SSF oder dem Septum-Score. Allerdings wiesen Männer einen tendenziell um einen Punkt höheren mittleren und einen höheren medianen Septum-Score auf. Außerdem bestand kein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen der Dominanz der erkrankten Hand und der Häufigkeit oder dem Ausprägungsgrad der sonographischen Kriterien eines geteilten Ersten SSF und dem Septum-Score (Tab. 26). Im Folgenden (Kap. 4.) werden daher die Geschlechtszugehörigkeit und Händigkeit bei der Auswertung der Patientendaten nicht berücksichtigt.

Tabelle 25: Sonographische Kriterien einer Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs bei den Probanden, Einfluss des Geschlechts

Sono-Befunde	Merkmalsausprägung	Geschlecht	Signifikanz	Auswertung/alle (mm/Quotienten)				Auswertung/alle (Punktwerte)			
				Range	Mittelwert	SD	Median	Range	Mittelwert	SD	Median
Geschlossener EPB-Ring	Nein = 0/ja = 2	M	p = 0,687					0-2	0,3	0,7	0
		W						0-2	0,4	0,8	0
		Alle						0-2	0,4	0,8	0
Radiale Knochenleiste	Nein = 0/ja = 1	M	n. a.					0	0	0	0
		W						0	0	0	0
		Alle						0	0	0	0
Einziehung dorsal	Nein = 0/ja = 1	M	p = 0,121					0-1	0,3	0,5	0
		W						0-1	0,1	0,3	0
		Alle						0-1	0,2	0,4	0
Septumdicke $D_S = \text{EPB-APL-Abstand}$	< 0,5 mm = 0; ≥ 0,5 mm = 1; ≥ 0,8 mm = 2	M	p/mm = 0,497 p/Punkte = 0,527	0-1,2	0,6	0,5	0,5	0-2	1	1	1
		W		0-1,4	0,4	0,5	0	0-2	0,8	1	0
		Alle		0-1,4	0,5	0,4	0,5	0-2	0,9	1	0
Septumdicken-Quotient $Q_S = D_S / 0,5 \times (D_{EPB} + D_{APL})$	< 1,0 = 0; ≥ 1,0 = 1; ≥ 1,5 = 2	M	p/Wert = 0,316 p/Punkte = 0,330	0-3,7	1,5	1,3	1,6	0-2	1,2	0,9	1,5
		W		0-2,6	0,9	0,6	1,1	0-2	0,9	1	0
		Alle		0-3,7	1,2	1,2	1,2	0-2	1	1	1
Kompartiment visuell	Nein = 0/ja = 2	M	p = 0,355					0-2	1,1	1	2
		W						0-2	0,8	1	0
		Alle						0-2	1	1	0
Sono-Septum-Scoren	0-10	M	p = 0,424					0-9	3,9	3,5	5
		W						0-9	2,9	3,6	0
		Alle						0-9	3,4	3,5	2

Legende: Alle Messwerte in mm; Bewertungen und Scores in Punkten; der Sono-Septum-Score des Ersten SSF wird nach Tab. 5 aus der Summe der gewichteten Einzelkriterien für ein Septum Erstes Strecksehnenfachs errechnet.

Tabelle 26: Sonographische Kriterien einer Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs bei den Probanden, Einfluss der Händigkeit

Sono-Befunde	Merkmalsausprägung	Handseite	Signifikanz	Auswertung/alle (mm/Quotienten)				Auswertung/alle (Punktwerte)			
				Range	Mittelwert	SD	Median	Range	Mittelwert	SD	Median
Geschlossener EPB-Ring	Nein = 0/ja = 2	dominante	p = 0,419					0-2	0,4	0,8	0
		≠ dominante						0-2	0,3	0,7	0
		Alle						0-2	0,4	0,8	0
Radiale Knochenleiste	Nein = 0/ja = 1	dominante	n. a.					0	0	0	0
		≠ dominante						0	0	0	0
		Alle						0	0	0	0
Einziehung dorsal	Nein = 0/ja = 1	dominante	p = 0,122					0-1	0,3	0,4	0
		≠ dominante						0-1	0,2	0,4	0
		Alle						0-1	0,2	0,4	0
Septumdicke $D_S = \text{EPB-APL-Abstand}$	< 0,5 mm = 0; ≥ 0,5 mm = 1; ≥ 0,8 mm = 2	dominante	p/mm = 0,101 p/Punkte = 0,470	0-1,4	0,5	0,6	0,2	0-2	0,8	1,0	0
		≠ dominante		0-1,2	0,5	0,5	0,5	0-2	1,0	1,0	1
		Alle		0-1,4	0,5	0,4	0,5	0-2	0,9	1,0	0
Septumdicken-Quotient $Q_S = D_S / 0,5 \times (D_{\text{EPB}} + D_{\text{APL}})$	< 1,0 = 0; ≥ 1,0 = 1; ≥ 1,5 = 2	dominante	p/Wert = 0,160 p/Punkte = 0,309	0-3,7	1,2	1,4	0,5	0-2	1,0	1,0	0,5
		≠ dominante		0-2,8	1,2	1,1	1,3	0-2	1,1	0,9	1
		Alle		0-3,7	1,2	1,2	1,2	0-2	1,0	1,0	1
Kompartiment visuell	Nein = 0/ja = 2	dominante	p = 0,555					0-2	0,8	1,0	0
		≠ dominante						0-2	1,1	1,0	2
		Alle						0-2	1,0	1,0	0
Sono-Septum-Score	0-10	dominante	p = 0,143					0-9	3,2	3,8	0,5
		≠ dominante						0-9	3,6	3,3	5
		Alle						0-9	3,4	3,5	2

Legende: Alle Messwerte in mm; Bewertungen und Scores in Punkten; der Sono-Septum-Score des Ersten Strecksehnenfachs wird nach Tab. 5 aus der Summe der gewichteten Einzelkriterien für ein Septum Erstes Strecksehnenfach errechnet.

Die Dicke der Synovia im Ersten SSF dorsal über der EPB-Sehne betrug bei fehlenden sonographischen Kriterien einer Kompartimentierung 0,2–0,5 mm (Mittelwert 0,4 mm) und bei vorhandenem Kompartiment 0,2–0,8 mm (Mittelwert 0,5 mm). Über alle Probanden betrug der Mittelwert 0,4 mm.

Die Dicke der Synovia im Ersten SSF über der APL-Sehne betrug bei fehlenden sonographischen Kriterien einer Kompartimentierung 0,1–0,5 mm (Mittelwert 0,4 mm) und bei vorhandenen sonographischen Kriterien einer Kompartimentierung 0,1–0,7 mm (Mittelwert 0,4 mm). Über alle Probanden betrug der Mittelwert 0,4 mm.

Eine dorsale Einziehung der Kontur des Ersten SSF wurde bei fehlenden sonographischen Kriterien einer Kompartimentierung in keinem Fall (0 von 21) und bei vorhandenen sonographischen Kriterien einer Kompartimentierung achtmal, d. h. bei 42 % der 19 asymptomatischen Probanden mit einem vermuteten Kompartiment gefunden. Somit fand sich eine dorsale Einziehung der Kontur des Ersten SSF bei insgesamt 20 % (8 von 40) aller asymptomatischen Probanden. Eine dorsale Einziehung der Kontur des Ersten SSF war regelmäßig mit weiteren sonographischen Kriterien der Kompartimentierung verbunden. Andererseits ist bei vorhandenen weiteren sonographischen Kriterien einer Kompartimentierung nicht immer gleichzeitig auch eine dorsale Einziehung der äußeren Kontur des Ersten SSF vorhanden.

Ein synovialer Ring der EPB-Sehne („Ringzeichen“) wurde bei fehlenden sonographischen Kriterien einer Kompartimentierung in keinem Fall (0 von 21) und bei vorhandenen sonographischen Kriterien einer Kompartimentierung bei 7 von 19 (37 %) der asymptomatischen Probanden mit einem vermuteten Kompartiment gefunden. Somit fand sich ein synovialer Ring der EPB-Sehne bei insgesamt 18 % (7 von 40) aller asymptomatischen Probanden. Der sonographische Nachweis eines synovialen Rings der EPB-Sehne war in allen Fällen mit weiteren sonographischen Kriterien der Kompartimentierung verbunden. Andererseits fand sich bei den anderen sonographischen Kriterien einer Kompartimentierung nicht immer auch ein synovialer Ring der EPB-Sehne.

Ein Abstand zwischen der APL- und der EPB-Sehne von mehr als 0,5 mm wurde nur bei Probanden gemessen, die weitere sonographische Kriterien der Septierung des Ersten SSF aufwiesen.

Bei einem empirischen Grenzwert des Septum-Scores von 4 Punkten für ein geteiltes Erstes SSF (Kap. 4.6.1.1.; Tab. 41) wurde bei 19 Probandenhänden (47,5 %) ein asymptomatisches Kompartiment angenommen. Bei 21 Probandenhänden (52,5 %) sprach der Septum-Score gegen ein geteiltes Erstes SSF.

Es gab asymptotische Probanden, die einzelne oder mehrere der folgenden sonographischen Zeichen einer Kompartimentierung des Ersten SSF aufwiesen: einen isolierten, verdickten synovialen Ring um die EPB-Sehne („Ringzeichen“), eine Verdickung der Synovia in der dorsalen EPB- und der APL-Sehnenscheide und/oder eine dorsale Einziehung des Ersten SSF. Diese Zeichen alleine können somit nicht als verbindliche Kriterien einer akuten Synovitis im Sinne einer floriden TdQ gewertet werden. Von elf asymptotischen Probanden wiesen drei an nur einer Hand und acht an keiner Hand, d. h. zusammen an 19 Händen, einen der genannten sonographischen Befunde auf.

Bei drei Probanden waren sonographisch mindestens zwei isolierte APL-Sehnen zu identifizieren, davon besaßen zwei Probanden zugleich Zeichen einer Kompartimentierung des Ersten SSF.

4.5.1.2. Sonographische Befunde der Patienten

Die sonographischen Befunde (Kap. 3.2.1.2.) sind in den Tabellen 27–31 summarisch dargestellt. Die Gegenüberstellung mit den intraoperativen Befunden erfolgt in Kapitel 4.6.1. und mit den klinischen Befunden in Kapitel 4.7.1.

Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs

Die Dicke des Septums, gemessen als der Abstand von APL- und EPB-Sehne, betrug bei Patienten ohne Kompartiment 0,3–1,0 mm (Mittelwert 0,7 mm) und bei Patienten mit Kompartiment 0,5–1,6 mm (Mittelwert 1,1 mm). Der Mittelwert der Septumdicke für alle Patienten betrug 0,9 mm.

Der absolute Abstand der EPB- und APL-Sehne und der Sono-Septumdicken-Quotient sind bei Patienten mit einem geteilten Ersten SSF signifikant ($p = 0,01$ und $p = 0,004$) höher als bei Fehlen eines Septums. Sie reflektieren die Synovialisverdickung im Ersten SSF und damit insbesondere das Ausmaß der begleitenden Entzündungsreaktion.

Tabelle 27: Sonographische Kriterien einer Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs bei den operierten Patienten, Sono-Septum-Score des Ersten Strecksehnenfachs

Sono-Befunde	Merkmalsausprägung	Septum op. gesichert	Signifikanz	Auswertung/alle (mm/Quotienten)				Auswertung/alle (Punktwerte)			
				Range	Mittelwert	SD	Median	Range	Mittelwert	SD	Median
Geschlossener EPB-Ring	Nein = 0/ja = 2	Nein	p/mm = 0,456 p/Punkte = 0,286	0–1,5	0,2	0,5	0	0–2	0,3	0,7	0
		Ja		0–1,7	0,4	0,6	0	0–2	0,7	1,0	0
		Alle		0–1,7	0,3	0,6	0	0–2	0,5	0,9	0
Radiale Knochenleiste	Nein = 0/ja = 1	Nein	p = 0,429					0	0	0	0
		Ja						0–1	0,1	0,3	0
		Alle						0–1	0,1	0,2	0
Einziehung dorsal	Nein = 0/ja = 1	Nein	p = 0,151					0–1	0,1	0,4	0
		Ja						0–1	0,4	0,5	0
		Alle						0–1	0,3	0,5	0
Septumdicke $D_S = \text{EPB-APL-Abstand}$	< 0,5 mm = 0; ≥ 0,5 mm = 1; ≥ 0,8 mm = 2	Nein	p/mm = 0,01 p/Punkte = 0,074	0,3–1,0	0,7	0,3	0,8	0–2	1,3	0,9	1,5
		Ja		0,5–1,6	1,1	0,3	1	1–2	1,9	0,3	2
		Alle		0,3–1,6	0,9	0,3	1	0–2	1,7	0,7	2
Septumdicken-Quotient $Q_S = D_S / 0,5 \times (D_{EPB} + D_{APL})$	< 1,0 = 0; ≥ 1,0 = 1; ≥ 1,5 = 2	Nein	p/Quotient = 0,004 p/Punkte = 0,012	0,3–1,8	0,8	0,5	0,6	0–2	0,5	0,9	0
		Ja		0,8–2,6	1,7	0,6	1,6	0–2	1,5	0,7	2
		Alle		0,3–2,6	1,3	0,7	1	0–2	1,1	0,9	1
Kompartiment visuell	Nein = 0/ja = 2	Nein	p = 0,03					0–2	0,3	0,7	0
		Ja						0–2	1,2	1,0	2
		Alle						0–2	0,8	1,0	0
Sono-Septum-Score		Nein	p = 0,006					0–5	2,4	2,3	2
		Ja						2–9	5,8	2,4	6
		Alle						0–9	4,4	2,9	4

Legende: Alle Messwerte in mm; Bewertungen und Scores in Punkten; der Sono-Septum-Score wird nach Tab. 5 aus der Summe der gewichteten Einzelkriterien für ein Septum Erstes Strecksehnenfach errechnet.

Ein Sono-Septum-Score von mindestens 4 Punkten trennt am besten die Patienten mit operativ nachgewiesener Kompartimentierung von den Patienten ohne Kompartimentnachweis. Der präoperative Sono-Septum-Score war entsprechend bei 20 Patienten zwölfmal (Score ≥ 4) auf eine Kompartimentierung hinweisend. Bei Annahme eines Grenzwertes von 4 Punkten für das Vorliegen einer Kompartimentierung des Ersten SSF wurden zwei Patienten (17 %) falsch negativ und zwei (25 %) falsch positiv bewertet (Tab. 41).

Bei fehlendem intraoperativen Nachweis eines Septums im Ersten SSF betrug der Sono-Septum-Score 0–7 Punkte (Mittelwert 2,4 Punkte). Bei Patienten mit operativ gesicherter Kompartimentierung des Ersten SSF betrug der Sono-Septum-Score 2–9 Punkte (Mittelwert 5,8 Punkte). Der Sono-Septum-Score für das Erste SSF betrug gemittelt über alle 20 Patienten 4,4 Punkte.

Der semiquantitative Septum-Score war bei Patienten mit einem septierten Ersten SSF signifikant ($p = 0,006$) höher. Auch die rein visuelle Einschätzung durch den radiologischen Auswerter trennte Patienten mit und ohne Kompartiment signifikant ($p = 0,03$; Tab. 27).

Die folgenden sonographischen Einzelmerkmale unterschieden sich nicht signifikant in Abhängigkeit von einer Kompartimentierung des Ersten SSF: geschlossener echoarmer Ring der EPB-Sehne („Ringzeichen“), dorsale Einziehung des Ersten SSF oder Knochenleiste des Radius. Eine radiale Knochenleiste konnte sonographisch nur bei einem Patienten mit Septum identifiziert werden.

Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs

Die Anzahl der in der Sonographie erkennbaren isolierten Bündel der APL- und EPB-Sehnen sowie ihr relatives Volumen gehen aus den Tabellen 28 und 29 hervor.

Tabelle 28: Sonographie, Anzahl der Extensor-pollicis-brevis- und Abductor-pollicis-longus-Sehnen

Sono	Auswertung/alle				1 EPB Sehne 20 x 1 APL-Sehne 2 x 2 APL-Sehnen 6 x 3 APL-Sehnen 10 x 5 APL-Sehnen 2 x
	Range	Mittelwert	SD	Median	
Anzahl der EPB-Sehnen	1	1,0	0,0	1,0	
Anzahl der APL-Sehnen	1–5	2,7	1,0	3,0	

Tabelle 29: Sonographie, relatives Volumen der Extensor-pollicis-brevis- und Abductor-pollicis-longus-Sehnen

Sono	Merkmalsausprägung	Auswertung/alle (Punkte)			EPB < APL 18 x EPB = APL 2 x EPB > APL 0 x
		Mittelwert	SD	Median	
EPB/APL relatives Sehnenvolumen visuell	EPB < APL = 1 EPB = APL = 2 EPB > APL = 3	1,1	0,3	1,0	

Entzündliche und degenerative Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs

Der Sono-Entzündungs-Score des Ersten Strecksehnenfachs wurde nach Tab. 6 und 7 aus der Summe der gewichteten Einzelkriterien für entzündliche Veränderungen an den Sehnen und der Sehnenscheide des Ersten Strecksehnenfachs errechnet. Der Mittelwert des Sono-Entzündungs-Scores für entzündliche und degenerative Veränderungen der Sehnen und Sehnenscheiden betrug insgesamt 4,7 Punkte (Tab. 30).

Tabelle 30: Sonographische Kriterien und Sono-Entzündungs-Score für entzündliche und degenerative Veränderungen der Sehnen und der Sehnenscheide des Ersten Strecksehnenfachs

Sono	Merkmalsausprägung	Auswertung/alle (mm/Quotienten)				Auswertung/alle (Punktwerte)			
		Range	Mittelwert	SD	Median	Range	Mittelwert	SD	Median
Sehnen									
Dicke/Querschnitt EPB	Ø/+/++					0–1	0,1	0,3	0
Kontur/Oberfläche EPB	Ø/+/++					0–1	0,1	0,2	0
Binnenecho/Kalk EPB	Ø/+/Kalk					0	0	0	0
Dicke/Querschnitt APL	Ø/+/++					0–2	1	0,8	1
Kontur/Oberfläche APL	Ø/+/++					0–1	0,3	0,4	0
Binnenecho/Kalk APL	Ø/+/Kalk					0–1	0,3	0,4	0
Synovia/SS									
SS-Dicke EPB = D _{EPB}	(mm)	0,3–2,9	0,9	0,6	0,7				
SS-Dicke APL = D _{APL}	(mm)	0,3–2,0	0,9	0,5	0,7				
D _{1.SSF} = 0,5 x (D _{EPB} + D _{APL})	(mm)	0,4–2,5	0,9	0,5	0,7				
	< 0,5 mm = 0								
	≥ 0,5 mm = 1 ≥ 1,0 mm = 2					0–2	1	0,6	1
SS-Erguss Erstes SSF	Ø/+/++					0–2	0,6	0,8	0
Druckschmerz Erstes SSF	Ø/+/++					0–2	1,4	0,6	1
Sono-Entzündungs-Score des Ersten SSF	0–12					0–10	4,7	2,9	4

Legende: Messwerte in mm; Scores als Punktwerte

Entzündliche und degenerative Veränderungen des Zweiten Strecksehnenfachs

Der Sono-Entzündungs-Score für entzündliche und postentzündliche narbige und degenerative Veränderungen der Sehnen und Sehnenscheiden im Zweiten SSF betrug 0–6 Punkte. Der Mittelwert des Sono-Entzündungs-Scores für das Zweite SSF betrug 1,6 Punkte (Tab. 31).

Tabelle 31: Sonographische Kriterien und Sono-Entzündungs-Score für entzündliche und degenerative Veränderungen der Sehnen und der Sehnenscheide des Zweiten Strecksehnenfachs

Sono	Merkmalsausprägung	Auswertung/alle (mm/Quotienten)				Auswertung/alle (Punktwerte)			
		Range	Mittelwert	SD	Median	Range	Mittelwert	SD	Median
Sehnen									
Dicke/ Querschnitt ECR	Ø/+/++					0–2	0,3	0,6	0
Kontur/ Oberfläche ECR	Ø/+/++					0	0	0	0
Binnenecho/ Kalk ECR	Ø/+/Kalk					0–1	0,1	0,3	0
Synovia/SS									
SS-Dicke = D _{ECR}	< 0,5 mm = 0 ≥ 0,5 mm = 1 ≥ 1,0 mm = 2	0–1,0	0,6	0,2	0,7	0–2	1	0,7	1
SS-Erguss Zweites SSF	Ø/+/++					0–1	0,1	0,2	0
Druckschmerz Zweites SSF	Ø/+/++					0–2	0,5	0,6	0
Sono-Entzündungs-Score des Zweites SSF	0–12					0–6	1,6	1,8	2

Legende: Messwerte in mm; Scores als Punktwerte

Der Sono-Entzündungs-Score des Zweiten Strecksehnenfachs wird nach Tab. 8 errechnet.

Entzündliche und degenerative Veränderungen der Radialen Säule

Sonographisch waren keine entzündlichen oder degenerativen Veränderungen der Radialen Säule nachweisbar. Nach klinisch okkulten Ganglionzysten der Region wurde nicht gezielt gesucht.

4.5.2. Magnetresonanztomographische Befunde der Patienten

4.5.2.1. Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs

Die MR-Kriterien der Kompartimentierung des Ersten SSF wurden nach Kapitel 3.2.2.2. erhoben (Tab. 10; Tab. 11). Aus den einzelnen MR-Kriterien einer Kompartimentierung wurde für jeden einzelnen Patienten ein summarischer MR-Septum-Score des Ersten SSF nach Tabelle 11 hergeleitet und dokumentiert. Die Ausprägungen der einzelnen Kriterien und die MR-Septum-Scores aller 20 Patienten sind in Tabelle 32 zusammengefasst. Die Gegenüberstellung mit den intraoperativen Befunden erfolgt in Kapitel 4.6.2. und mit den klinischen Befunden in Kapitel 4.7.2.

Der semiquantitative MR-Septum-Score betrug bei intraoperativ fehlendem Kompartiment 0–6 Punkte (Mittelwert 1,5 Punkte) und bei nachgewiesenem Kompartiment 0–9 Punkte (Mittelwert 4,8 Punkte). Der Mittelwert des MR-Septum-Scores betrug 3,5 Punkte über alle operierten Patienten. Der MR-Septum-Score war bei Patienten mit einem nachgewiesenen Septum im Ersten SSF signifikant ($p = 0,03$) höher.

Wie der Sono-Septum-Score (Tab. 27) trennt auch ein MR-Septum-Score von mindestens 4 Punkten am besten die Patienten mit operativ nachgewiesenem Septum von den Patienten ohne Septumsnachweis. Bei Annahme eines Grenzwertes von 4 Punkten für das Vorliegen eines Septums im Ersten SSF wurden drei Patienten (25 %) falsch negativ und zwei (25 %) falsch positiv bewertet (Tab. 45). Der MR-Septum-Score ergab in elf Fällen Hinweise (Score ≥ 4) auf ein Septum im Ersten SSF.

Die Dicke des Septums, gemessen als Abstand der APL- und EPB-Sehne, betrug bei fehlendem Kompartiment 0–1,6 mm (Mittelwert 0,3 mm) und bei vorhandenem Kompartiment 0,1–1,5 mm (Mittelwert 0,9 mm). Der Mittelwert insgesamt betrug 0,6 mm.

Tabelle 32: Magnetresonanz-Kriterien und Magnetresonanz-Septum-Score für eine Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs

MR-Befunde	Merkmalsausprägung	Septum op. gesichert	Signifikanz	Auswertung/alle (mm/Quotienten)				Auswertung/alle (Punktwerte)			
				Range	Mittelwert	SD	Median	Range	Mittelwert	SD	Median
Geschlossener EPB-Ring	Nein = 0/ja = 2	Nein	p/mm = 0,169 p/Punkte = 0,286	0-0,6	0,1	0	0,2	0-2	0,3	0,7	0
		Ja		0-0,9	0,3	0,4	0	0-2	0,7	1,0	0
		Alle		0-0,9	0,2	0,4	0	0-2	0,5	0,9	0
Radiale Knochenleiste	Nein = 0/ja = 1	Nein	p = 0,039					0	0	0	0
		Ja						0-1	0,3	0,5	0-1
		Alle						0-1	0,2	0,4	0-1
Einziehung dorsal	Nein = 0/ja = 1	Nein	p = 0,039					0	0	0	0
		Ja						0-1	0,3	0,5	0
		Alle						0-1	0,2	0,4	0
Septumdicke $D_S = EPB-APL-Abstand$	< 0,5 mm = 0 ≥ 0,5 mm = 1 ≥ 0,8 mm = 2	Nein	p/mm = 0,015 p/Punkte = 0,009	0-1,6	0,3	0,6	0	0-2	0,4	0,7	0
		Ja		0,2-1,5	0,9	0,4	1	0-2	1,5	0,9	2
		Alle		0-1,6	0,6	0,6	0,7	0-2	1,1	1	2
Septumdicken-Quotient $Q_S = D_S / 0,5 \times (D_{EPB} + D_{APL})$	< 1,0 = 0 ≥ 1,0 = 1 ≥ 1,5 = 2	Nein	p/Quotient = 0,035 p/Punkte = 0,366	0-1,8	0,3	0,7	0	0-2	0,4	0,7	0
		Ja		0,1-2,5	1	0,6	1,1	0-2	0,7	0,7	1
		Alle		0-2,5	0,8	0,7	0,9	0-2	0,6	0,7	0
Kompartiment visuell	Nein = 0/ja = 2	Nein	p = 0,074					0-2	0,5	0,9	0
		Ja						0-2	1,3	1,0	2
		Alle						0-2	1	1,0	1
MR-Septum-Score		Nein	p = 0,03					0-6	1,5	2,8	0
		Ja						0-9	4,8	3,3	5
		Alle						0-9	3,5	3,5	5

Legende: Alle 20 Patienten; Angaben in mm oder als Punktwert; der Magnetresonanz-Septum-Score des Ersten Strecksehnenfachs wird nach Tab. 11 aus der Summe der gewichteten Einzelkriterien für eine Kompartimentierung errechnet.

Der gemessene Abstand von EPB- und APL-Sehne ($p = 0,015$) und etwas geringer auch der MR-Septumdicken-Quotient mit Bezug auf die allgemeine Synovialisverdickung im übrigen Ersten SSF ($p = 0,035$), waren bei Patienten mit einem geteilten Ersten SSF signifikant höher als beim Fehlen eines Septums.

Die folgenden Einzelmerkmale der MRT unterschieden sich nicht signifikant in Abhängigkeit von einer Kompartimentierung des Ersten SSF: geschlossener echoarmer Ring der EPB-Sehne („Ringzeichen“) und rein visuelle Einschätzung durch den radiologischen Auswerter.

Die dorsale Einziehung des Ersten SSF wurde selten, aber ausschließlich bei Patienten mit Septumsnachweis beobachtet (vier von zwölf Patienten). Wegen der geringen Häufigkeit ist die Beobachtung statistisch nicht signifikant.

4.5.2.2. Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs

Die Anzahl der in der MRT erkennbaren isolierten Bündel von APL- und EPB-Sehnen sowie ihr relatives Volumenverhältnis gehen aus den Tabellen 33 und 34. hervor.

Tabelle 33: Magnetresonanztomographie, Anzahl der Extensor-pollicis-brevis- und Abductor-pollicis-longus-Sehnen

MR	Auswertung/alle				1 EPB-Sehne 20 x 1 APL-Sehne 2 x 2 APL-Sehnen 6 x 3 APL-Sehnen 10 x 5 APL-Sehnen 2x
	Range	Mittelwert	SD	Median	
Anzahl der EPB-Sehnen	1	1,0	0,0	1,0	
Anzahl der APL-Sehnen	1–5	2,7	1,0	3,0	

Tabelle 34: Magnetresonanztomographie, relatives Volumen der Extensor-pollicis-brevis- und Abductor-pollicis-longus-Sehnen

MR	Merkmalsausprägung	Auswertung/alle (mm, Quotienten)			EPB < APL 18 x EPB = APL 2 x EPB > APL 0 x
		Mittelwert	SD	Median	
EPB/APL relatives Sehnenvolumen	EPB < APL = 1 EPB = APL = 2 EPB > APL = 3	1,1	0,3	1,0	

4.5.2.3. Entzündliche und degenerative Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs

Der MR-Entzündungs-Score für entzündliche und postentzündliche narbige und degenerative Sehnenveränderungen erfolgte wie in Kapitel 3.2.2.2. beschrieben (Tab. 12; Tab. 13). Der Mittelwert des MR-Entzündungs-Scores für das Erste SSF betrug 4,9 Punkte.

Tabelle 35: Magnetresonanz-Kriterien und Magnetresonanz-Entzündungs-Score für entzündliche und degenerative Veränderungen der Sehnen und Sehnenscheide des Ersten Strecksehnenfachs

MRT	Merkmalsausprägung	Auswertung/alle (mm/Quotienten)				Auswertung/alle (Punktwerte)			
		Range	Mittelwert	SD	Median	Range	Mittelwert	SD	Median
Sehnen									
Dicke/Querschnitt EPB	Ø/+/++					0–1	0,1	0,3	0,0
Binnensignal/Struktur EPB	Ø/+/++					0–1	0,2	0,4	0,0
KM-Anreicherung EPB	Ø/+/++					0–1	0,2	0,4	0,0
Dicke/Querschnitt APL	Ø/+/++					0–2	1,0	0,9	1,0
Binnensignal/Struktur APL	Ø/+/++					0–1	0,4	0,5	0,0
KM-Anreicherung APL	Ø/+/++					0–1	0,5	0,5	1,0
Synovia/SS									
SS-Dicke EPB = D_{EPB}	(mm)	0,4–1,0	0,7	0,2	0,7				
SS-Dicke APL = D_{APL}	(mm)	0,6–2,5	1,1	0,5	0,9				
D_{1.SSF} = 0,5 x (D_{EPB} + D_{APL})	(mm)	0,6–1,7	0,9	0,3	0,9				
	< 0,5 mm = 0 ≥ 0,5 mm = 1; ≥ 1,0 mm = 2					1–2	1,3	0,4	1,0
SS-Erguss Erstes SSF	Ø/+/++					0–2	0,6	0,8	0,0
KM-Anreicherung Erstes SSF	Ø/+/++					0–2	1,1	0,9	1,0
MR-Entzündungs-Score Erstes SSF	0–12					1–10	4,85	3,1	4,0

Legende: Alle 20 Patienten; Angaben in mm oder als Punktwert

Der MR-Entzündungs-Score des Ersten Strecksehnenfachs wird nach Tab. 12 und Tab. 13 aus der Summe der gewichteten Einzelkriterien für entzündliche Veränderungen an den Sehnen und der Sehnenscheide des Ersten Strecksehnenfachs errechnet. Die Sehne mit dem höheren Score ist die stärker veränderte, das heißt die pathologisch dominierende Sehne.

4.5.2.4. Entzündliche und degenerative Veränderungen des Zweiten Strecksehnenfachs

Der MR-Entzündungs-Score für entzündliche und postentzündliche narbige und degenerative Veränderungen der Sehnen und Sehnenscheiden im Zweiten SSF erfolgte wie in Kapitel 3.2.2.2. beschrieben (Tab. 14). Er betrug 0–5 Punkte. Der Mittelwert des MR-Entzündungs-Scores für das Zweite SSF betrug 1,4 Punkte.

Tabelle 36: Magnetresonanz-Kriterien und Magnetresonanz-Entzündungs-Score für entzündliche und degenerative Veränderungen der Sehnen und Sehnenscheide des Zweiten Strecksehnenfachs

MRT	Merkmalsausprägung	Auswertung/alle (mm, Quotienten)				Auswertung/alle (Punktwerte)			
		Range	Mittelwert	SD	Median	Range	Mittelwert	SD	Median
Sehnen									
Dicke/Querschnitt ECR	Ø/+/++					0–2	0,2	0,5	0
Binnensignal/Struktur ECR	Ø/+/++					0	0	0	0
KM-Anreicherung ECR	Ø/+/++					0–1	0,1	0,2	0
Synovia/SS									
SS-Dicke ECR = D _{ECR}	< 0,5 mm = 0 ≥ 0,5 mm = 1 ≥ 1,0 mm = 2	0–0,9	0,7	0,1	0,7	0–1	0,6	0,5	1
SS-Erguss Zweites SSF	Ø/+/++					0–1	0,3	0,5	0
KM-Anreicherung Zweites SSF	Ø/+/++					0–1	0,4	0,5	0
MR-Entzündungs-Score Zweites SSF	0–12					0–5	1,4	1,3	1

Legende: Alle 20 Patienten; Angaben in mm oder als Punktwert

Der Magnetresonanz-Entzündungs-Score des Zweiten Strecksehnenfachs wird nach Tab. 14 aus der Summe der gewichteten Einzelkriterien für entzündliche Veränderungen an den Sehnen und der Sehnenscheide des Zweiten Strecksehnenfachs errechnet.

4.5.2.5. Entzündliche und degenerative Veränderungen der Radialen Säule

Der MR-Entzündungs-Score für entzündliche und degenerative Veränderungen der Gelenke der Radialen Säule erfolgte wie in Kapitel 3.2.2.2. beschrieben (Tab. 15) und betrug 0–13 Punkte, der Mittelwert lag bei 5,1 Punkten.

Bei keinem Patienten zeigten sich ausgeprägte oder fortgeschrittene Arthrosen des Handgelenkes, des Daumensattel-/STT-Gelenkes, oder des RST. Es fand sich keine relevante Bandverletzung.

Beginnende degenerative Veränderung der Gelenkflächen fanden sich am Handgelenk in elf Fällen, am DSG in vier Fällen, am STT-Gelenk in fünf Fällen, am zweiten Karpometakarpalgelenk (CMC-II) in zwei Fällen und an den Handwurzelgelenken in acht Fällen. Eine aktivierte Arthrose mit Reizerguss konnte sechsmal im DSG, dreimal im STT-Gelenk und zweimal im CMC-II nachgewiesen werden. Nur einmal fand sich ein Ödem am RST. Bei 13 Patienten bestanden in der MRT am Handgelenk für eine kleine reizlose Arthrozele oder Ganglionzyste typische Befunde ohne Umgebungsödem, die auch retrospektiv nicht tastbar waren. Das SL-Band imponierte bei neun Patienten ödematös, aber intakt mit normal weitem SL-Spalt.

4.5.3. Vergleich der sonographischen und Magnetresonanz-Befunde

4.5.3.1. Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs

Die in der Sonographie und in der MRT erhobenen Befunde und Scores für die Kompartimentierung des Ersten SSF (sonographischer bzw. MR-Septum-Score) und die Entzündung des Ersten SSF (sonographischer bzw. MR-Entzündungs-Score) wurden einander gegenübergestellt und die Korrelationskoeffizienten (r) der beiden Methoden ermittelt (Kap. 3.5.). Hierbei zeigte sich mit $r = 0,52$ zwischen dem sonographischen und dem MR-Septum-Score eine mittlere Korrelation.

Tabelle 37: Übereinstimmung von Sonographie und Magnetresonanztomographie bei der Vorhersage einer Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs

Bildgebende Kriterien für ein Septum im Ersten SSF	Übereinstimmung Sono/MRT	
	r (mm)	r (Punkte)
Geschlossener EPB-Ring		0,20
EPB-APL-Abstand = D_S	0,30	0,34
SS-Dicke EPB = D_{EPB}	0,44	
SS-Dicke APL = D_{APL}	0,61	
$D_S = 0,5 \times (D_{EPB} + D_{APL})$	0,60	
Septumdicken-Quotient $Q_S = D_S / 0,5 \times (D_{EPB} + D_{APL})$		-0,18
Einziehung dorsal		0,22
Radiale Knochenleiste		0,46
Kompartiment visuell		0,61
Septum-Score Erstes SSF		0,52

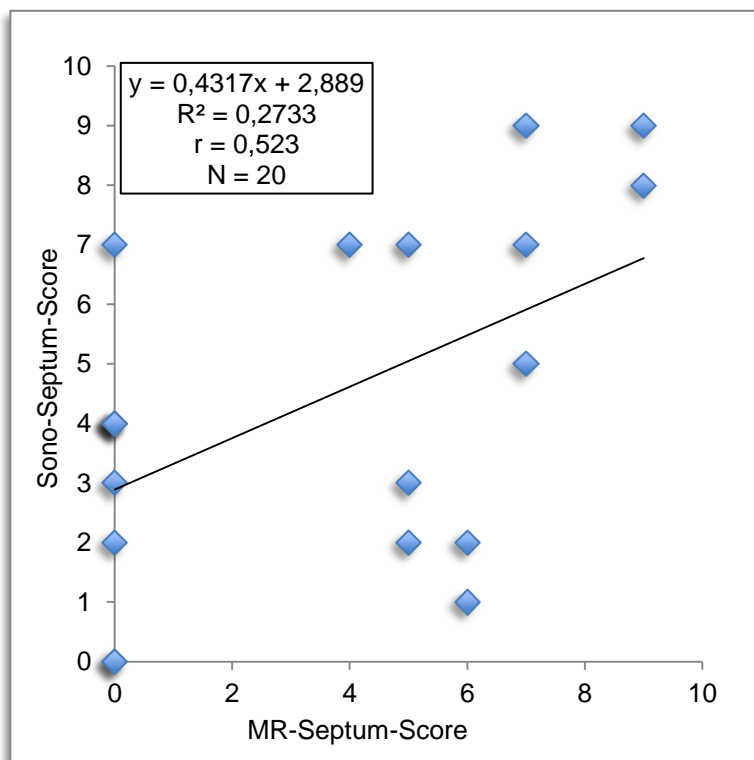


Abbildung 50: Vergleich des Sono-Septum-Scores mit dem Magnetresonanztomographie-Septum-Score des Ersten Strecksehnenfachs

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

4.5.3.2. Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs

In der Beurteilung der Anzahl der EPB- und der APL-Sehnen und des Volumenverhältnisses der beiden Sehnen des Ersten SSF stimmten Sonographie und MRT in allen 20 Fällen überein (Tab. 38). Sonographie und MRT stimmten in allen Fällen überein und waren bei der Beurteilung der Zahl und des relativen Volumens der EPB- und APL-Sehnen gleichwertig.

Tabelle 38: Übereinstimmung von Sonographie und Magnetresonanztomographie in der Vorhersage von Sehnenanomalien im Ersten Strecksehnenfach

Bildgebende Kriterien für Sehnenanomalien	Übereinstimmung Sono/MRT
	r
Anzahl der EPB-Sehnen	1
Anzahl der APL-Sehnen	1
EPB/APL relatives Sehnenvolumen visuell	1

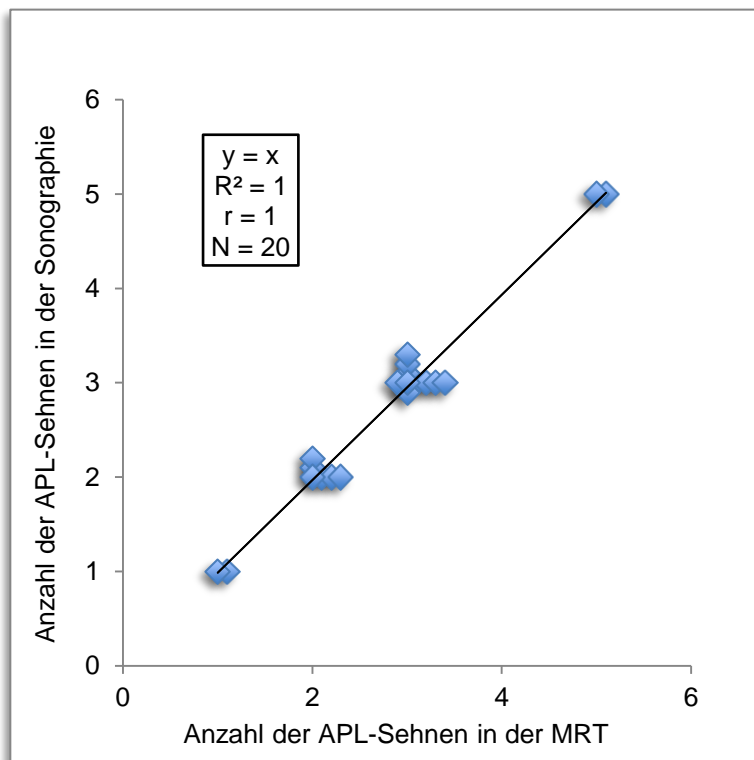


Abbildung 51: Anzahl der Abductor-pollicis-longus-Sehnen, Vergleich von Sonographie und Magnetresonanztomographie

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

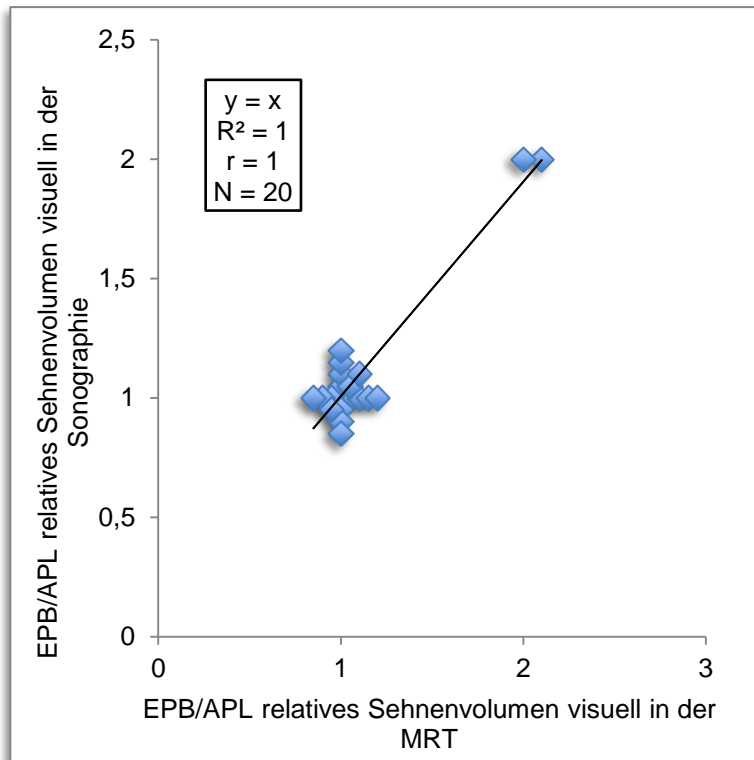


Abbildung 52: Relatives Volumen der Extensor-pollicis-brevis- und Abductor-pollicis-longus-Sehnen, Vergleich von Sonographie und Magnetresonanztomographie

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

4.5.3.3. Entzündliche und degenerative Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs

Die in der Sonographie und in der MRT erhobenen Befunde und Scores für die Entzündung des Ersten SSF (sonographischer bzw. MR-Entzündungs-Score) wurden einander gegenübergestellt und die Korrelationskoeffizienten (r) der beiden Methoden ermittelt. Das Ausmaß der entzündlichen Veränderungen an Sehnen und Sehnenscheide des Ersten SSF wurde mit dem Sono- und MR-Entzündungs-Score mit sehr starker Übereinstimmung ($r = 0,84$) beschrieben, v. a. bezüglich der entzündlichen Verdickung der APL-Sehne, sowohl visuell ($r = 0,78$) als auch metrisch ($r = 0,75$), der metrischen Verdickung der dorsalen Synovia über APL- und EPB-Sehnen ($r = 0,68$) sowie im Nachweis eines Ergusses im Ersten SSF ($r = 0,66$).

Tabelle 39: Übereinstimmung von Sonographie und Magnetresonanztomographie bei der Vorhersage einer Entzündung des Ersten Strecksehnenfachs

Bildgebende Kriterien für eine Entzündung des Ersten SSF	Übereinstimmung Sono/MRT	
	r (mm)	r (Punkte)
Sehnen		
Dicke/Querschnitt EPB		0
Kontur/Oberfläche EPB		-0,11
Binnenecho/Binnensignal EPB		0
Dicke/Querschnitt APL		0,78
Kontur/Oberfläche APL		0,47
Binnenecho/Kalk APL		0,35
Synovia/SS		
SS-Dicke EPB = D_{EPB}	0,43	
SS-Dicke APL = D_{APL}	0,75	
$D_{1.SSF} = 0,5 \times (D_{EPB} + D_{APL})$	0,68	0,19
SS-Erguss Erstes SSF		0,66
Entzündungs-Score Erstes SSF		0,84

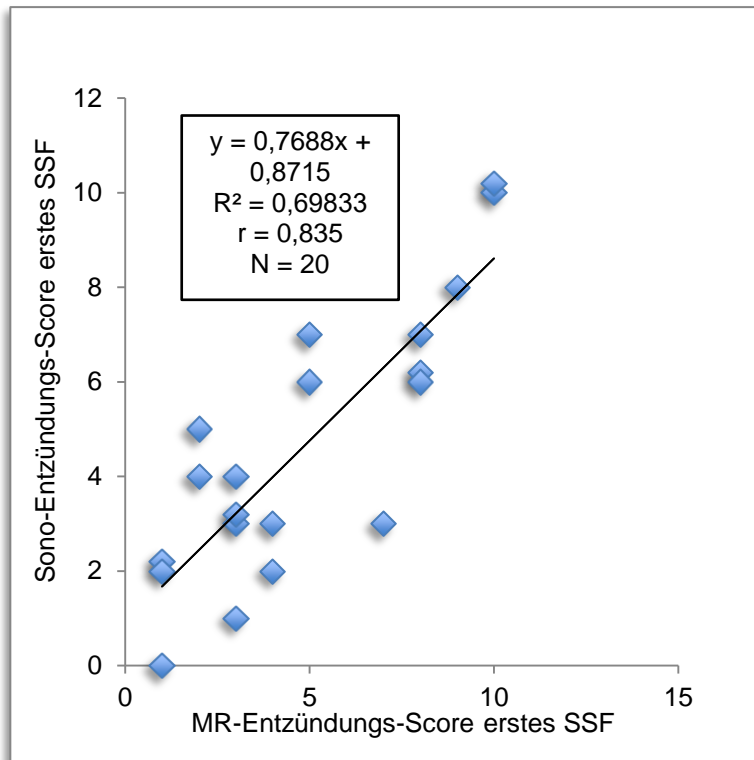


Abbildung 53: Vergleich des Sono-Entzündungs-Scores mit dem Magnetresonanz-Entzündungs-Score des Ersten Strecksehnenfachs

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R² = Bestimmtheitsmaß

4.5.3.4. Entzündliche und degenerative Veränderungen Zweiten Strecksehnenfachs

Die in der Sonographie und in der MRT erhobenen Befunde und Scores für die Entzündung des Zweiten SSF (sonographischer bzw. MR-Entzündungs-Score) wurden einander gegenübergestellt und die Korrelationskoeffizienten (r) der beiden Methoden ermittelt. Hierbei zeigte sich sowohl für den Entzündungs-Score des Zweiten SSF ($r = 0,30$) als auch für die Dicke der Sehnen und Sehnenscheiden ($r = 0,20$ bis $r = 0,23$) und nur etwas stärker für den Ergussnachweis ($r = 0,35$) eine insgesamt schwache Korrelation der Modalitäten Sonographie und MRT.

Tabelle 40: Übereinstimmungen von Sonographie und Magnetresonanztomographie bei der Vorhersage einer Entzündung des Zweiten Strecksehnenfachs

Bildgebende Kriterien für eine Entzündung des Zweiten SSF	Übereinstimmung Sono/MRT	
	r (mm)	r (Punkte)
Sehnen		
Dicke/Querschnitt ECR		0,21
Binnensignal/Binnenecho ECR		0
Synovia/SS		
SS-Dicke ECR = D_{ECR}	0,23	0,22
SS-Erguss Zweites SSF		0,35
Entzündungs-Score Zweites SSF		0,30

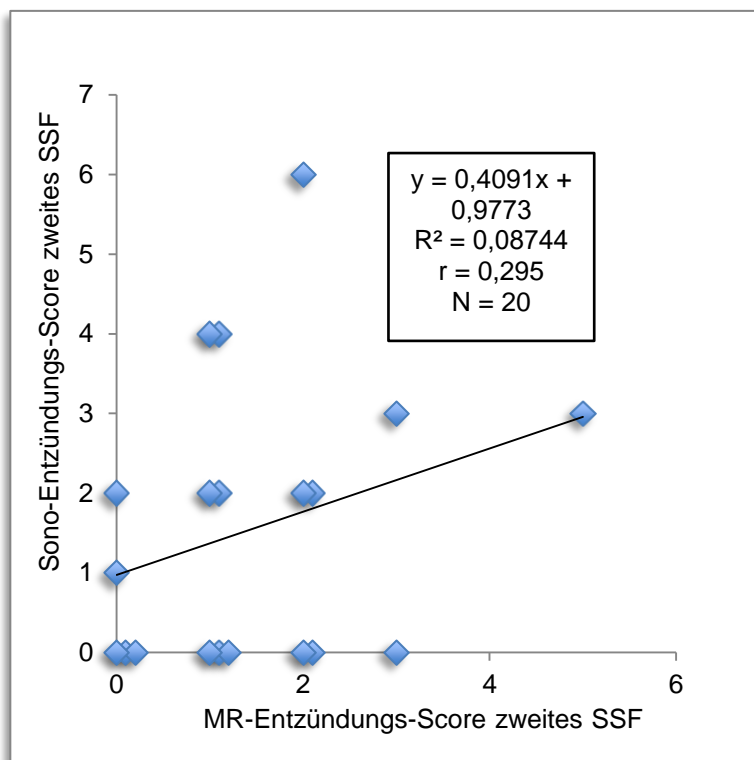


Abbildung 54: Vergleich des Sono-Entzündungs-Scores mit dem Magnetresonanz-Entzündungs-Score des Zweiten Strecksehnenfachs

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

4.5.3.5. Entzündliche und degenerative Veränderungen der Radialen Säule

Entzündliche und degenerative Veränderungen der Radialen Säule waren ausschließlich mit der MRT nachweisbar (Kap. 4.5.2.5.).

4.6. Vergleich der radiologischen Befunde mit den intraoperativen Befunden

Die in der Sonographie und in der MRT erhobenen Befunde und Scores für die Kompartimentierung des Ersten SSF (sonographischer bzw. MR-Septum-Score) und die Entzündung des Ersten SSF (sonographischer bzw. MR-Entzündungs-Score) wurden den makroskopischen intraoperativen Befunden und den histologischen Befunden gegenübergestellt und die jeweilige Sensitivität/Spezifität (für den Septum-Score) bzw. die Korrelationskoeffizienten (r ; für den Grad der Entzündung) ermittelt.

4.6.1. Sonographische Befunde

4.6.1.1. Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs

Der Vergleich der präoperativen sonographischen Diagnostik und des Sono-Septum-Scores mit dem intraoperativen Fehlen oder Vorhandensein eines Septums im Ersten SSF ergab folgendes Ergebnis.

Tabelle 41: Vergleich des Sono-Septum-Scores des Ersten Strecksehnenfachs mit dem operativen Befund, Sensitivität und Spezifität

Septum-Score	Intraoperativ Septum gesichert (N = 12)	Intraoperativ kein Septum (N = 8)	Vorhersagewerte
Sono-Zeichen eines Septums/Score ≥ 4 (N = 12)	Richtig positiv = 10 TPR = 83 %	Falsch positiv = 2 FPR = 25 %	PPV = 83 %
Sono kein Septum/Score < 4 (N = 8)	Falsch negativ = 2 FNR = 17 %	Richtig negativ = 6 TNR = 75 %	NPV = 75 %

Legende: TPR – True Positive Rate/Sensitivität, FPR – False Positive Rate, FNR – False Negative Rate, TNR – True Negative Rate/Spezifität, PPV – Positive Predictive Value/positiver Vorhersagewert, NPV – Negative Predictive Value/Negativer Vorhersagewert, ACC – Overall Accuracy; ACC = (richtig positiv + richtig negativ) / alle = 16 / 20 = 80 %

Tabelle 42: Vergleich von ausschließlich visueller sonographischer Diagnose eines kompartimentierten Ersten Strecksehnenfachs und operativem Befund, Sensitivität und Spezifität

Visuelle Kompartimentdiagnose	Intraoperativ Septum gesichert (N = 12)	Intraoperativ kein Septum (N = 8)	Vorhersagewerte
Sono-Zeichen eines Septums (N = 8)	Richtig positiv = 7 TPR = 58 %	Falsch positiv = 1 FPR = 13 %	PPV = 88 %
Sono kein Septum (N = 12)	Falsch negativ = 5 FNR = 42 %	Richtig negativ = 7 TNR = 88 %	NPV = 58 %

Legende: TPR – True Positive Rate Sensitivität, FPR – False Positive Rate, FNR – False Negative Rate, TNR – True Negative Rate/Spezifität, PPV – Positive Predictive Value/positiver Vorhersagewert, NPV – Negative Predictive Value/negativer Vorhersagewert, ACC – Overall Accuracy; ACC = (richtig positiv + richtig negativ) / alle = 14 / 20 = 70 %

Bei einem Grenzwert des Scores von mindestens 4 Punkten wurde nach sonographischen Kriterien das Vorliegen einer Kompartimentierung angenommen. Dieser Grenzwert trennt empirisch am besten Patienten mit und ohne operativ nachgewiesenes Septum im Ersten SSF voneinander. Unter dieser Bedingung wurden sonographisch zehn von zwölf operativ gesicherten Septen richtig erkannt (TPR/Sensitivität 83 %). Bei sechs von acht Patienten ohne Septum sprach die präoperative sonographische Diagnostik mit einem Score unter 4 ebenfalls gegen ein Septum (TNR/Spezifität 75 %). Es wurden zwei von zwölf Patienten (17 %) sonographisch falsch negativ (je einmal Score 2 und Score 3) und zwei von acht Patienten (25 %) sonographisch falsch positiv (Score 4 und 5) eingeordnet (Tab. 41).

Die Sensitivität der sonographischen Diagnostik für das Vorliegen eines Septums lag bei 83 %, die Spezifität bei 75 %. Bei der Frage nach einer Septierung des Ersten SSF lag der positive Vorhersagewert (PPV) der Sonographie demnach bei 83 %, der negative Vorhersagewert (NPV) bei 75 %. Mit 16 von 20 korrekt zugeordneten Patienten betrug die Overall Accuracy (ACC) der Sonographie 80 % (Tab. 41).

Im sonographischen Nachweis eines Kompartimentes des Ersten SSF war der semiquantitative Septum-Score (PPV = 83 %) der ausschließlich visuellen Einschätzung (Tab. 42) durch den radiologischen Auswerter (PPV = 88 %) gleichwertig, wies jedoch eine höhere Sensitivität (TPR = 83 %) als die rein visuelle Einschätzung (TPR = 58 %) auf.

Von den einzelnen sonographischen Kriterien der Kompartimentierung trugen die Merkmale ‚Geschlossener EPB-Ring‘ (PPV = 80 %), ‚Dorsale Einziehung‘ (PPV = 83 %), ‚Radiale Knochenleiste‘ (PPV = 100 %) und ‚Septumdicken-Quotient $Q_s \geq 0,8$ ‘ (PPV = 80 %) am stärksten zum Gesamtscore bei (Tab. 43).

Die Kriterien ‚Geschlossener EPB-Ring‘ (TNR = 88 %), ‚Dorsale Einziehung‘ (TNR = 88 %) und ‚Radiale Knochenleiste‘ (TNR = 100 %) besaßen zwar im Vergleich zum semiquantitativen Septum-Score (TNR = 75 %) eine jeweils höhere Spezifität, jedoch war ihre Sensitivität (TPR = 8–42 %) deutlich geringer als die Sensitivität des Septum-Score (TPR = 83 %). Die ACC der Sonographie betrug mit dem semiquantitativen Septum-Score 80 % und war damit ebenfalls höher als bei den genannten Einzelkriterien. Damit war der gewichtete Sono-Septum-Score mit einem Grenzwert von 4 den Einzelkriterien, die jeweils seltener nachweisbar sind, überlegen.

Der sonographische Ausschluss eines Kompartimentes des Ersten SSF gelang mit dem semiquantitativen Septum-Score (NPV = 75 %) deutlich besser als mit der rein visuellen Einschätzung durch den radiologischen Auswerter (NPV = 58 %). Die ACC der Sonographie betrug mit dem semiquantitativen Septum-Score (Tab. 41) 80 % und war höher als bei der ausschließlich visuellen Einschätzung (Tab. 42) durch den radiologischen Auswerter mit 70 %.

Tabelle 43: Vergleich der sonographischen Kriterien eines Kompartiments des Ersten Strecksehnenfachs mit den operativen Befunden, Statistik

Sono-Kriterium Septum	Ausprägung	Anzahl im Sono insgesamt	Anteil bezogen auf Patienten mit Sono-Merkmal	PPV	NPV	TPR/ Sensitivität	TNR/ Spezifität	ACC
Alle Patienten	Ohne Septum	8	0,40					
	Mit Septum	12	0,60					
	Alle	20						
Geschlossener EPB-Ring	Ohne Septum	1	0,20	80 %	47 %	33 %	88 %	55 %
	Mit Septum	4	0,80					
	Alle	5						
EPB-Abstand \geq 0,5 mm	Ohne Septum	6	0,33	67 %	100 %	100 %	25 %	70 %
	Mit Septum	12	0,67					
	Alle	18						
EPB-Abstand \leq 0,5 mm	Ohne Septum	3	0,75	25 %	31 %	8 %	63 %	30 %
	Mit Septum	1	0,25					
	Alle	4						
Quotient \geq 0,8	Ohne Septum	3	0,20	80 %	100 %	100 %	63 %	85 %
	Mit Septum	12	0,80					
	Alle	15						
Quotient \leq 0,8	Ohne Septum	6	0,86	14 %	15 %	8 %	25 %	15 %
	Mit Septum	1	0,14					
	Alle	7						
Einziehung dorsal	Ohne Septum	1	0,17	83 %	50 %	42 %	88 %	60 %
	Mit Septum	5	0,83					
	Alle	6						
Radiale Knochenleiste	Ohne Septum	0	0,00	100 %	42 %	8 %	100 %	45 %
	Mit Septum	1	1,00					
	Alle	1						
Septum visuell	Ohne Septum	1	0,13	88 %	58 %	58 %	88 %	70 %
	Mit Septum	7	0,88					
	Alle	8						
Sono-Septum-Score \geq 4	Ohne Septum	2	0,17	83 %	75 %	83 %	75 %	80 %
	Mit Septum	10	0,83					
	Alle	12						

Legende: TPR – True Positive Rate/Sensitivität, TNR – True Negative Rate/Spezifität, PPV – Positive Predictive Value/positiver Vorhersagewert, NPV – Negative Predictive Value/negativer Vorhersagewert, ACC – Overall Accuracy; ACC = richtig positiv + richtig negativ

4.6.1.2. Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs

Die Anzahl der sonographisch beschriebenen Bündel von APL- und EPB-Sehnen stimmte mit den jeweiligen intraoperativen Befunden vollständig überein ($r = 1$; Tab. 44; Abb. 55). Gleiches gilt für das in der Sonographie erkennbare und intraoperativ vorgefundene relative Volumen der EPB- und APL-Sehnen (Abb. 56).

Tabelle 44: Sehnenanomalien im Ersten Strecksehnenfach, Vergleich von Sonographie und operativem Befund

Bildgebende Kriterien für Sehnenanomalien	Übereinstimmung Sono/ intraoperativer Befund
	r
Anzahl der EPB-Sehnen	1
Anzahl der APL-Sehnen	1
EPB/APL relatives Sehnenvolumen visuell	1

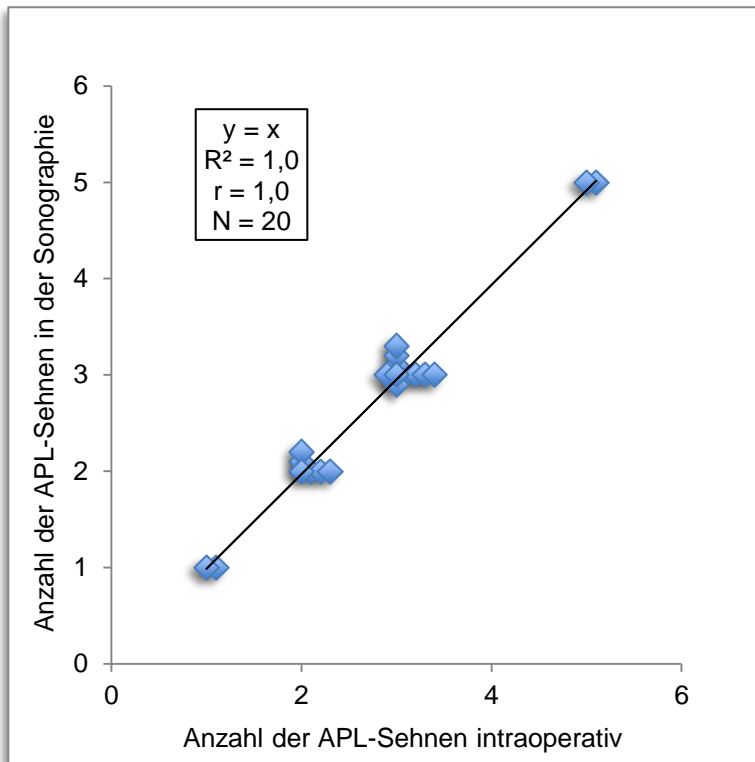


Abbildung 55: Anzahl der Abductor-pollicis-longus-Sehnen, Vergleich von Sonographie und operativem Befund

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

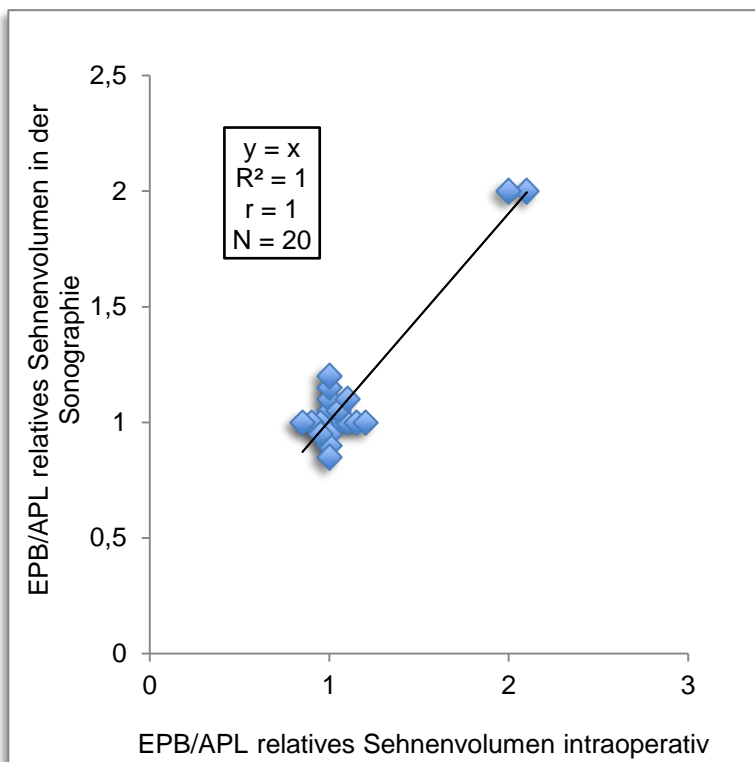


Abbildung 56: Relatives Volumen von Extensor-pollicis-brevis- und Abductor-pollicis-longus-Sehne, Vergleich von Sonographie und operativem Befund

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

4.6.1.3. Entzündliche und degenerative Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs

Der Sono-Entzündungs-Score für das Erste SSF wurde mit den intraoperativen makroskopischen Befunden (Tab. 16) verglichen. Der Sono-Entzündungs-Score des Ersten SSF betrug bei fehlendem Septum 2–10 Punkte (Mittelwert 5,5 Punkte) und bei vorhandenem Septum 0–7 Punkte (Mittelwert 4,1 Punkte). Insgesamt fand sich eine starke Übereinstimmung von Sonographie und intraoperativem Befund ($r = 0,74$).

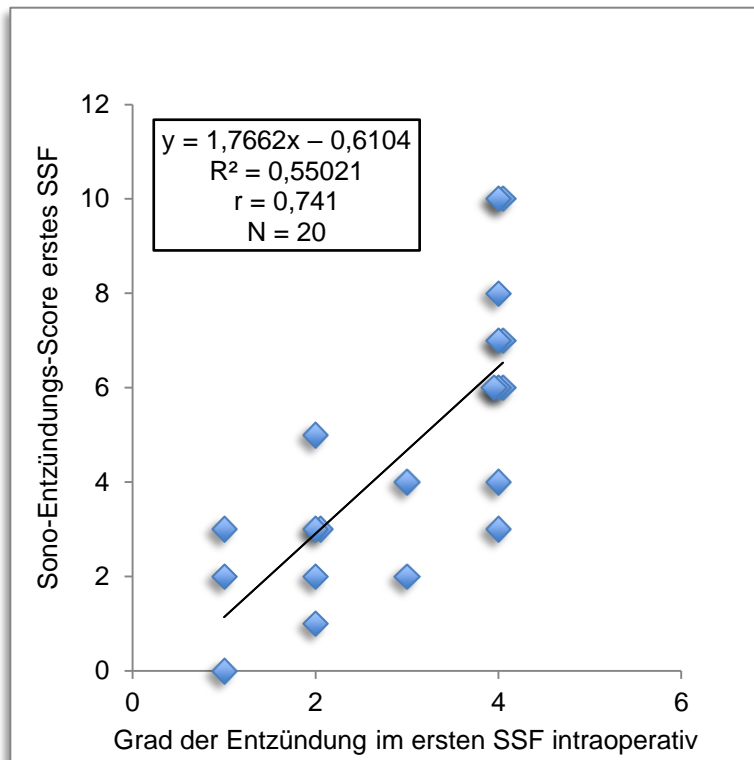


Abbildung 57: Ausmaß entzündlicher Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs, Vergleich von Sonographie und operativem Befund

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

4.6.1.4. Entzündliche und degenerative Veränderungen des Zweiten Strecksehnenfachs

Bei insgesamt fünf Patienten wurde das Zweite SSF auf Grund des klinischen Befundes intraoperativ eröffnet und die Sehnen wurden debridiert. Der Sono-Entzündungs-Score für das Zweite SSF korrelierte stark ($r = 0,70$) mit dem intraoperativen makroskopischen Befund (Tab. 16).

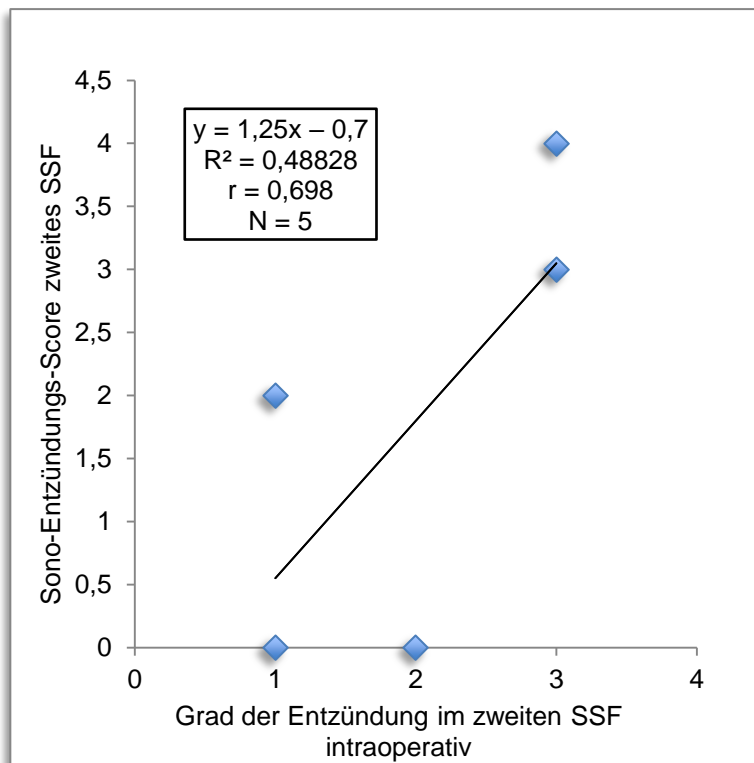


Abbildung 58: Ausmaß entzündlicher Veränderungen des Zweiten Strecksehnenfachs, Vergleich von Sonographie und operativem Befund

Legende:

r = Korrelationskoeffizient,

R^2 = Bestimmtheitsmaß

4.6.2. Magnetresonanztomographische Befunde

4.6.2.1. Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs

Die präoperative visuelle MR-Diagnostik und der MR-Septum-Score wurden mit dem intraoperativen Befund eines Septums im Ersten SSF verglichen.

Tabelle 45: Vergleich von Magnetresonanz-Septum-Score des Ersten Strecksehnenfachs und intraoperativem Befund, Sensitivität und Spezifität

MR-Septum-Score	Intraoperativ Septum gesichert (N = 12)	Intraoperativ kein Septum (N = 8)	Vorhersagewerte
MR-Zeichen eines Septums/Score ≥ 4 (N = 11)	Richtig positiv = 9 TPR = 75 %	TPR = 75 % Falsch positiv = 2 FPR = 25 %	PPV = 82 %
MRT kein Septum/Score < 4 (N = 9)	Falsch negativ = 3 FNR = 25 %	Richtig negativ = 6 TNR = 75 %	NPV = 67 %

Legende: TPR – True Positive Rate/Sensitivität, FPR – False Positive Rate, FNR – False Negative Rate, TNR – True Negative Rate/Spezifität, PPV – Positive Predictive Value/positiver Vorhersagewert, NPV – Negative Predictive Value/negativer Vorhersagewert, ACC – Overall Accuracy; ACC = (richtig positiv + richtig negativ) / alle = 15 / 20 = 75 %

Tabelle 46: Vergleich von ausschließlich visueller Magnetresonanz-Diagnose eines kompartimentierten Ersten Strecksehnenfachs und operativem Befund, Sensitivität und Spezifität

Visuelle Kompartimentdiagnose	Intraoperativ Septum gesichert (N = 12)	Intraoperativ kein Septum (N = 8)	Vorhersagewerte
MR-Zeichen eines Septums (N = 10)	Richtig positiv = 8 TPR 67 %	Falsch positiv = 2 FPR = 25 %	PPV = 80 %
MRT kein Septum (N = 10)	Falsch negativ = 4 FNR = 33 %	Richtig negativ = 6 TNR = 75 %	NPV = 60 %

Legende: TPR – True Positive Rate/Sensitivität, FPR – False Positive Rate, FNR – False Negative Rate, TNR – True Negative Rate/Spezifität, PPV – Positive Predictive Value/positiver Vorhersagewert, NPV – Negative Predictive Value/negativer Vorhersagewert, ACC – Overall Accuracy; ACC = (richtig positiv + richtig negativ) / alle = 14 / 20 = 70 %

Bei einem Grenzwert des semiquantitativen Septum-Scores von 4 Punkten wurde nach MR-Kriterien das Vorliegen eines Septums angenommen. Unter dieser Bedingung wurden in der MRT neun von zwölf operativ gesicherten Septen richtig erkannt (TPR/Sensitivität 75 %). Bei sechs von acht Patienten ohne Septum sprach die präoperative MR-Diagnostik mit einem Score unter 4 gegen ein Septum (TNR/Spezifität 75 %). Es wurden unter dieser Bedingung mit der MRT drei von zwölf Patienten (25 %, alle Score 0) falsch negativ und zwei von acht Patienten (25 %, jeweils Score 6) falsch positiv eingeordnet (Tab. 45).

Im MR-Nachweis eines Kompartimentes des Ersten SSF war der semiquantitative Septum-Score (PPV = 82 %) der ausschließlich visuellen Einschätzung (Tab. 46) durch den radiologischen Auswerter (PPV = 80 %) gleichwertig, besaß jedoch eine etwas höhere Sensitivität (TPR = 75 % gegenüber TPR = 67 %). Die Spezifität (TNR) der MR-Diagnostik für das Vorliegen eines Septums betrug 75 %, unabhängig von der Benutzung des Septum-Scores (Tab. 47).

Von den einzelnen MR-Kriterien der Kompartimentierung trugen die Merkmale ‚Geschlossener EPB-Ring‘ (PPV = 80 %), ‚Dorsale Einziehung‘ (PPV = 100 %), ‚Radiale Knochenleiste‘ (PPV = 100 %), ‚EPB-Abstand $\geq 0,5\text{mm}$ ‘ (PPV = 82 %) und ‚Septumdicken-Quotient $Q_S \geq 0,8$ ‘ (PPV = 82 %) am stärksten zum Gesamtscore bei (Tab. 47).

Die Kriterien ‚Geschlossener EPB-Ring‘ (TNR = 88 %), ‚Dorsale Einziehung‘ (TNR = 100 %) und ‚Radiale Knochenleiste‘ (TNR = 100 %) besaßen zwar im Vergleich zum semiquantitativen Septum-Score (TNR = 75 %) eine jeweils höhere Spezifität, jedoch war ihre Sensitivität (TPR = 33–34 %) deutlich geringer als die Sensitivität des Septum-Scores (TPR = 75 %). Die ACC der MRT betrug mit dem semiquantitativen Septum-Score 75 % und war damit ebenfalls höher als bei den genannten Kriterien. Damit war der gewichtete MR-Septum-Score mit einem Grenzwert von 4 den Einzelkriterien, die jeweils seltener nachweisbar sind, überlegen.

Der Ausschluss eines Kompartimentes des Ersten SSF gelang mit dem semiquantitativen MR-Septum-Score (NPV = 75 %) und mit der rein visuellen Einschätzung des MR-Befundes durch den radiologischen Auswerter (NPV = 70 %) etwa gleich gut. Die ACC der MR-Diagnostik eines Septums des Ersten SSF betrug unter Verwendung des semiquantitativen Septum-Scores 75 % und bei ausschließlich visueller Einschätzung 70 % und war ebenfalls etwa gleich gut (Tab. 45; Tab. 46).

Tabelle 47: Vergleich der Magnetresonanz-Kriterien eines Kompartiments mit den intraoperativen Befunden, Statistik

MR-Kriterium Septum	Ausprägung	Anzahl in der MRT insgesamt	Anteil bezogen auf Patienten mit MRT-Merkmal	PPV	NPV	TPR/ Sensitivität	TNR/ Spezifität	ACC
Alle Patienten	Ohne Septum	8	0,40					
	Mit Septum	12	0,60					
	Alle	20						
Geschlossener EPB-Ring	Ohne Septum	1	0,20	80 %	47 %	33 %	88 %	55 %
	Mit Septum	4	0,80					
	Alle	5						
EPB-Abstand \geq 0,5 mm	Ohne Septum	2	0,18	82 %	67 %	75 %	75 %	75 %
	Mit Septum	9	0,82					
	Alle	11						
EPB-Abstand \leq 0,5 mm	Ohne Septum	6	0,67	33 %	18 %	25 %	25 %	25 %
	Mit Septum	3	0,33					
	Alle	9						
Quotient \geq 0,8	Ohne Septum	2	0,18	82 %	67 %	75 %	75 %	75 %
	Mit Septum	9	0,82					
	Alle	11						
Quotient \leq 0,8	Ohne Septum	7	0,70	30 %	10 %	25 %	13 %	20 %
	Mit Septum	3	0,30					
	Alle	10						
Einziehung dorsal	Ohne Septum	0	0,00	100 %	50 %	33 %	100 %	60 %
	Mit Septum	4	1,00					
	Alle	4						
Radiale Knochenleiste	Ohne Septum	0	0,00	100 %	50 %	33 %	100 %	60 %
	Mit Septum	4	1,00					
	Alle	4						
Septum visuell	Ohne Septum	2	0,20	80 %	60 %	67 %	75 %	70 %
	Mit Septum	8	0,80					
	Alle	10						
MR-Septum-Score \geq 4	Ohne Septum	2	0,18	82 %	67 %	75 %	75 %	75 %
	Mit Septum	9	0,82					
	Alle	11						

Legende: TPR – True Positive Rate/Sensitivität, TNR – True Negative Rate/Spezifität, PPV – Positive Predictive Value/positiver Vorhersagewert, NPV – Negative Predictive Value/negativer Vorhersagewert, ACC – Overall Accuracy; ACC = (richtig positiv + richtig negativ)

4.6.2.2. Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs

Die Anzahl der in der MRT und intraoperativ beschriebenen Bündel von APL- und EPB-Sehnen und das in der MRT erkennbare und intraoperative relative Volumen der EPB- und APL-Sehnen stimmten in allen Fällen ($r = 1$) mit den jeweiligen intraoperativen Befunden überein (Tab. 48; Abb. 59; Abb. 60).

Tabelle 48: Sehnenanomalien im Ersten Strecksehnenfach, Vergleich von Magnetresonanz- und operativem Befund

Bildgebende Kriterien für Sehnenanomalien	Übereinstimmung MRT/intraoperativer Befund
	r
Anzahl der EPB-Sehnen	1
Anzahl der APL-Sehnen	1
EPB/APL relatives Sehnenvolumen visuell	1

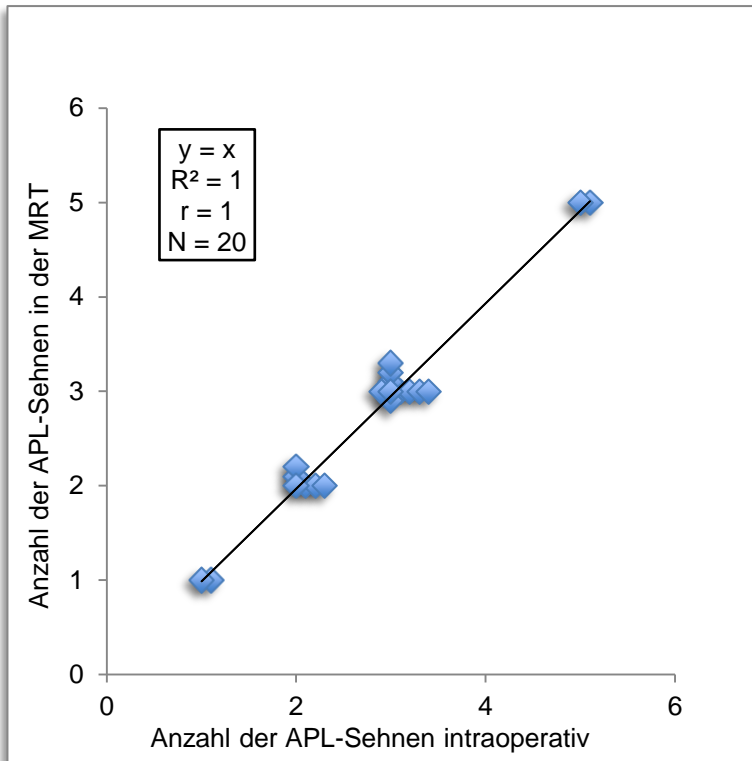


Abbildung 59: Anzahl der Abductor-pollicis-longus-Sehnen, Vergleich von Magnetresonanz- und operativem Befund

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

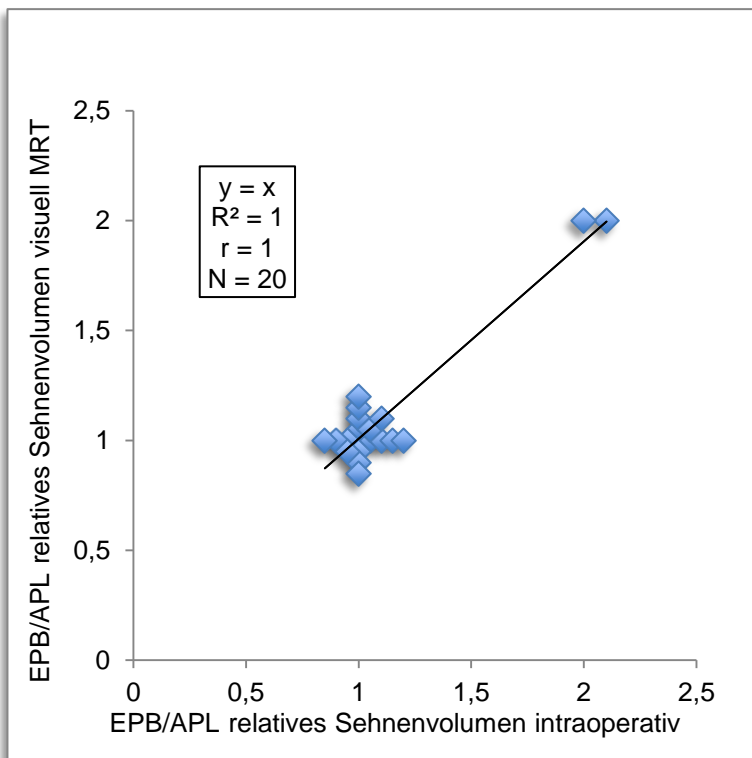


Abbildung 60: Relatives Volumen der Extensor-pollicis-brevis- und Abductor-pollicis-longus-Sehnen, Vergleich von Magnetresonanz- und operativem Befund

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

4.6.2.3. Entzündliche und degenerative Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs

Der MR-Entzündungs-Score für das Erste SSF wurde mit den intraoperativen makroskopischen Befunden (wie in Tab. 16 beschrieben) verglichen. Er betrug bei fehlendem Kompartiment 1–10 Punkte (Mittelwert 5,4 Punkte) und bei vorhandenem Kompartiment 1–8 Punkte (Mittelwert 4,5 Punkte). Es bestand eine starke Übereinstimmung ($r = 0,74$) zwischen dem mit der MRT vorhergesagten und dem intraoperativ gefundenen Entzündungsgrad im Ersten SSF.

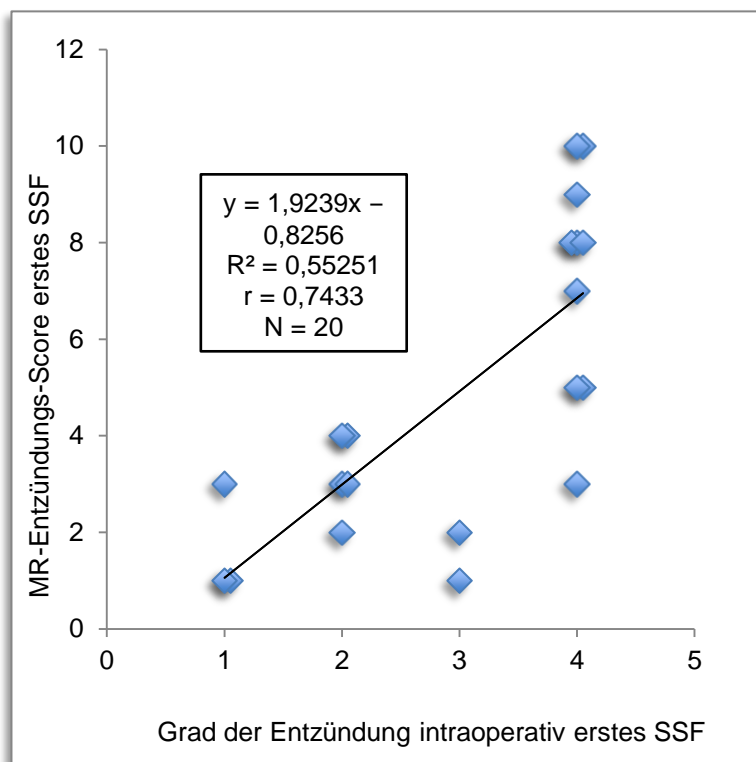


Abbildung 61: Entzündungsgrad des Ersten Strecksehnenfachs, Vergleich von Magnetresonanz-Entzündungs-Score und operativem Befund

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

4.6.2.4. Entzündliche und degenerative Veränderungen des Zweiten Strecksehnenfachs

Der MR-Entzündungs-Score für das Zweite SSF wurde mit den intraoperativen makroskopischen Befunden (wie in Tab. 16 beschrieben) verglichen. Es bestand eine mäßige Übereinstimmung ($r = 0,52$) zwischen dem mit der MRT vorhergesagten und dem intraoperativ gefundenen Entzündungsgrad im Ersten SSF.

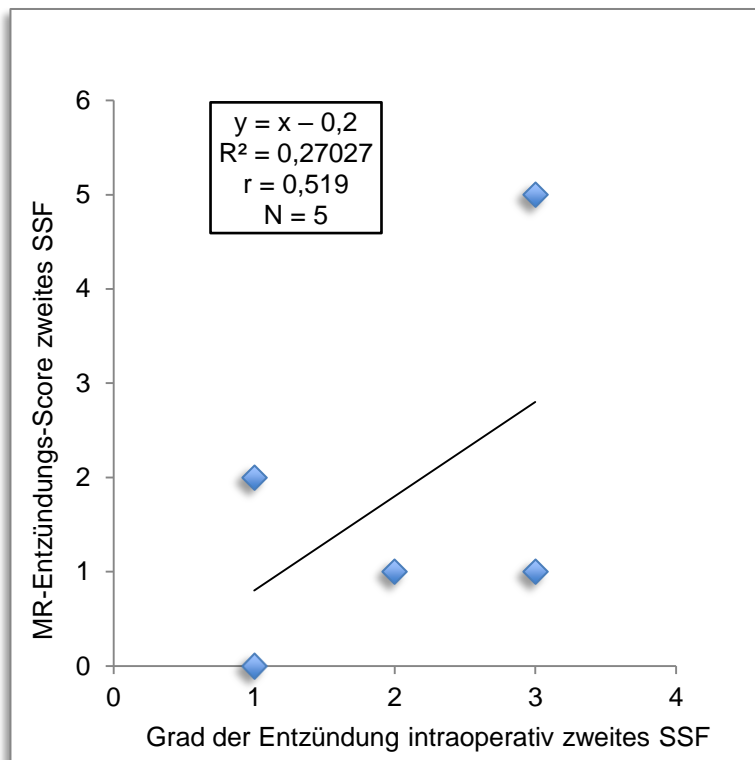


Abbildung 62: Entzündungsgrad des Zweiten Strecksehnenfachs, Vergleich von Magnetresonanz-Entzündungs-Score und operativem Befund

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

4.7. Vergleich der radiologischen Befunde mit den klinischen Befunden

4.7.1. Sonographische Befunde

Die in der Sonographie erhobenen Befunde und Scores wurden den klinischen Befunden VAS-Score und Quick-DASH-Score zum Zeitpunkt T1 gegenübergestellt und die Übereinstimmung wurde mit dem Korrelationskoeffizienten (r) geprüft.

4.7.1.1. Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs

Die in der Sonographie erhobenen Befunde und Scores für das Vorliegen eines Septums im Ersten SSF (Sono-Septum-Score) wurden den klinischen Befunden gegenübergestellt. Zwischen dem Sono-Septum-Score und dem VAS bestand eine sehr schwache ($r = -0,16$), dazu

unerwartet negative Korrelation; mit dem Quick-DASH-Score bestand eine schwache ($r = 0,27$) Korrelation (Abb. 63; Abb. 64) und damit kein klinisch verwertbarer Zusammenhang.

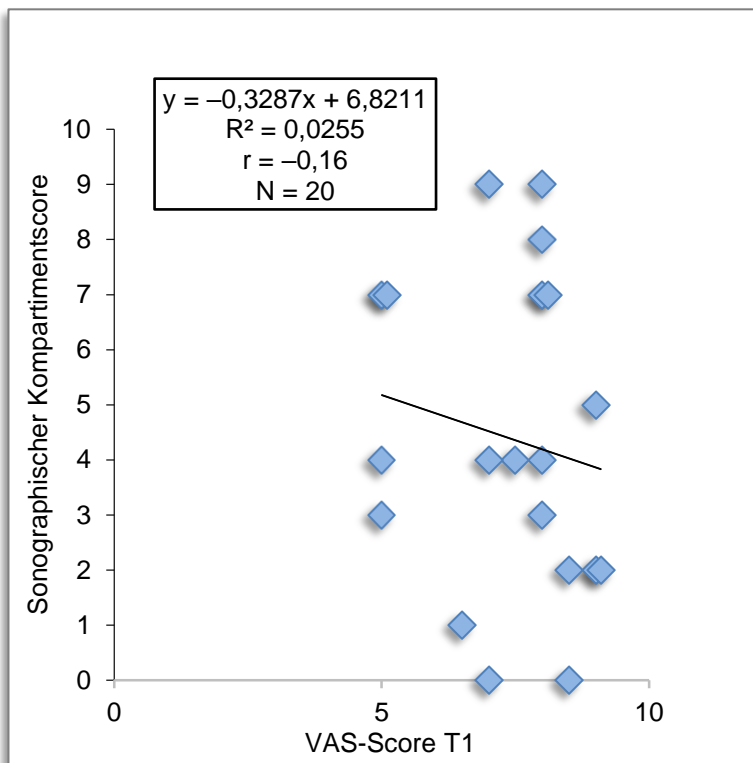


Abbildung 63: Vergleich des Sono-Septum-Scores des Ersten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Visuelle-Analogskala-Score

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

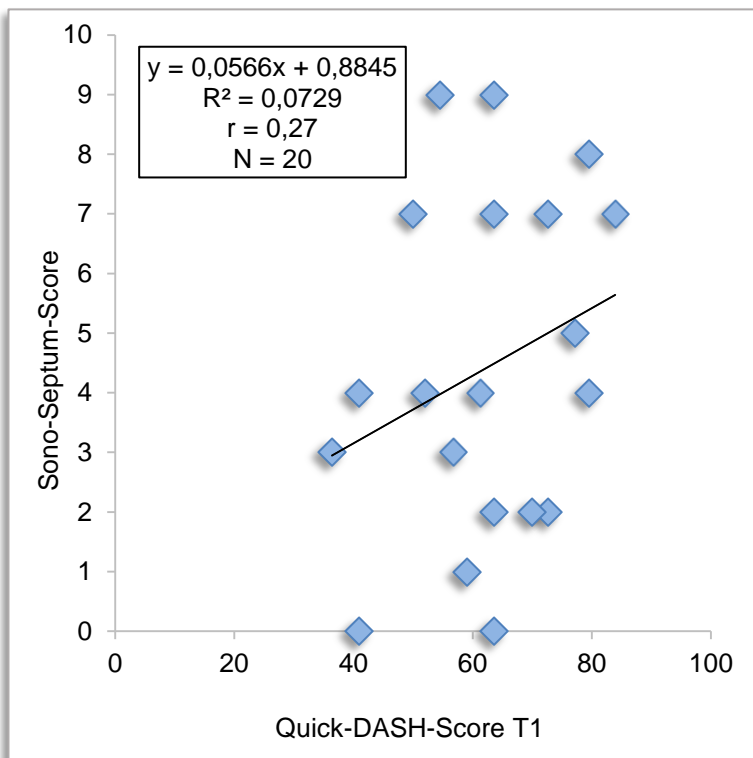


Abbildung 64: Vergleich des Sono-Septum-Scores des Ersten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

4.7.1.2. Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs

Die sonographisch beschriebene Anzahl der Bündel von APL-Sehnen wurde dem VAS-Score und Quick-DASH-Score zum Zeitpunkt T1 gegenübergestellt und die Korrelation wurde geprüft. Zwischen der sonographisch beschriebenen Anzahl der APL-Sehnenbündel und dem VAS ($r = 0,19$) bzw. dem Quick-DASH-Score ($r = 0,21$) bestand eine schwache bis sehr schwache, klinisch unzureichende Korrelation (Abb. 65; 66)

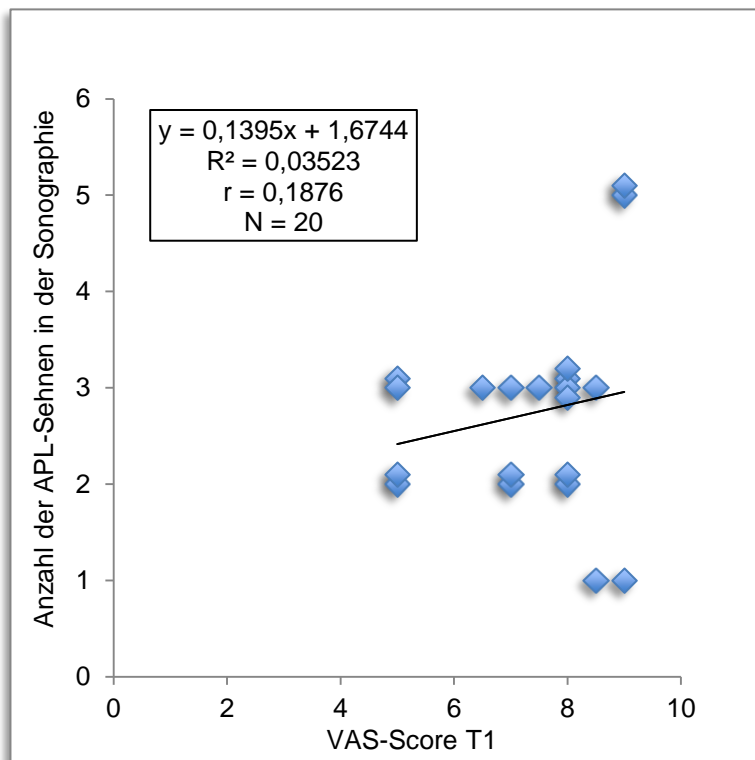


Abbildung 65: Vergleich der sonographisch erkennbaren Anzahl der Abductor-pollicis-longus-Sehnen mit dem präoperativen Visuelle-Analogskala-Score

Legende:

r = Korrelationskoeffizient,

R^2 = Bestimmtheitsmaß

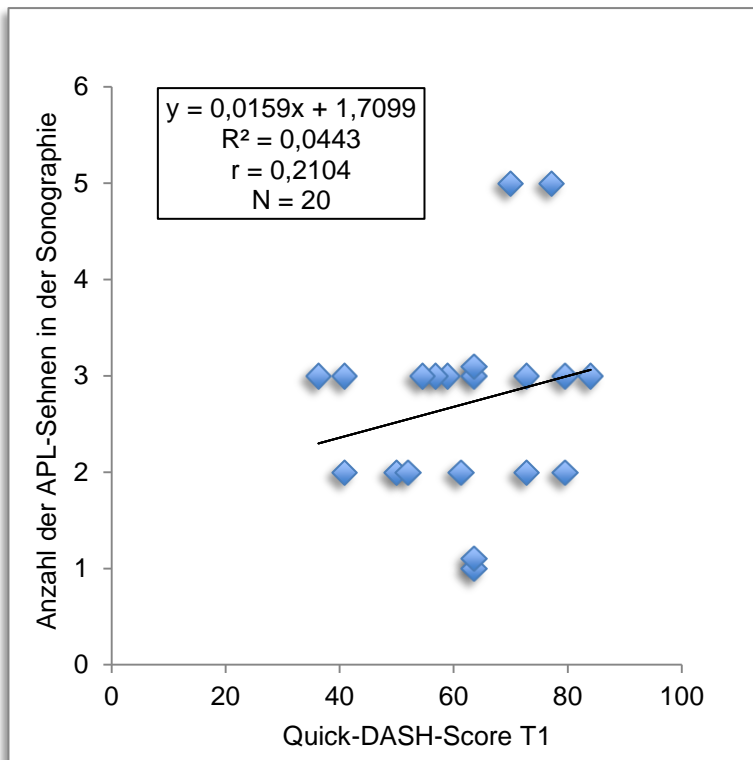


Abbildung 66: Vergleich der sonographisch erkennbaren Anzahl der Abductor-pollicis-longus-Sehnen mit dem präoperativen Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R² = Bestimmtheitsmaß

4.7.1.3. Entzündliche und degenerative Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs

Der Sono-Entzündungs-Score für das Erste SSF wurde den klinischen Befunden VAS-Score und Quick-DASH-Score zum Zeitpunkt T1 gegenübergestellt. Zwischen dem Sono-Entzündungs-Score für das Erste SSF und dem VAS (Abb. 67) bestand ein schwacher ($r = 0,20$), klinisch unzureichender Zusammenhang. Hingegen bestand zwischen dem Sono-Entzündungs-Score und dem Quick-DASH-Score (Abb. 68) eine mäßige Korrelation ($r = 0,47$).

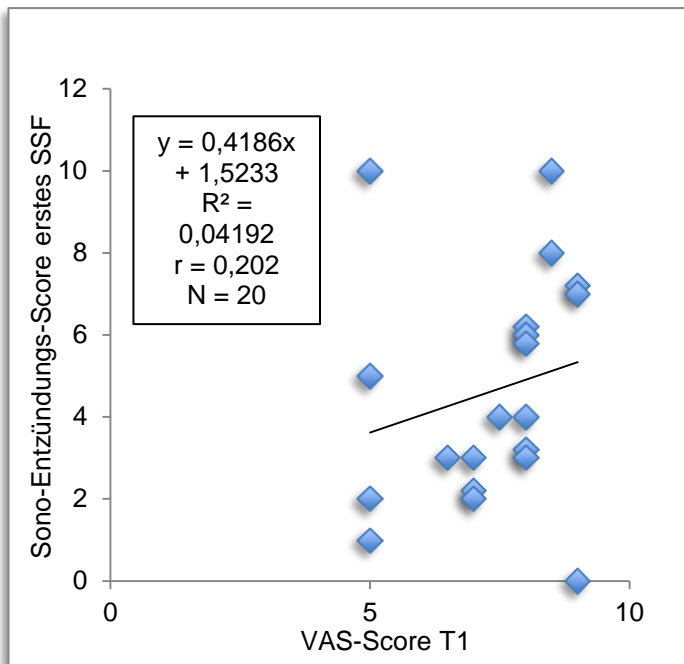


Abbildung 67: Vergleich des Sono-Entzündungs-Scores des Ersten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Visuelle-Analogskala-Score

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

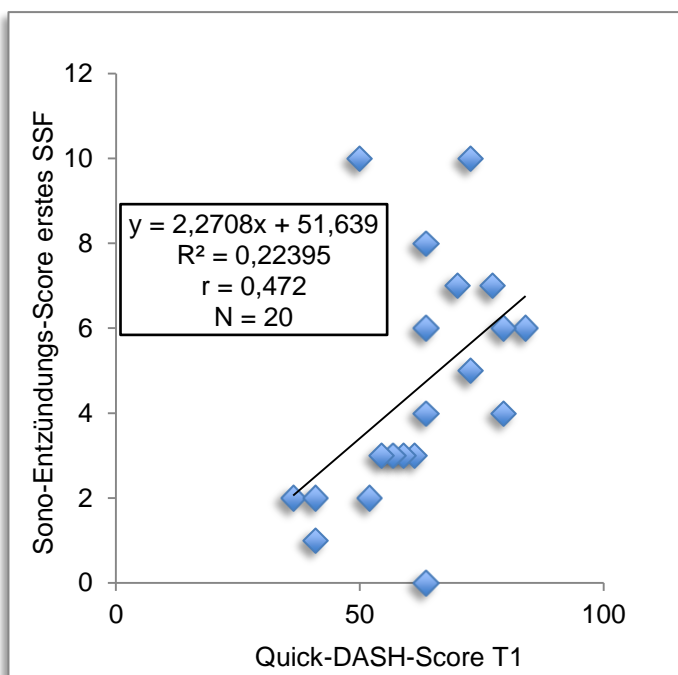


Abbildung 68: Vergleich des Sono-Entzündungs-Scores des Ersten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

4.7.1.4. Entzündliche und degenerative Veränderungen des Zweiten Strecksehnenfachs

Der Sono-Entzündungs-Score für das Zweite SSF wurde den klinischen Befunden VAS-Score und Quick-DASH-Score zum Zeitpunkt T1 gegenübergestellt. Zwischen dem Sono-Entzündungs-Score für das Zweite SSF und dem VAS bestand eine sehr schwache ($r = 0,12$) bzw. dem Quick-DASH-Score eine schwache ($r = 0,28$), insgesamt klinisch nicht verwertbare Korrelation (Abb. 69; Abb. 70).

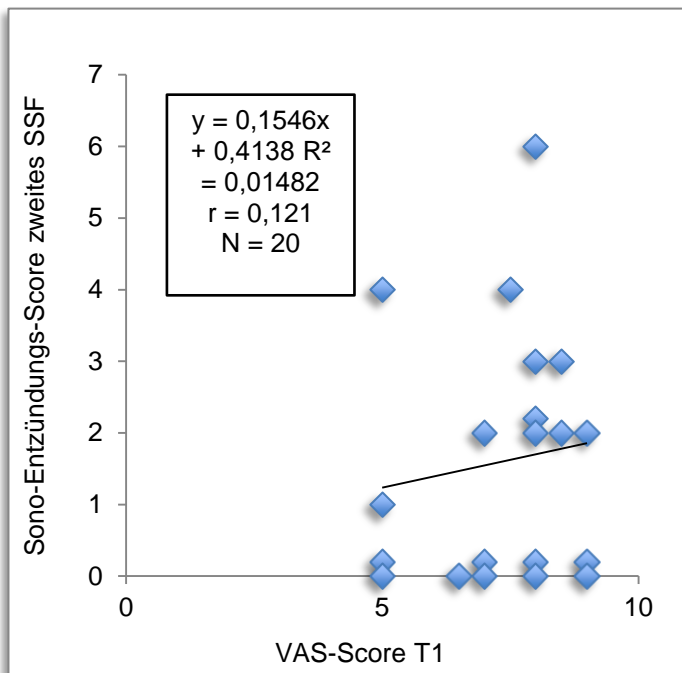


Abbildung 69: Vergleich des Sono-Entzündungs-Scores des Zweiten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Visuelle-Analogskala-Score

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

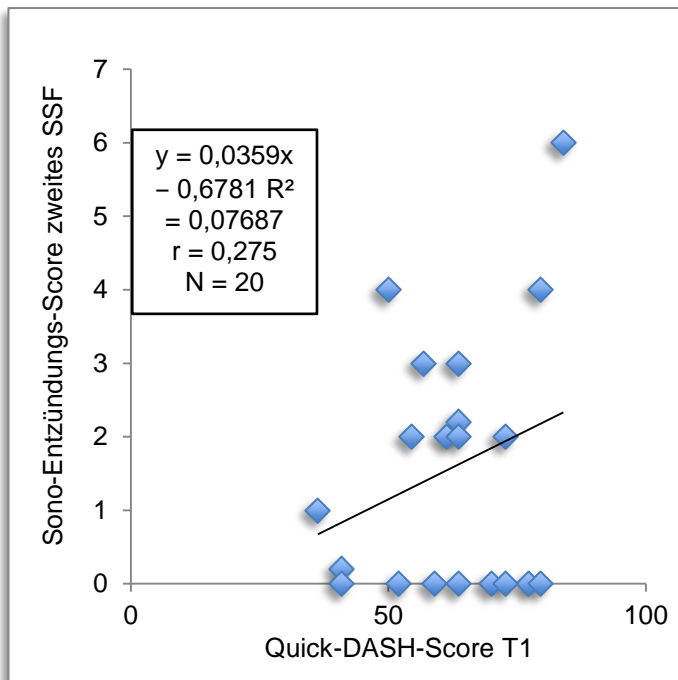


Abbildung 70: Vergleich des Sono-Entzündungs-Scores des Zweiten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

4.7.2. Magnetresonanztomographische Befunde

Die in der MRT erhobenen Befunde und Scores wurden den klinischen Befunden VAS-Score und Quick-DASH-Score jeweils zum Zeitpunkt T1 gegenübergestellt und die Zusammenhänge wurden geprüft.

4.7.2.1. Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs

Die in der MRT erhobenen Befunde und Scores für die Kompartimentierung des Ersten SSF (MR-Septum-Score) wurden den klinischen Befunden zum Zeitpunkt T1 gegenübergestellt. Zwischen dem MR-Septum-Score und dem präoperativen VAS-Score (Abb. 71) bestand eine schwache Korrelation ($r = 0,36$) bzw. mit dem Quick-DASH-Score (Abb. 72) ein mäßiger ($r = 0,43$) Zusammenhang.

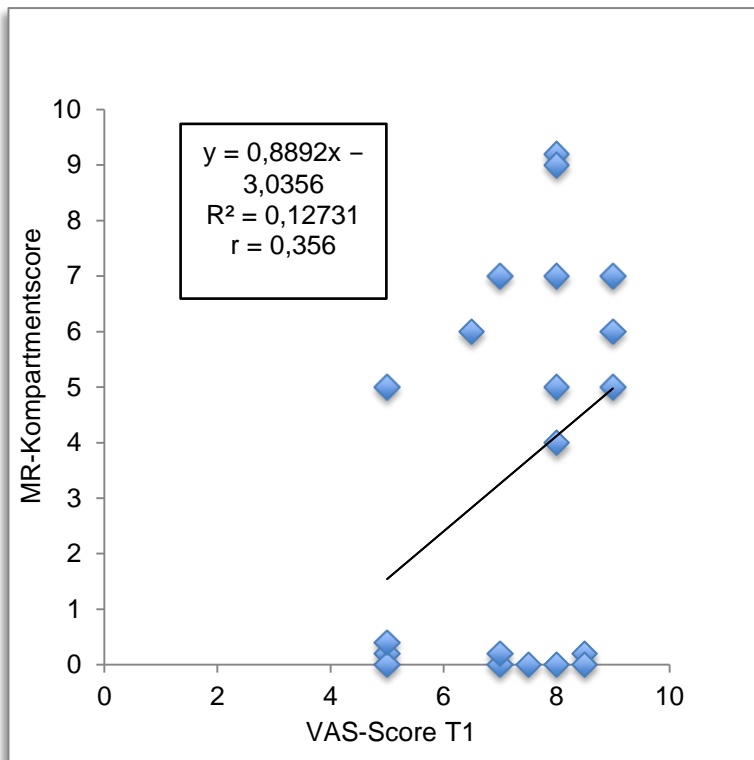


Abbildung 71: Vergleich des Magnetresonanz-Septum-Scores des Ersten Strecksehnenfachs mit dem prä-operativen Visuelle-Analogskala-Score

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R² = Bestimmtheitsmaß

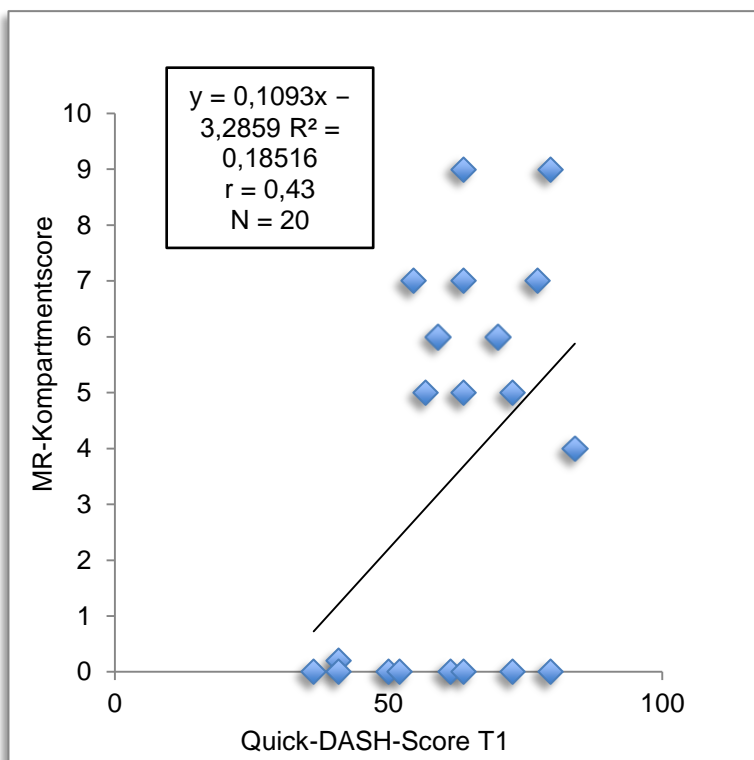


Abbildung 72: Vergleich des Magnetresonanz-Septum-Scores des Ersten Strecksehnenfachs mit dem prä-operativen Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R² = Bestimmtheitsmaß

4.7.2.2. Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs

Die in der MRT beschriebene Anzahl der Bündel von APL-Sehnen wurde dem VAS-Score und Quick-DASH-Score zum Zeitpunkt T1 gegenübergestellt und die Korrelation wurde geprüft. Zwischen der in der MRT beschriebenen Anzahl der APL-Sehnenbündel und dem VAS-Score ($r = 0,19$) bestand ein sehr schwacher bzw. dem Quick-DASH-Score ein schwacher ($r = 0,21$), diagnostisch nicht verwendbarer Zusammenhang (Abb. 73; Abb. 74).

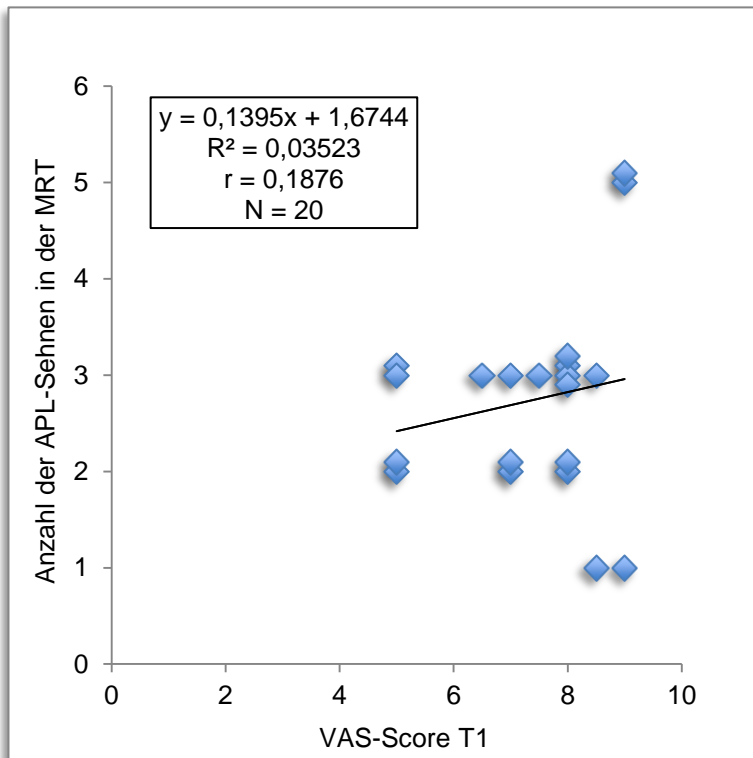


Abbildung 73: Vergleich der in der Magnetresonanztomographie erkennbaren Anzahl der Abductor-pollicis-longus-Sehnen mit dem präoperativen Visuelle-Analogskala-Score

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

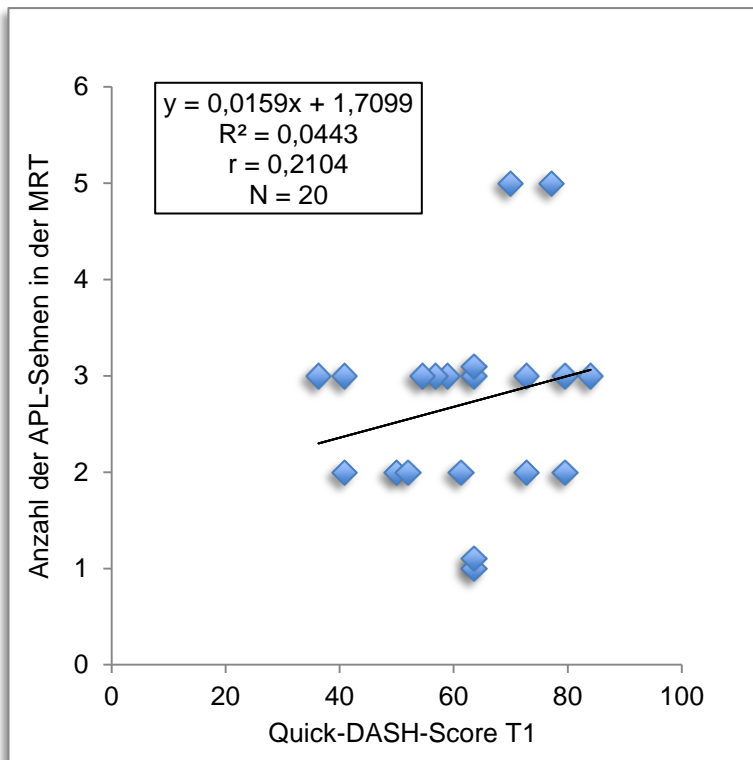


Abbildung 74: Vergleich der in der Magnetresonanztomographie erkennbaren Anzahl der Abductor-pollicis-longus-Sehnen mit dem präoperativen Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R² = Bestimmtheitsmaß

4.7.2.3. Entzündliche und degenerative Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs

Der MR-Entzündungs-Score des Ersten SSF wurde den klinischen Befunden VAS-Score und Quick-DASH-Score zum Zeitpunkt T1 gegenübergestellt. Zwischen dem Sono-Entzündungs-Score für das Erste SSF und dem VAS ($r = 0,25$) bzw. dem Quick-DASH-Score ($r = 0,35$) bestand ein schwacher, diagnostisch nicht verwendbarer Zusammenhang (Abb. 75; Abb. 76).

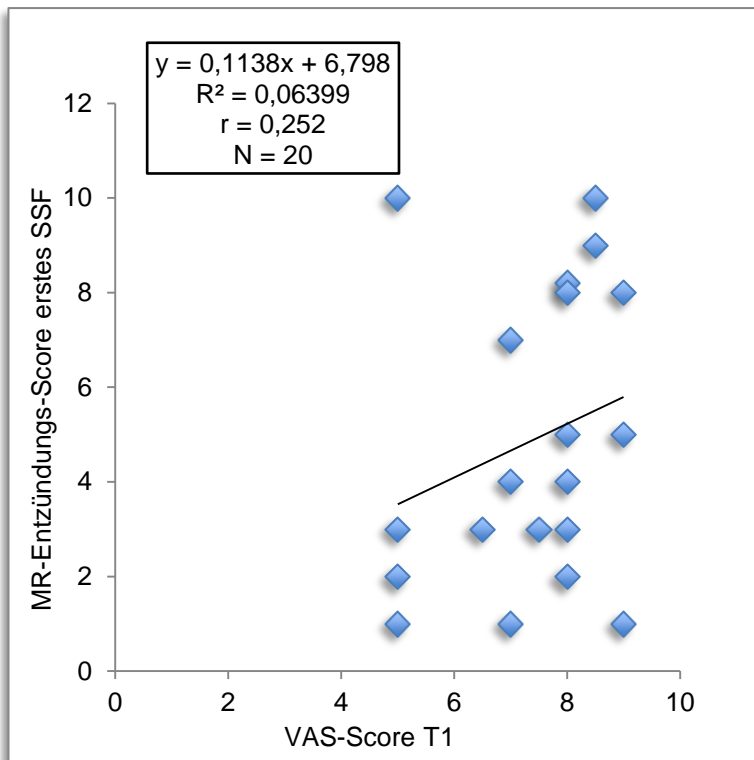


Abbildung 75: Vergleich des Magnetresonanz-Entzündungs-Scores des Ersten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Visuelle-Analogskala-Score

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

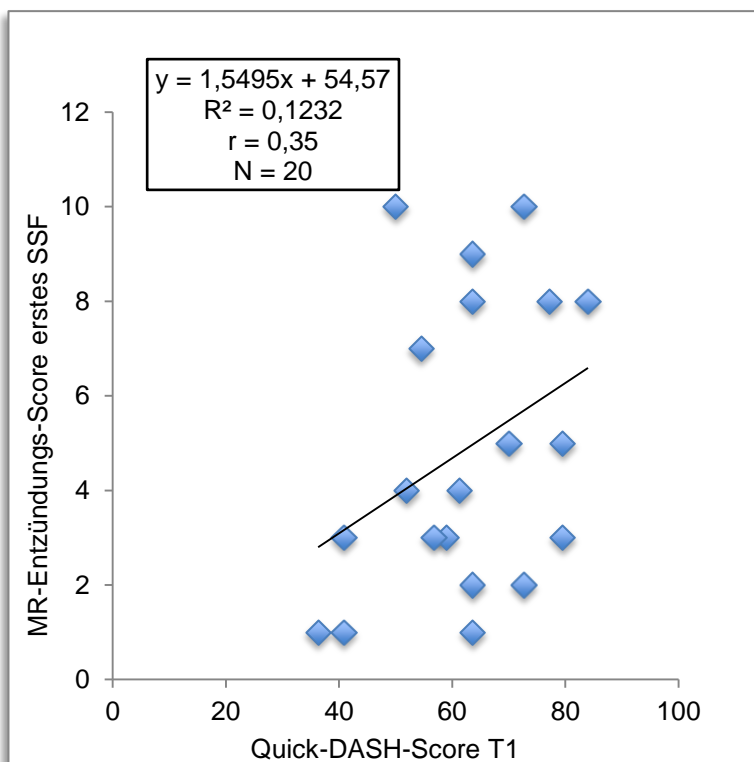


Abbildung 76: Vergleich des Magnetresonanz-Entzündungs-Scores des Ersten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

4.7.2.4. Entzündliche und degenerative Veränderungen des Zweiten Strecksehnenfachs

Der MR-Entzündungs-Score des Zweiten SSF wurde den klinischen Befunden VAS-Score und Quick-DASH-Score zum Zeitpunkt T1 gegenübergestellt. Zwischen dem Sono-Entzündungs-Score für das Zweite SSF und dem VAS ($r = 0,21$) bestand ein schwacher, diagnostisch nicht zu verwendender Zusammenhang; mit dem Quick-DASH-Score bestand keine Korrelation ($r = 0,00$; Abb. 77; Abb. 78).

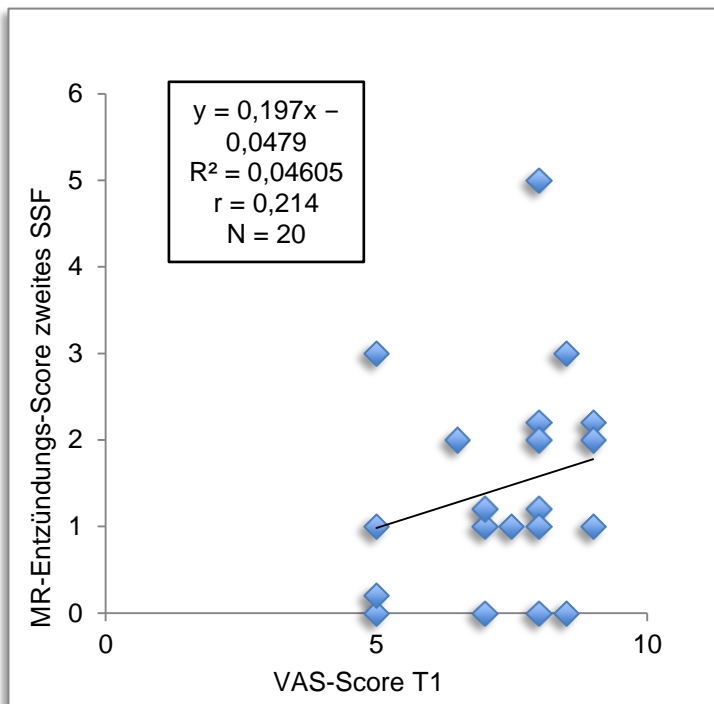


Abbildung 77: Vergleich des Magnetresonanz-Entzündungs-Scores des Zweiten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Visuelle-Analogskala-Score

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

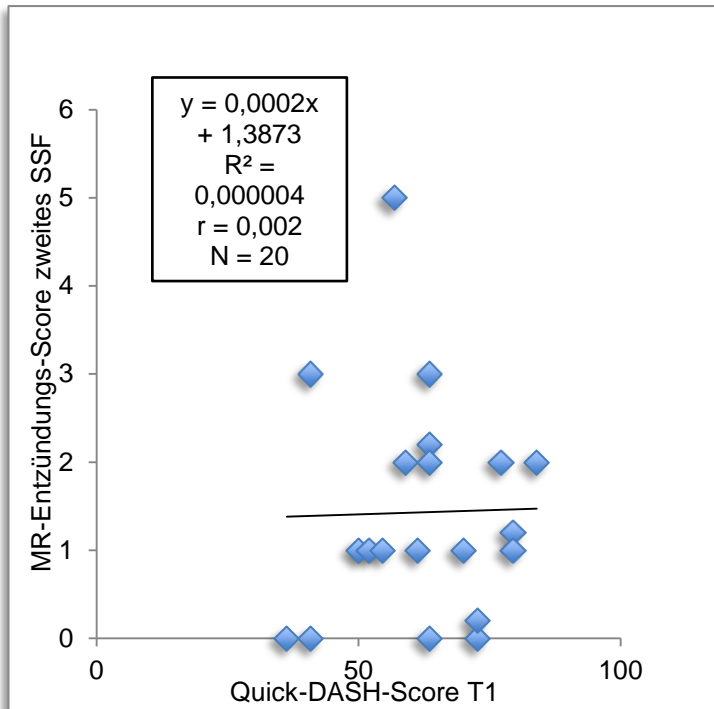


Abbildung 78: Vergleich des Magnetresonanz-Entzündungs-Scores des Zweiten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R² = Bestimmtheitsmaß

4.7.2.5. Entzündliche und degenerative Veränderungen der Radialen Säule

Der MR-Entzündungs-Score für entzündliche und degenerative Veränderungen der Radialen Säule wurde den klinischen Befunden VAS-Score und Quick-DASH-Score zum Zeitpunkt T1 gegenübergestellt. Zwischen dem MR-Entzündungs-Score für Veränderungen der Radialen Säule und dem VAS- ($r = 0,18$) bzw. dem Quick-DASH-Score ($r = 0,323$) bestand ein schwacher, diagnostisch nicht verwertbarer Zusammenhang (Abb. 79; Abb. 80).

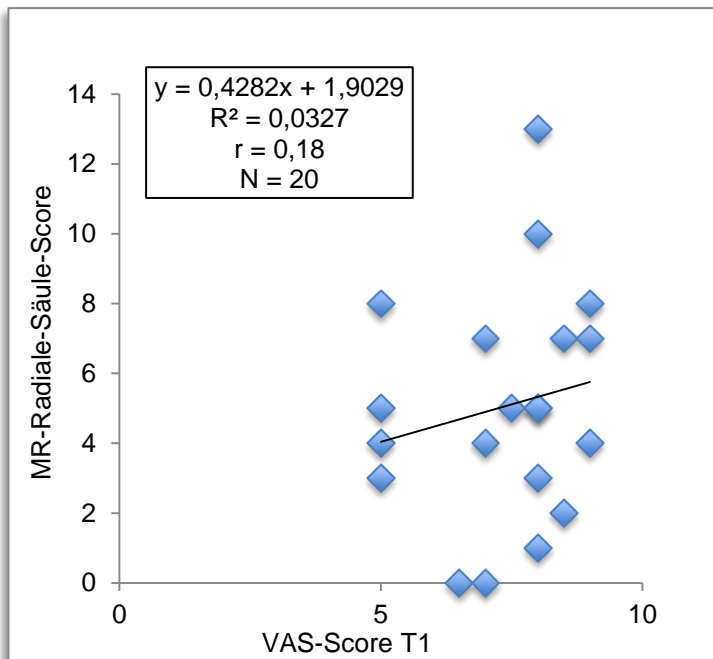


Abbildung 79: Vergleich des Magnetresonanz-Scores für entzündliche und degenerative Veränderungen der Radialen Säule mit dem präoperativen Visuelle-Analogskala-Score

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

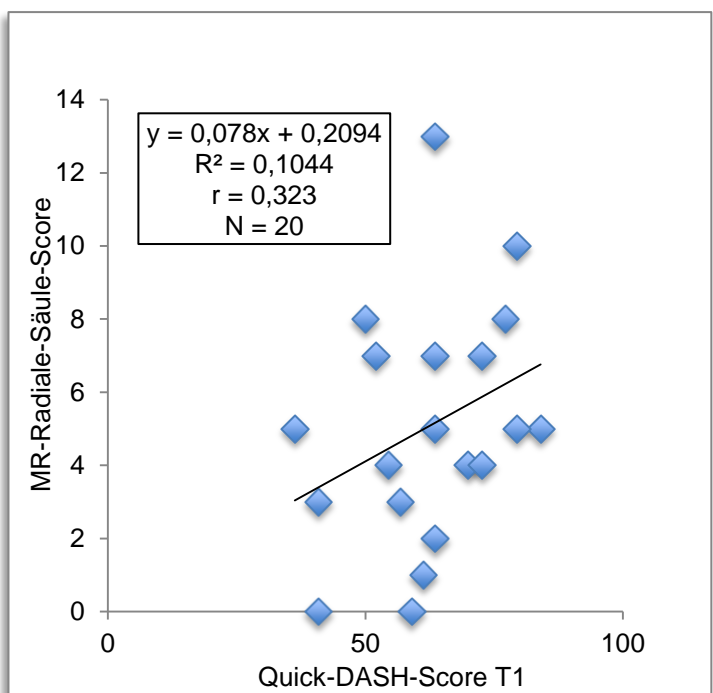


Abbildung 80: Vergleich des Magnetresonanz-Scores für entzündliche und degenerative Veränderungen der Radialen Säule mit dem präoperativen Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score

Legende:
 r = Korrelationskoeffizient,
 R^2 = Bestimmtheitsmaß

5. Diskussion

5.1. Vergleichbarkeit der Patienten der Studie

5.1.1. Auswahl der Patienten

Alle für die vorliegende Arbeit aufgenommenen Patienten mussten die typischen klinischen Zeichen einer TdQ präsentieren, d. h. einen Druckschmerz über dem Ersten SSF mit Bewegungseinschränkung des Daumens und mindestens einen positiven klinischen Test (Finkelstein-, Eichhoff- oder WHAT-Test). Die Diagnose der TdQ wurde ausschließlich anhand der klinischen Untersuchung gestellt.

Um eine Überlagerung der klinischen Symptomatik und Befunde und der bildgebenden Befunde zu verhindern, wurden Patienten mit voroperierter TdQ oder Zweiterkrankungen nicht in die Studie aufgenommen. Daher können keine Aussagen zu voroperierten Patienten getroffen werden.

Patienten mit chronischen rheumatischen Erkrankungen, akuten Gelenkentzündungen, frischen lokalen Infektionen, fortgeschrittenen, destruktiven Arthrosen des Ellbogen- und Handgelenkes sowie schwangere oder stillende Patientinnen wurden ausgeschlossen. Alle Patienten waren volljährig und mussten initial konservativ mittels Schonung, NSAR-Einnahme und 14 Tagen Ruhigstellung in Cast-Schiene oder spezieller immobilisierender Orthese erfolglos behandelt worden sein. Geschlecht, Alter, die dominante Hand und der Beruf hatten keinen Einfluss auf die Auswahl.

Die eigenen Auswahl- und Ausschlusskriterien sind strenger als in den meisten publizierten Untersuchungen, wodurch Vergleiche der Ergebnisse erschwert werden. Sie decken sich mit denen der sonographischen Vergleichsstudie von KWON et al. [46]. In Vergleichsstudien von CHOI et al. [14] und NAGAOKA et al. [27] wurden alle Patienten mit einer typischen klinischen Symptomatik einer TdQ ebenfalls initial konservativ behandelt, weitere Auswahlkriterien bestanden nicht.

Unter Berücksichtigung der oben genannten Kriterien wurden 20 Patienten in die eigene, prospektive Studie aufgenommen. Die Fallzahlen der publizierten klinisch-radiologischen und anatomischen Studien umfassen maximal 40 Patienten mit TdQ. Prospektive sonographische Studien, in denen der intraoperative Befund als Goldstandard definiert wurde, erfolgten von CHOI et al. [14] und KWON et al. [46]. Die sonographische Studie von NAGAOKA et al. [27] erfolgte retrospektiv. Eine prospektive MR-Studie wurde bisher nicht publiziert. In dieser Arbeit werden erstmals bei Patienten mit TdQ die präoperativen sonographischen und MR-Befunde untereinander und mit den operativen und histologischen Ergebnissen verglichen.

KWON et al. [46] untersuchten 40 Patienten, CHOI et al. [14] 13 Patienten und NAGAOKA et al. [27] 32 Patienten. Rein anatomische Studien enthielten höhere Fallzahlen. So verglichen JACKSON et al. die Anatomie des Ersten SSF von insgesamt 300 Leichenpräparaten, darunter von 40 früheren TdQ-Patienten, jedoch ohne Angaben zu Geschlecht und Alter [17].

In der eigenen Studie befanden sich 20 Patienten (20 Hände), davon zwölf (60 %) Frauen und acht (40 %) Männer, mit einem durchschnittlichen Alter von 41,5 Jahren (19–64 Jahre, davon Männer 41,5 Jahre und Frauen 41,4 Jahre). Neunzehn Patienten (95 %) waren Rechtshänder, ein Patient (5 %) Linkshänder. Es wurden 14 rechte (70 %) und sechs linke (30 %) Hände operiert, wobei es sich 15-mal (75 %) um die dominante Hand handelte. Mit einer beidseitigen TdQ stellten sich in dieser Studie zwei Frauen vor; nur die klinisch führende Seite wurde operiert und in die Studie aufgenommen.

KWON et al. [46] untersuchten 43 Hände bei 40 Patienten, davon 32 Frauen (80 %) und acht (20 %) Männer. Das durchschnittliche Alter der Patienten dieser Studie betrug 51 Jahre (8–74 Jahre), wobei 15-mal die rechte Hand, 22-mal die linke Hand und dreimal beide Hände untersucht wurden. Es wurden in 42 % die rechte und in 58 % die linke Hand untersucht, wobei es sich in 39 % um die dominante Hand handelte.

CHOI et al. [14] untersuchten 15 Hände bei 13 Patienten, ausschließlich (100 %) Frauen in einem mittleren Alter von 52,4 Jahren (41–62). Die rechte Hand war fünfmal, die linke Hand sechsmal und beide Hände zweimal betroffen. Die Seitendominanz wird nicht mitgeteilt.

NAGAOKA et al. [27] untersuchten 32 Hände bei gleicher Anzahl an Patienten in einem mittleren Alter von 47 Jahren (19–68). Die rechte Hand war zwölfmal, die linke Hand 20-mal betroffen.

LEE et al. [56] beschreiben in ihrer Studie das klinische Ergebnis nach Operation einer TdQ (DASH-Score-Verlauf) bei 33 Patienten (drei Männer und 30 Frauen) mit einem durchschnittlichen Alter von 37,6 Jahren (30–67).

CHANG et al. [26] untersuchten in der MRT die anatomischen Varianten innerhalb des Ersten SSF bei Patienten mit TdQ. Es handelte sich um 47 Patienten, davon 36 Frauen (77 %) und elf Männer (23 %), mit einem durchschnittlichen Alter von 51 Jahren (36–66).

In der eigenen Studie wurde bei einem Anteil von 95 % Rechtshändern in 70 % die rechte Hand operiert. Die linke Hand war im Seitenvergleich mit 30 % seltener betroffen als in den Vergleichsstudien, in denen die linke Hand mit 42 % bei KWON et al. [46], mit 53 % bei CHOI et al. [14] und mit 62,5 % bei NAGAOKA et al. [27] häufiger betroffen war, Angaben zur Händigkeit jedoch fehlten.

5.1.2. Klinische Befunde

Die typischen klinischen Zeichen einer TdQ sind ein Druckschmerz über dem Ersten SSF, Schmerzen bei der Abduktion des Daumens sowie ein positiver Finkelstein-Test. Die Diagnose einer TdQ wurde in dieser Studie rein klinisch anhand der genannten Symptome und Tests gestellt, wenn einer oder eines der drei Befunde und Zeichen vorhanden war. Dieses Vorgehen stimmt mit den Vergleichsstudien [14, 27, 46, 56] überein.

In der eigenen Studie erfolgten bei allen 20 Patienten eine prä- und zwei postoperative klinisch-funktionelle Untersuchungen. Dabei wurden die subjektive Schmerzempfindung und die Bewegungseinschränkung mit Hilfe der VAS und des Quick-DASH-Scores strukturiert und semiquantitativ erfasst. Bei jedem Patienten wurden zusätzlich zum Finkelstein-Test der Eichhoff-Test und der WHAT-Test durchgeführt. Hierüber wird in Vergleichsstudien nicht berichtet. Es waren bei allen 20 Patienten präoperativ nicht nur der Finkelstein-Test, sondern auch der Eichhoff- und der WHAT-Test positiv. Hierzu existiert keine Vergleichsliteratur.

Im Gegensatz dazu haben bisher nur wenige Studien die klinischen Ergebnisse nach operativer Behandlung einer symptomatischen TdQ semiquantitativ untersucht und systematisch ausgewertet [56].

5.1.2.1. Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score

Bei den eigenen Patienten betrug der Quick-DASH-Score über alle 20 Patienten gemittelt 62,1 Punkte (T1), 37,9 Punkte (T2; $p > 0,001$) und 12,9 Punkte (T3; $p > 0,001$). Er besserte sich durch die Operation in den ersten drei Monaten kontinuierlich um im Mittel 49,2 Punkte ($p > 0,001$; Tab. 22).

Bei den acht Patienten mit ungeteiltem Ersten SSF verbesserte sich der Quick-DASH-Score im Mittel von 55,6 (T1) über 40,3 (T2) auf 11,3 (T3). Bei den zwölf Patienten mit durch ein Septum geteiltem Ersten SSF verbesserte sich der Quick-DASH-Score im Mittel von 66,4 (T1) über 36,3 (T2) auf 13,9 (T3). Bereits visuell (Abb. 48) und bestätigt durch den Levene-Test der Varianzgleichheit (Tab. 22) unterscheiden sich die postoperativen Verläufe der Quick-DASH Scores bei Patienten, die ohne oder mit Kompartiment operiert wurden, nicht signifikant. Der gleichartige Verlauf der Quick-DASH-Scores belegt ein gleich gutes postoperatives Ergebnis bei beiden Untergruppen: Bei allen Patienten trat eine klinisch signifikante Besserung zu T2 und T3 ein (Tab. 22). Zwischen den TdQ-Patienten ohne und mit Septum bestand kein prognostischer Unterschied im Operationsergebnis unter der Bedingung, dass intraoperativ sorgfältig nach einem Septum gesucht wurde, dieses vollständig exzidiert wurde und bei allen Patienten eine identische Nachbehandlung (Kap. 2.7.2.2.) erfolgte.

LEE et al. [56] verwenden den älteren DASH-Score an Stelle des Quick-DASH-Scores und beschreiben an 33 Patienten eine Abnahme des DASH-Scores von 53,2 präoperativ auf postoperativ (Follow-up nach durchschnittlich 28,4 Monaten/18–39,5 Monaten) 3,45 ($p > 0,05$). In dieser Vergleichsstudie [56] wurde jedoch – im Gegensatz zur vorliegenden Studie – nicht zwischen Patienten mit und Patienten ohne Septum differenziert. Nur bei einem der Patienten war bei der letzten Nachbeobachtung der Finkelstein-Test positiv [56].

5.1.2.2. Visuelle Analogskala

Der mittlere Wert auf der **VAS** betrug über alle 20 Patienten dieser Studie gemittelt 7,4 Punkte (T1), 4,2 Punkte (T2; $p > 0,001$) und 1,0 Punkte (T3; $p > 0,001$). Er besserte sich durch die Operation in den ersten 3 Monaten im Mittel um 6,4 Punkte ($p > 0,001$; Tab. 23).

Bei den acht Patienten mit ungeteiltem Ersten SSF verringerte sich der Schmerz nach der VAS im Mittel von 7,1 (T1) über 4,2 (T2) auf 0,6 (T3). Bei den zwölf Patienten mit septiertem Ersten SSF verringerte sich der nach der VAS angegebene Schmerz im Mittel von 7,5 (T1) über 4,2 (T2) auf 1,3 (T3; Tab. 23). Bereits visuell besteht kein wesentlicher Unterschied der mittleren VAS-Scores zwischen den Patienten ohne und denen mit Kompartiment (Abb. 49). Durch den Levene-Test der Varianzgleichheit werden keine signifikanten Unterschiede im Verlauf der Schmerzen nach der VAS bestätigt (Tab. 23).

LEE et al. beschreiben an 33 Patienten eine signifikante Abnahme des durchschnittlichen VAS-Scores von 7,42 präoperativ auf 1,33 ($p > 0,05$) im Follow-up nach durchschnittlich 28,4 Monaten [56]. In dieser Vergleichsstudie wurde jedoch nicht – im Gegensatz zur vorliegenden Studie – zwischen Patienten mit und Patienten ohne Septum differenziert.

5.1.3. Kompartimentierung und Sehnenanomalien

Bei zwölf (60 %) eigenen Patienten fand sich intraoperativ ein **Septum und** damit eine **Kompartimentierung des Ersten SSF**. Bei acht Patienten (40 %) bestand kein Septum. Wegen der geringen Fallzahl wurden die Septen nicht weiter in die Typen nach HIRANUMA et al. unterteilt [50].

Bei den eigenen Patienten fanden sich intraoperativ die folgende Anzahl und Verteilung der EPB- zu APL-Sehnen im Ersten SSF: Bei zwei Patienten 1:1 (10 %), bei sechs Patienten 1:2 (30 %), bei zehn Patienten 1:3 (50 %) und bei zwei Patienten 1:5 (10 %). Bei den zwölf Patienten mit Septum fand sich die folgende Verteilung der EPB- zu APL-Sehnen: Bei einem Patienten 1:1 (8,3 %), bei drei Patienten 1:2 (25 %), bei sieben Patienten 1:3 (58,3 %) und bei einem Patienten 1:5 (8,3 %). Bei den Patienten ohne Septum fanden sich eine bis zwei APL-Sehnen im Ersten SSF bei vier Patienten (50 %) und drei bis fünf APL-Sehnen bei weiteren vier Patienten (50 %). Bei den Patienten mit Septum fanden sich ein bis zwei APL-Sehnen bei

vier Patienten (33,3 %) und drei bis fünf APL-Sehnen bei acht Patienten (66,6 %). Es besteht somit bei den eigenen Patienten eine Tendenz zu einer höheren Zahl von APL-Sehnen, wenn das Erste SSF septiert ist. Alle eigenen Patienten hatten eine singuläre EPB-Sehne; eine Doppelung oder ein Fehlen der EPB-Sehne wurde nicht beobachtet.

Ein **Septum innerhalb des Ersten SSF** kann, wie der Verfasser selbst regelmäßig intraoperativ feststellt, in seiner Ausdehnung unterschiedlich entwickelt und lokalisiert sein. Es kann stärker medial oder lateral liegen. In manchen Fällen liegt es weit proximal und ist sehr kurz, in anderen liegt es weit distal und ist sehr lang. Weit distal im Ersten SSF liegende Kompartimente können intraoperativ leicht übersehen werden, v. a. wenn das Erste SSF nicht in ganzer Länge gespalten und untersucht wird.

In der Literatur werden unterschiedliche Häufigkeiten für eine Kompartimentierung des Ersten SSF angegeben. LEE et al. [13] führten eine systematische Auswertung/Metaanalyse bezüglich eines Septums im Ersten SSF durch. Sie überprüften dazu in der Cochrane-Datenbank [108] und in MEDLINE PubMed [109] systematisch 21 Publikationen über die TdQ aus den Jahren 1951 bis 2015. In diesen Artikeln wurde die Anatomie von insgesamt 1901 Leichenpräparaten mit der Anatomie von 470 wegen einer TdQ operativ versorgten Patienten verglichen. Dabei fand sich ein Septum bei 43,7 % der Leichenpräparate. Bei Patienten, die mit TdQ-Symptomatik operiert wurden, wurde in 62,2 % der Fälle ein Septum im Ersten SSF beschrieben.

Rein anatomische Studien an postmortalen Präparaten zeigten ein Septum des Ersten SSF in etwas geringerer Häufigkeit: JACKSON et al. [17] und ROUSSET et al. [25] fanden Septen jeweils bei 40 % ihrer Präparate. Zum Sektionsgut wurde nicht mitgeteilt, ob in vivo eine symptomatische oder blande TdQ vorlag.

In allen weiteren klinischen Studien finden sich höhere Prozentangaben für ein Septum des Ersten SSF bei Patienten mit klinisch typischer TdQ: bei KWON et al. 44 % [46], bei LEE et al. 55 % [56], bei CHOI et al. 73 % [14] und bei NAGAOKA et al. 86 % [27]. Sie stimmen mit der bei den Patienten der vorliegenden Studie auftretenden Häufigkeit von 60 % etwa überein.

In Übereinstimmung mit den Frequenzangaben der Literatur bestätigen die eigenen Ergebnisse, dass Patienten mit TdQ häufiger ein durch ein Septum unterteiltes Erstes SSF aufweisen und ein Septum die Entwicklung einer TdQ begünstigt. Andererseits ist ein Septum im Ersten SSF keine notwendige Voraussetzung für die Entwicklung einer klinisch symptomatischen TdQ.

Die beobachtete **Anzahl der Sehnen im Ersten SSF** variiert in der Literatur. In einer großen anatomische Studie von JACKSON et al. [17] mit insgesamt 300 anatomischen Leichenpräparaten sowie dem Situs von 40 Patienten mit TdQ wird bei den anatomischen Präparaten in

171 Fällen eine zahlenmäßige Verteilung der EPB- zur APL-Sehne von 1:2 (57 %) beschrieben, in 77 Fällen von 1:1 (25,6 %), in 28 Fällen von 1:3 (9,3 %), in sechs Fällen von 1:4 (2 %), eine Verteilung von 2:1, 2:2 und 0:2 jeweils in jeweils fünf Fällen (jeweils 1,6 %) und eine Verteilung von 0:1, 1:5 und 2:3 jeweils in nur einem Fall (jeweils 0,3 %). Bei den 40 Patienten mit TdQ zeigte sich in seiner Studie eine ähnliche zahlenmäßige Sehnenverteilung im Ersten SSF: in jeweils 13 Fällen eine Verteilung der EPB- zur APL-Sehne von 1:1 und 1:2 (je 32,5 %), in zwölf Fällen von 1:3 (30 %) und in jeweils einem Fall von 1:4 bzw. 2:2 (je 2,5 %). Die Verteilung der Anzahl von EPB- zu APL-Sehnen betrug 1:1 bei 25,6 % der Leichenpräparate und 32,5 % der operierten TdQ-Patienten und 1:2 oder 1:3 bei 66,3 % der Leichenpräparate und 64,5 % der TdQ-Patienten. Die Patienten mit operierter TdQ und die Leichenpräparate wiesen eine vergleichbare Zahl und Verteilung ihrer EPB- und EPL-Sehnen auf.

Nach JACKSON et al. [17] hatten 120 der 300 Leichenpräparate (40 %) ein Septum im Ersten SSF, von den 40 operierten TdQ-Patienten waren es 27 (67,5 %). Bei den 120 Leichenpräparaten mit Septum bestand in 25 Fällen ein Verhältnis der EPB- zu APL-Sehnen von 1:1 (20,8 %), in 80 Fällen von 1:2 (66,6 %), in zehn Fällen von 1:3 (8,3 %), in jeweils zwei Fällen von 1:4 bzw. 2:2 (je 1,6 %) und einmal von 2:1 (0,8 %). Bei den 27 Patienten mit TdQ wurde in sechs Fällen eine Verteilung von 1:1 (22,2 %), in neun Fällen von 1:2 (33,3 %), in zehn Fällen von 1:3 (37 %) und in jeweils einem Fall von 1:4 bzw. 2:2 (je 3,7 %) festgestellt. Nach dieser Untersuchung [17] haben Patienten mit operationspflichtiger TdQ häufiger ein Septum. Wenn ein Septum vorhanden ist, ist demnach die Anzahl der Sehnen im Ersten SSF höher.

ROUSSET et al. fanden in ihrer rein anatomischen Arbeit in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle multiple APL-Sehnen (95 %, keine genaueren Zahlenangaben). Auch nach dieser Studie ist eine einzelne EPB-Sehne die Regel (97,5 %) [25].

CHOI et al. beschreiben bei TdQ-Patienten die folgende Verteilung der Sehnen: eine APL-Sehne in 27 %, zwei APL-Sehnen in 20 %, drei APL-Sehnen in 27 % und vier APL-Sehnen in 27 %. Eine singuläre EPB-Sehne fand sich in 93 % und zwei EPB-Sehnen in 7 % der insgesamt kleinen Fallzahl von 15 Händen [14].

5.1.4. Entzündungszeichen. Makroskopische und histologisch-mikroskopische Befunde

Der intraoperative **makroskopische Befund** der eigenen Patienten wurde nach dem Ausmaß der entzündlichen und degenerativen Veränderungen an den Sehnen und Sehnencheiden in vier Grade – von Grad 0 (keine makroskopisch erkennbare Entzündung) bis Grad 4 (ausgeprägte makroskopisch erkennbare Entzündung) – klassifiziert (Tab. 16). Kein Patient war bei der Operation makroskopisch frei von entzündlichen und/oder degenerativen Veränderun-

gen des Ersten SSF (Grad 0). Zehn Patienten (50 %) wiesen intraoperativ Entzündungszeichen Grad 4 auf, fünf der Patienten (25 %) hatten intraoperativ Entzündungszeichen Grad 2, drei Patienten (15 %) Grad 1 und zwei Patienten (10 %) Grad 3. Damit wiesen nicht alle Patienten intraoperativ hochakute oder fortgeschrittene chronische Entzündungszeichen auf, entgegen der Erwartung in Anbetracht der deutlichen klinischen Symptomatik und der Vorgeschichten.

Diese Beobachtung deckt sich mit den Ergebnissen der **histopathologischen Aufarbeitung** der Präparate. Von allen 20 eigenen Patienten wurde Material zur histopathologischen Untersuchung entnommen. Hier war auffällig, dass sich der histopathologische Befund bezüglich des Entzündungsgrades regelmäßig nicht im erwarteten Ausmaß mit den intraoperativen und präoperativen radiologischen Befunden deckte. So fanden sich im Ersten SSF bei den eigenen Patienten mit klinisch, radiologisch und makroskopisch erkennbaren Entzündungen nur geringe histopathologische Kriterien einer akuten Entzündung. In 12 von 20 Fällen (60 %) wurde histopathologisch eine chronisch fibrosierende Synovialitis beschrieben. Unter diesen Fällen waren fünf Patienten ohne (25 %) und sieben Patienten (35 %) mit Septum. In drei Fällen (15 %) wurde histologisch eine Synovialis mit geringer Fibrose beschrieben, in zwei Fällen (10 %) fibrosierte tendovaginale Exzidate und in jeweils einem Fall (je 5 %) eine initiale chondroide Metaplasie passend zu einer Tendovaginitis, geringe reaktive inflammatorische Veränderungen und eine Synovialis mit kapillarreichem Granulationsgewebe.

Nach Angaben des Pathologen, mit dem für diese Studie zusammengearbeitet wurde [55], sind die meist sehr kleinen Exzidate eine weitere bedeutende Ursache dafür, dass regelmäßig nur wenige Entzündungszellen nachzuweisen sind, die histomorphologisch einer akuten Entzündung zugeordnet werden könnten.

Auch in der Literatur ist beschrieben, dass bei einer TdQ entzündliche Infiltrate histomorphologisch regelmäßig nicht nachweisbar sind. THOMAS schreibt in seinem Lehrbuch für Histopathologie [51]: „Entzündliche Infiltrate fehlen in der Regel und es findet sich zellreiches fibröses Gewebe mit metaplastischer Faserknorpelbildung. Somit steht eine fibröse Stenose mit chondroider Metaplasie histomorphologisch im Vordergrund einer TdQ“. Bereits 1933 veröffentlichte HUBER eine Studie zum histologischen Bild bei einer Tendovaginitis stenosans und schreibt:

Ein typischer Befund im histologischen Bilde ist das Auftreten von Faserknorpel in der inneren Schicht. Es besteht ein vorwiegend zirkulär zur Sehnenscheide verlaufendes, mehr oder minder dichtes Netz elastischer Fasern in der inneren Schicht, einmal mit gleichzeitiger Hämosiderinablagerung, was für eine traumatische Entstehung spricht. Entzündliche Veränderungen sind nicht in allen Fällen vorhanden, sie finden sich hauptsächlich in der äußeren Schicht. [110]

Die vorausgegangenen konservativen Therapien, wie eine intensive medikamentöse Entzündungshemmung, könnten ein weiterer Grund für die meist nur relativ gering ausgeprägten makroskopisch erkennbaren und mikroskopisch belegbaren Entzündungszeichen sein, andererseits könnte eine nicht konsequent eingehaltene Schonung das Ausmaß einer Entzündungsreaktion verstärkt haben. Frühere Überlastungen könnten ohne adäquate Schonung oder Therapie wieder abgeklungen sein und eine narbige Verdickung der Synovia hinterlassen haben.

Die Hauptaufgabe bei der pathologischen mikroskopischen Begutachtung ist der Ausschluss von chronischen Erkrankungen v. a. des rheumatischen Formenkreises.

5.1.5. Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden nach Durchsicht der einschlägigen Literatur erstmals bei nicht voroperierten Patienten mit symptomatischer, auf konservative Therapie refraktärer TdQ prospektiv präoperative klinische, sonographische und MR-Befunde mit intraoperativen und histologischen Befunden verglichen. Das durchschnittliche Alter und die Altersspanne der Patienten der Studie lagen innerhalb der Spannweite der anderen. In der Untersuchung wurde die Gynäkotropie der TdQ mit einem Frauenanteil von 60 % bestätigt, wobei in den Vergleichsstudien der Frauenanteil mit 77–100 % regelmäßig noch höher war. In der eigenen Studie wurde bei einem Anteil von 95 % Rechtshändern in nur 30 % die linke Hand operiert, in den Vergleichsstudien hingegen die linke Hand mit 42–62,5 %. Damit wird die Geschlechts- und Altersverteilung der symptomatischen und behandlungsbedürftigen TdQ in dieser Studie repräsentiert.

Die Verläufe der Quick-DASH- und VAS-Scores in dieser Arbeit dokumentieren eine signifikante und klinisch relevante postoperative Besserung des klinischen Beschwerdebildes mit entsprechender Abnahme der klinischen Scores und negativ werdenden Testergebnissen im zeitlichen Verlauf von T1 bis T3. Zum Zeitpunkt T3 ließ sich bei keinem der operierten Patienten ein Druckschmerz über dem Ersten SSF auslösen. Bei drei Patienten war zum Zeitpunkt T3 der Eichhoff-Test noch diskret positiv. Alle übrigen Tests sind bei allen Patienten postoperativ negativ geworden.

In dieser Arbeit unterschieden sich Patienten mit einem operativ nachgewiesenen Septum von den Patienten ohne Septum weder in der klinischen Symptomatik noch in den typischen klinischen Tests. Ein signifikanter Unterschied in den Verläufen von DASH- und VAS-Score war bei dem kleinen Stichprobenumfang statistisch nicht zu sichern. Weder prä- noch postoperativ fanden sich Unterschiede zwischen den beiden klinischen Scores bei Patienten mit und ohne Kompartiment, beide Patientengruppen profitierten demnach gleichermaßen von der Operation. Voraussetzung war die vollständige und langstreckige Resektion eines vorhandenen

Septums im Ersten SSF. Unter diesen Bedingungen und bei identischer Nachbehandlung haben die Patienten nach Operation der TdQ mit einem Kompartiment zum Zeitpunkt T3 kein schlechteres Therapieergebnis als die Patienten ohne Septum. In Übereinstimmung mit der Literatur besserte die Operation der TdQ die Schmerzsymptomatik insgesamt stark.

Mit dieser Arbeit wurden die Angaben der Literatur bestätigt, dass im Ersten SSF eine Mehrfachanlage der APL-Sehne und eine singuläre EPB-Sehne die Regel sind. Unabhängig davon, ob ein Septum vorlag, waren in dieser Studie eine singuläre EPB-Sehne und drei APL-Sehnen die häufigsten anatomischen Befunde. Dennoch existiert keine ‚typische‘ oder ‚pathognomische‘ Anatomie des Ersten SSF bei der TdQ. Die eigenen Erfahrungen zeigen, dass sich unabhängig von anatomischen Variationen, wie multiplen Sehnenanlagen oder einer Kompartimentierung des Ersten SSF durch ein longitudinales Septum, auch bei ‚normaler‘ Anatomie eine klinisch ausgeprägte TdQ entwickeln kann.

Die makroskopischen und histopathologischen Veränderungen bei der TdQ stimmen mit den eigenen Befunden überein.

5.2. Aussagekraft der Sonographie

5.2.1. Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs

Bei der sonographischen Untersuchung lassen sich Befundmerkmale und Kriterien identifizieren (Kap. 3.2.1.2.1.; Tab. 4), die für das Vorhandensein eines Septums und damit für eine Kompartimentierung des Ersten SSF sprechen. Dabei handelt es sich sowohl um deskriptive Merkmale als um Messwerte.

Im Unterschied zur bisherigen Literatur wurden in dieser Arbeit erstmalig verschiedene qualitative und quantitative sonographische Kriterien einer Kompartimentierung des Ersten SSF definiert und empirisch zu einem Gesamtscore zusammengefasst (Tab. 27).

In der vergleichenden Analyse der sonographisch erhobenen und der intraoperativen Befunde des Ersten SSF wurde bei symptomatischen Patienten gezeigt, dass die einzelnen sonographischen Kriterien keine zuverlässige Vorhersage über ein Septum des Ersten SSF zulassen (Tab. 43). Es stellte sich heraus, dass sich die bildgebenden Zeichen und Kriterien der Kompartimentierung und der Entzündung des Ersten SSF teilweise überlappen. Eine Diskussion der entzündlichen Veränderungen erfolgt in Kapitel 5.2.3.

Die sonographische Vorhersage (Sensitivität und Spezifität) eines Septums des Ersten SSF wird verbessert, wenn bei jedem Patienten die einzelnen sonographischen Kriterien einer Kompartimentierung empirisch gewichtet und hieraus ein semiquantitativer Sono-Septum-Score **des Ersten SSF** (Tab. 5; Tab. 43) berechnet wird. Bei intraoperativem Fehlen eines Septums im Ersten SSF betrug der Sono-Septum-Score Mittel 2,0 (0–5) Punkte. Er war bei

intraoperativ nachgewiesenem Septum mit im Mittel 5,8 (2–9) Punkten signifikant höher (Tab. 27).

Die Häufigkeit oder der Ausprägungsgrad der sonographischen Kriterien einer Septierung des Ersten SSF wiesen bei den **Probanden** keine statistisch signifikanten geschlechtsabhängigen Unterschiede auf (Tab. 25). Außerdem bestand kein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen der Dominanz der erkrankten Hand und der Häufigkeit oder dem Ausprägungsgrad der sonographischen Kriterien eines geteilten Ersten SSF oder dem Septum-Score (Tab. 26). Geschlecht und Händigkeit mussten daher bei den Patienten nicht berücksichtigt werden.

Ein Sono-Septum-Score von mindestens 4 Punkten trennt empirisch am besten die Patienten mit operativ nachgewiesener Kompartimentierung von den Patienten ohne Septum (Kap. 4.5.1.2.). Legt man diesen Grenzwert von mindestens 4 Scoringpunkten als sonographischen Hinweis auf eine Kompartimentierung des Ersten SSF zugrunde, betrug die sonographische Sensitivität 83 % und die sonographische Spezifität 75 %. Mit 16 von 20 korrekt zugeordneten Patienten lag die ACC der Sonographie bei 80 %. Lediglich zwei Patienten (17 %) wurden falsch negativ und zwei Patienten (25 %) falsch positiv zugeordnet. Der PPV der Sonographie bei der Frage nach einer Kompartimentierung des Ersten SSF betrug 83 %, der NPV 75 %; d. h., der sonographische Ausschluss eines Septums war mit einem etwas größeren Fehler behaftet als dessen Nachweis (Tab. 41).

Durch den Septum-Score wurde die Vorhersage des Septums mit einer höheren Sensitivität (TPR = 83 %; Tab. 41) gegenüber einer rein visuellen Einschätzung durch den radiologischen Auswerter (TPR = 58 %; Tab. 42) verbessert. Vor allem steigerte der Septum-Score den Ausschluss eines Septums deutlich (Anstieg des NPV von 58 % auf 75 % bzw. der ACC von 70 % auf 80 %).

Der Sono-Septum-Score des Ersten SSF korrelierte nicht mit den klinischen Scores VAS-Score ($r = 0,109$; Abb. 63) und Quick-DASH-Score ($r = 0.304$; Abb. 64). Damit war der sonographische Befund unabhängig von Ausmaß und Schwere der zum Untersuchungszeitpunkt vorliegenden klinischen Symptome.

Bei den asymptomatischen **Probanden** dieser Studie wurde sonographisch achtmal eine dorsale **Einziehung der Kontur des Ersten SSF** und siebenmal ein echoarmer **Ring der EPB-Sehne (,Ringzeichen‘)** beobachtet, in drei Fällen traten beide Merkmale gemeinsam auf. Außerdem lagen in allen vorgenannten Fällen weitere sonographische Kriterien einer Kompartimentierung vor.

Eine dorsale **Einziehung des Ersten SSF** war auch bei symptomatischen **Patienten** selten. Bei ihrem Nachweis besteht eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, dass ein Septum des Ersten

SSF vorliegt. Nur in jeweils vier Fällen (33 %) mit einem intraoperativ nachgewiesenen Septum war sonographisch ein isolierter Ring der EPB-Sehne und in fünf Fällen (42 %) eine dorsale Einziehung des Ersten SSF nachzuweisen. Dabei gab es jeweils einen falsch positiven Befund bei demselben Patienten (Tab. 43).

Bei intraoperativem Nachweis eines Septums fanden sich bei drei **Patienten** sonographisch sowohl ein isolierter **echoarmer Ring der EPB-Sehne (,Ringzeichen‘)** als auch eine dorsale Einziehung des Ersten SSF. Diese Befundkonstellation legt die Vermutung nahe, dass bei diesen Patienten eine ausgeprägte synoviale Schwellung vorlag. Bei zwei dieser drei Fälle fand sich intraoperativ eine ausgeprägte Entzündung mit verdickter Synovia (Grad 4). Hier zeigten sich präoperativ auch in der Sonographie und MRT jeweils floride, massive Entzündungen mit Erguss.

Der isolierte Nachweis eines echoarmen **Zwischenraums zwischen der APL- und EPB-Sehne** bei symptomatischen Patienten hatte eine diagnostisch unbefriedigende Sensitivität für eine Septierung des Ersten SSF von lediglich 58 %. Bei der Messung des **Abstandes von APL- und EPB-Sehne** fanden sich bei den asymptomatischen **Probanden** Werte über 0,5 mm nur zusammen mit weiteren sonographischen Kriterien einer Kompartimentierung des Ersten SSF; eine Verifikation konnte bei den asymptomatischen Probanden nicht erfolgen. Möglicherweise lagen bei diesen Probanden frühere, chronische Überlastungen oder nicht erinnerte Reizzustände des Ersten SSF vor, die zu einer narbigen Verdickung der Synovia geführt haben können.

Hingegen wurde bei fünf **Patienten** (62,5 %) ohne septiertes Erstes SSF präoperativ ein sonographischer Abstand der APL- und EPB-Sehne von mehr als 0,5 mm gemessen. In vier dieser fünf Fälle lag der Sono-Septum-Score unter 4 und sprach damit gegen eine Kompartimentierung des Ersten SSF.

Der Abstand der APL- von der EPB-Sehne war bei den symptomatischen **Patienten** mit Septum größer (Mittelwert 1,1 mm) als bei Patienten ohne Septum (0,7 mm). Dies ist anatomisch so zu deuten, dass bei den Patienten ohne Septum der Abstand zwischen den Sehnen lediglich durch die entzündliche synoviale Schwellung, bei den Patienten mit Kompartiment des Ersten SSF hingegen durch das verdickte Septum selbst und eine stärkere entzündliche synoviale Schwellung verursacht wird. Ein Septum wird also mit zunehmender Synovitis des Ersten SSF breiter, echoärmer und dadurch sonographisch besser sichtbar.

Der **Sono-Septumdicken-Quotient** $Q_S = D_S / 0,5 \times (D_{EPB} + D_{APL})$ wird durch die Dicke eines evtl. vorhandenen Septums (D_S) und die mittlere Dicke der Synovia der Sehnen Scheide über den beiden Sehnen (D_{EPB} und D_{APL}) bestimmt, die bei einer Entzündungsreaktion an Volumen zunimmt. Bei den Probanden fanden sich Septumdicken-Quotienten von bis zu 3,7, Median

1,2 (Tab. 25), wohl als Hinweis auf ein anlagebedingt dickes oder ein durch chronische Überlastung narbig verdicktes Septum bei zarter Synovia im übrigen Ersten SSF.

Bei allen zwölf **Patienten** mit intraoperativ gesicherten Septen im Ersten SSF betrug der Sono-Septumdicken-Quotient mindestens 0,8 (Tab. 27). Nur bei zwei Patienten ohne intraoperativen Kompartimentnachweis lag der Sono-Septumdicken-Quotient über 0,8. Ein Sono-Septumdicken-Quotient von 0,8 fand sich bei jeweils einem Patienten mit und ohne intraoperativen Nachweis eines Septums des Ersten SSF. Bei einem empirischen Grenzwert des Sono-Septumdicken-Quotienten von mindestens 0,8 wurden alle Kompartimentierungen des Ersten SSF erkannt (Sensitivität 100 %). Richtig positiv waren dabei 12 von 15 Patienten, entsprechend einem PPV von 80 %. Bei allen vier Patienten mit einem Septumdicken-Quotienten über 1,8 fand sich intraoperativ ein Septum, es gab keinen falsch positiven sonographischen Befund.

Im Vergleich mit den übrigen sonographischen Einzelkriterien (Tab. 27; Tab. 42) hatte der Septumdicken-Quotient bei einem Wert von mindestens 0,8 die höchste Sensitivität (100 %) für eine Kompartimentierung des Ersten SSF; seine Spezifität war mit 63 % jedoch deutlich geringer. Isoliert betrachtet besitzt eine Septumdicke $D_s \geq 0,5$ mm ebenfalls eine 100%ige Sensitivität, die Spezifität dieses Zeichens ist mit 25 % jedoch gering.

Die gefundene Sensitivität und Spezifität der sonographischen Diagnostik für die Kompartimentierung des Ersten SSF sind mit den Ergebnissen der Literatur vergleichbar. Teilweise werden dort höhere Werte angegeben, jedoch werden keine genauen Angaben über quantitative Diagnosekriterien einer möglichen Kompartimentierung gemacht. Es werden in der Literatur im Gegensatz zu dieser Studie, in der unter Anwendung mehrerer definierter qualitativer Kriterien und quantitativer Messungen ein empirischer Septum-Score des Ersten SSF aufgestellt wird, keine Scores vorgestellt, die aus der Zusammenschau aller Einzelkriterien resultieren. Die sonographische Beschreibung einer Kompartimentierung beruht bei den aufgeführten Vergleichsarbeiten ‚lediglich‘ auf dem Vorhandensein eines echoarmen Raumes zwischen der APL- und der EPB-Sehne oder wie bei CHOI et al. [14] auf dem Vorhandensein eines echoarmen Rings um die EPB- und APL-Sehne.

NAGAOKA et al. [27] berichten eine sonographische Sensitivität von 96 % (26 von 27 Septen) und eine Spezifität von 100 %. Das Kriterium für das Vorhandensein eines Septums ist ein echoarmer Bereich zwischen der APL- und der EPB-Sehne. Angaben über quantitative Messwerte fehlen.

KWON et al. [46] berichten eine 100%ige Sensitivität (19 von 19 Septen) und eine Spezifität von 96 %. Ein Septum wird als ein echoarmer Raum zwischen der APL- und der EPB-Sehne definiert. Angaben über Messwerte fehlen.

CHOI et al. [14] berichten ebenfalls eine sonographische Sensitivität von 100 % und Spezifität von 75 %. Als sonographische Zeichen eines Septums wird das Vorhandensein einer vertikalen oder schrägen, septumartigen Struktur, die vom Retinaculum extensorum ausgehend zwischen der EPB- und APL-Sehne verläuft, oder das Vorhandensein eines echoarmen Rings um die EPB- und APL-Sehne definiert. Angaben über Messwerte fehlen.

ROUSSET et al. [25] berichten eine Sensitivität von 87,5 % und eine Spezifität von 100 %. Als sonographisches Kriterium für eine Septierung wird – im Gegensatz zu dieser und den anderen genannten Vergleichsarbeiten, in denen eine hypoechogene Struktur beschrieben wird – eine im Querschnitt echogene („echogenic“) lineare Struktur beschrieben, die die APL- und EPB-Sehne voneinander trennt. Angaben über Messungen fehlen. Allerdings handelte es sich bei dieser Studie um eine reine Kadaverstudie ohne klinisches Korrelat.

BHAT et.al. [102] konnten keines von sechs operativ nachgewiesenen Septen präoperativ sonographisch nachweisen und Messwerte fehlen. Sie beschreiben jedoch, dass bei einer retrospektiven Auswertung der sonographischen Befunde in fünf der sechs Fälle eine vergleichsweise ausgeprägtere Schwellung um die EPB-Sehne und ein größerer Abstand zwischen der APL- und der EPB-Sehne zu erkennen waren als bei den Patienten ohne septiertes Erstes SSF.

5.2.2. Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs

Die **Anzahl** der sonographisch erkennbaren isolierten Bündel **der APL- und EPB-Sehnen** sowie deren relatives Volumen (Tab. 28; Tab. 29) deckten sich vollständig mit den intraoperativen Befunden der Patienten (Tab. 19; Tab. 44; Abb. 55). Das in der Sonographie erkennbare relative **Sehnenvolumen der EPB- und APL-Sehnen** stimmte mit dem intraoperativen Befund vollständig überein (Tab. 20; Abb. 56).

Der hohe Grad an Übereinstimmung mit dem operativen Befund wird auch in der Literatur beschrieben. Sowohl CHOI et al. [14] und auch BHAT et al. [102] berichten mit jeweils nur einer Ausnahme eine Übereinstimmung der Anzahl der sonographisch erkennbaren und der operativ identifizierten Sehnen. ROUSSET et al. [25] beschreiben, dass sonographisch zwar regelmäßig mehrere APL-Sehnen erfasst werden konnten, jedoch stimmte deren genaue Anzahl der Sehnen nur in 57,5 % der Fälle mit dem anatomischen Befund überein. Diese geringe Korrelation könnte bei der reinen Kadaverstudie mehrere Ursachen haben; so verschlechtern die Effekte der Konservierung auf den Wassergehalt der Sehnenscheiden und die Festigkeit der Gewebe die sonographischen Untersuchungsbedingungen und eine dynamische Sonographie.

Zwischen der klinischen Symptomatik, gemessen am **VAS- und Quick-DASH-Score**, und dem sonographischen Nachweis von Sehnenanomalien besteht kein hinreichender Zusammenhang (Kap. 4.7.1.2.).

5.2.3. Entzündliche und degenerative Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs

In allen Körperregionen zeigen sich pathologisch veränderte Sehnen sonographisch regelmäßig als verdickt und je nach Größe und Lokalisation fakultativ auch in ihrer Struktur echoarm aufgelockert. Sie können bei einer Beteiligung des Peritendineums oder einer begleitenden Tenosynovitis zusätzlich von einem Flüssigkeitssaum oder Erguss begleitet werden [28].

Als die typischen sonographischen Zeichen einer Entzündung werden bei der TdQ **verdickte Sehnen und Sehnencheiden** auch von NAGAOKA et al. [27] aufgeführt. KWON et al. [46] und CHOI et al. [14] gehen nicht näher auf die sonographischen Kriterien einer Sehnenentzündung ein.

Die sonographischen Kriterien und der **Sono-Entzündungs-Score** für entzündliche und degenerative Veränderungen des **Ersten SSF** umfassen qualitative und quantitative Kriterien (Tab. 6; Tab. 7). Bei allen operierten Patienten wurden die Dicke, Kontur und Oberfläche sowie das Binnenecho der EPB- und APL-Sehne, eine Flüssigkeitsansammlung bzw. Ergussbildung in der Sehnen Scheide sowie ein durch den Schallkopf auslösbarer lokaler Druckschmerz des Ersten SSF erfasst. Es wurde die maximale Dicke der Synovia dorsal über der EPB- und APL-Sehne ausgemessen (Tab. 30). Bei den gegebenen Größenverhältnissen und der technisch vorgegebenen sonographischen Ortsauflösung sind Veränderungen der Echogenität selten und Kalkablagerungen in der EPB-Sehne nicht nachweisbar.

Zwischen dem Sono-Entzündungs-Score für das Erste SSF und den intraoperativen makroskopischen Befunden (Tab. 16; Tab. 18) bestand eine hohe Korrelation ($r = 0,74$; Abb. 57). Der Sono-Entzündungs-Score des Ersten SSF korrelierte weder mit dem präoperativen VAS-Score ($r = 0,202$) noch mit dem Quick-DASH-Score ($r = 0,472$).

5.2.4. Entzündliche und degenerative Veränderungen des Zweiten Strecksehnenfachs

Die sonographischen Kriterien und der Sono-Entzündungs-Score für entzündliche und degenerative Veränderungen des Zweiten SSF entsprachen den qualitativen und quantitativen Kriterien für das Erste SSF. Eine vergleichbare Korrelation ($r = 0,70$) zwischen sonographischem und intraoperativem Befund lag für **Entzündungen des Zweiten SSF** vor (Tab. 16; Tab. 31; Abb. 58); es bestand allerdings bei nur fünf Patienten eine klinische Indikation zum Debridement auch des Zweiten SSF in derselben Operation.

Für Entzündungen des Zweiten SSF bestand zwischen dem sonographischem Befund und dem VAS-Score ($r = 0,121$; Abb. 69) oder dem Quick-DASH-Score ($r = 0,275$; Abb. 70) kein Zusammenhang; einschränkend wurde allerdings bei nur fünf Patienten in derselben Sitzung auch das Zweite SSF debridiert.

5.2.5. Zusammenfassung

Eine synoptische Auswertung der sonographischen Untersuchung unter Anwendung mehrerer definierter qualitativer Kriterien und quantitativer Messungen, wie sie hier mit einem empirischen Septum-Score des Ersten SSF exemplarisch demonstriert wurde, ist geeignet, um bei symptomatischen Patienten mit TdQ die präoperative Frage nach einer **Kompartimentierung des Ersten SSF** mit einer Sensitivität von 83 %, Spezifität von 88 % und ACC von 85 % zu beurteilen. Der sonographische Ausschluss eines Septums im Ersten SSF ist mit einem größeren Vorhersagefehler behaftet als dessen Nachweis. Die Zusammenfassung der sonographischen Befunde in einem Score schützt vor einer Überbewertung einzelner Befunde, die zur falsch positiven Annahme eines Septums führen kann.

Bei 42 % der asymptomatischen Probanden wiesen einzelne sonographische Befunde auf ein Septum hin, wobei diese weniger zahlreich und geringer ausgeprägt waren als bei den symptomatischen Patienten.

In den falsch positiven Fällen wurden die sonographischen Zeichen möglicherweise durch frühere, eventuelle Überlastungsreaktionen im Ersten SSF hervorgerufen, die durch ein Septum begünstigt wurden, an die sich die Probanden aber nicht mehr erinnern. Es ist zu vermuten, dass es bei Individuen mit einem Septum des Ersten SSF erst bei einer stärkeren Entzündungsreaktion zu einer entzündlichen Volumenzunahme der echoarmen Synovia kommt. Diese führt zu einer stärkeren Schwellung des gesamten Ersten SSF, v. a. in der Umgebung der in ihrem Kompartiment eingeschlossenen EPB-Sehne. Da bei den Probanden keine operative Verifikation möglich war, ist die Richtigkeit dieser Annahme hier lediglich zu vermuten.

Ein Sono-Septumdicken-Quotient von mindestens 0,8 kann bei Patienten mit den Symptomen einer TdQ als Hinweis und ein Wert über 1,8 als ein sicheres Zeichen einer Kompartimentierung betrachtet werden. Eine stärkere Entzündungsreaktion im Ersten SSF führt zu einer echoarmen entzündlichen Schwellung der Synovia und Volumenzunahme im Ersten SSF, die sich ringförmig in der Umgebung der EPB-Sehne, in der Vergrößerung des Abstandes von EPB- und APL-Sehne und in einer dorsalen Einziehung des Ersten SSF über dem Septum manifestieren. Diese bildgebenden Kriterien haben daher bei symptomatischen Patienten einen hohen Stellenwert in der sonographischen Diagnose einer Kompartimentierung des Ersten SSF.

Der sonographische Befund am Ersten SSF ist unabhängig von Ausmaß und Schwere der zum Untersuchungszeitpunkt vorliegenden klinischen Symptome der TdQ, gemessen am VAS- und Quick-DASH-Score.

Die Sonographie kann weitere **Sehnenanomalien im Ersten SSF**, insbesondere die Anzahl der Sehnen im Ersten SSF und ihr Volumenverhältnis, mit hoher Zuverlässigkeit präoperativ voraussagen. Ein statistischer Zusammenhang mit Ausmaß und Schwere der zum Untersuchungszeitpunkt vorliegenden klinischen Symptome der TdQ, gemessen am VAS- und Quick-DASH-Score, ist nicht nachweisbar.

5.3. Aussagekraft der Magnetresonanztomographie

5.3.1. Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs

Bei der MR-Untersuchung lassen sich Befundmerkmale und Kriterien identifizieren (Kap. 3.2.2.2.; Tab. 10), die für das Vorhandensein eines Septums und damit für eine Kompartimentierung des Ersten SSF sprechen. Dabei handelt es sich sowohl um deskriptive Merkmale als auch um Messwerte.

Im Unterschied zur bisherigen Literatur werden in dieser Arbeit in Analogie zu den sonographischen Kriterien erstmalig verschiedene qualitative und quantitative MR-Kriterien für eine Kompartimentierung des Ersten SSF definiert, empirisch zu einem Gesamtscore zusammengefasst (Tab. 32) und mit den entsprechenden sonographischen Scores und den intraoperativen Befunden verglichen.

Die vergleichende Analyse der in der MRT erhobenen Befunde und der intraoperativen Befunde des Ersten SSF zeigt bei symptomatischen Patienten, dass die einzelnen MR-Kriterien eine Vorhersage über ein Septum des Ersten SSF nur bedingt zulassen (Tab. 32; Tab. 47). Es stellte sich im Verlauf der Auswertungen heraus, dass sich die bildgebenden Zeichen und Kriterien der Kompartimentierung und der Entzündung des Ersten SSF teilweise überlappen. Eine Diskussion der entzündlichen Veränderungen erfolgt in Kapitel 5.3.3.

Die MR-Vorhersage eines Septums des Ersten SSF wird im Vergleich zu den meisten einzelnen Kriterien verbessert (Tab. 32; Tab. 47), wenn bei jedem Patienten die einzelnen MR-Kriterien einer Kompartimentierung empirisch gewichtet werden und hieraus ein semiquantitativer **MR-Septum-Score des Ersten SSF** (Tab. 10; Tab. 32) berechnet wird. Bei intraoperativem Fehlen eines Septums im Ersten SSF betrug der MR-Septum-Score im Mittel 1,5 (0–6) Punkte. Er war bei intraoperativ nachgewiesenem Septum mit im Mittel 4,8 (0–9) Punkten signifikant ($p = 0,03$) höher. Die Septumdicke $D_S \geq 5$ mm sowie der Septumdicken-Quotient $Q_S = D_S / 0,5 \times (D_{EPB} + D_{APL}) \geq 0,8$ – als einzelne Kriterien betrachtet – liefern identische Ergebnisse wie der MR-Septum-Score.

Ein MR-Septum-Score von mindestens 4 Punkten trennt empirisch am besten die Patienten mit operativ nachgewiesener Kompartimentierung von den Patienten ohne Septum (Kap. 4.5.2.1.). Legt man diesen Grenzwert von mindestens 4 Scoringpunkten als MR-Hinweis auf eine Kompartimentierung des Ersten SSF zugrunde, betrug die Sensitivität 75 % und die sonographische Spezifität 75 %. Mit 16 von 20 korrekt zugeordneten Patienten lag die ACC der MRT bei 75 %. Es wurden drei Patienten (25 %) falsch negativ und zwei Patienten (25 %) falsch positiv zugeordnet. Der PPV der MRT bei der Frage nach einer Kompartimentierung des Ersten SSF betrug 81,8 %, der NPV 66,7 %; d. h., mit der MRT ist der Ausschluss eines Septums mit einem größeren Fehler behaftet als dessen Nachweis (Tab. 45).

Durch den MR-Septum-Score wird die Vorhersage des Septums mit einer höheren Sensitivität (TPR = 75 %; Tab. 45) gegenüber der rein visuellen Einschätzung durch den radiologischen Auswerter (TPR = 67 %; Tab. 46) verbessert. Die ACC verbessert sich ebenfalls gering von 70 % auf 75 %. Weder einzelne MR-Kriterien noch der Septum-Score erreichen eine Sensitivität von 100 %.

Der MR-Septum-Score des Ersten SSF war nicht mit den klinischen Scores VAS-Score ($r = 0,36$; Abb. 71) und Quick-DASH-Score ($r = 0,43$; Abb. 72) korreliert. Damit war der MR-Befund des Ersten SSF unabhängig von Ausmaß und Schwere der zum Untersuchungszeitpunkt vorliegenden klinischen Symptome.

Eine **dorsale Einziehung des Ersten SSF** in der MRT war bei symptomatischen Patienten selten (insgesamt viermal). Bei ihrem Nachweis besteht aber eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass ein Septum des Ersten SSF vorliegt. Alle vier in der MRT beschriebenen Fälle mit dorsaler Einziehung waren Patienten, die intraoperativ ein Septum im Ersten SSF aufwiesen. Es gab keinen falsch positiven Fall für eine dorsale Einziehung (PPV = 100 %; Tab. 47). Auch eine **radiale Knochenleiste** konnte insgesamt viermal in der MRT nachgewiesen werden. Sie ist regelmäßig ein diskreter Befund und auf den transversalen MR-Schichten als winzige dreieckförmige Ausziehung der Radiusoberfläche in Höhe des Zwischenraums von EPB- und APL-Sehne zu erkennen. Auch hier zeigten alle vier Fälle intraoperativ ein Septum. Bei drei Patienten fanden sich sowohl eine radiale Knochenleiste als auch eine dorsale Einziehung.

In vier Fällen (33 %) mit einem intraoperativ nachgewiesenen Septum war in der MRT ein **isolierter Ring der EPB-Sehne ('Ringzeichen')** erkennbar. Dabei gab es einen falsch positiven Befund. Bei intraoperativem Nachweis eines Septums fanden sich bei lediglich zwei Patienten sowohl ein isolierter echoarmer Ring der EPB-Sehne als auch eine dorsale Einziehung des Ersten SSF.

Der isolierte Nachweis eines **echoarmen Zwischenraums zwischen der APL- und EPB-Sehne** hatte bei symptomatischen Patienten eine diagnostische Sensitivität für eine Septierung des Ersten SSF von 67 %. Bei zwei Patienten (25 %) ohne septiertes Erstes SSF wurde präoperativ in der MRT ein Abstand der APL- und EPB-Sehne von mehr als 0,5 mm gemessen. In beiden Fällen lag der MR-Septum-Score bei 6 und sprach damit für eine Kompartimentierung des Ersten SSF.

Der Abstand der APL- von der EPB-Sehne als Maß für die Dicke des Septums (D_S) ist bei den symptomatischen Patienten mit Septum im Mittelwert (0,9 mm) größer als bei Patienten ohne Septum (0,3 mm). In drei Fällen fand sich bei Patienten mit septiertem Erstes SSF ein Abstand von unter 0,5 mm. Bei einem empirischen Grenzwert von 0,5 mm wurden neun Kompartimente richtig erkannt (Sensitivität 75 %; Tab. 47).

Der **MR-Septumdicken-Quotient** $Q_S = D_S / 0,5 \times (D_{EPB} + D_{APL})$ wird durch die Dicke eines evtl. vorhandenen Septums (D_S) und die mittlere Dicke der Synovia der Sehnenscheide über den beiden Sehnen (D_{EPB} und D_{APL}), die bei einer Entzündungsreaktion an Volumen zunimmt, bestimmt. Bei einem empirischen Grenzwert des MR-Septumdicken-Quotienten von mindestens 0,8 wurden bei neun Patienten Kompartimentierungen des Ersten SSF erkannt (Sensitivität 75 %; Tab. 47). Sensitivität und Spezifität waren identisch zu den entsprechenden Werten für die Septumdicke $D_S \geq 5$ mm und für den Gesamtscore (je 75 %; Tab. 47).

Die Sensitivität und Spezifität der MR-Diagnostik für eine Kompartimentierung des Ersten SSF ist in dieser Form erstmalig beschrieben. Es existiert bisher keine Studie, in der Sensitivität und Spezifität der MR-Diagnostik für eine Kompartimentierung des Ersten SSF beschrieben werden.

5.3.2. Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs

Die Anzahl der in der MRT erkennbaren isolierten Bündel der APL- und EPB-Sehnen sowie deren relatives Volumen (Tab. 33; Tab. 34) deckten sich vollständig mit den intraoperativen Befunden der Patienten (Tab. 19; Tab. 48; Abb. 59). Das in der MRT erkennbare relative Sehnenvolumen der EPB- und APL-Sehnen stimmte mit dem intraoperativen Befund vollständig überein (Tab. 20; Abb. 60).

Zwischen der klinischen Symptomatik, gemessen am VAS- und Quick-DASH-Score, und dem sonographischen Nachweis von anatomischen Varianten bestand kein hinreichender Zusammenhang (Abb. 71–74).

5.3.3. Entzündliche und degenerative Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs

In allen Körperregionen zeigen sich pathologisch veränderte Sehnen und Sehnenscheiden in der MRT regelmäßig als verdickt und in ihrer Struktur verändert [28]. Häufig findet sich ein Erguss der Sehnenscheide. Es kommt zu einer KM-Anreicherung in der verdickten Synovia. GLAJCHEN et al. gaben an, dass die Verdickung der Sehnen und das peritendinöse Ödem die zuverlässigsten MR-Befunde für entzündlich veränderte Sehnen waren [79].

Die MR-Kriterien und der MR-Entzündungs-Score für entzündliche und degenerative Veränderungen des Ersten SSF umfassen in dieser Arbeit qualitative und quantitative Kriterien (Tab. 12). Bei allen operierten Patienten wurden die Dicke, Kontur und Oberfläche sowie das Binnensignal der EPB- und APL-Sehne erfasst und es wurde geprüft, ob eine Ergussbildung in der Sehnenscheide vorlag. Es wurden die maximalen Dicken der Synovia dorsal über der EPB- und APL- Sehne ausgemessen und es wurde dokumentiert, ob und wie stark eine KM-Anreicherung vorlag (Tab. 35).

Zwischen dem MR-Entzündungs-Score für das Erste SSF und den intraoperativen makroskopischen Befunden (Tab. 16; Tab. 18; Tab. 35) bestand eine hohe Korrelation ($r = 0,74$; Abb. 61).

Der MR-Entzündungs-Score des Ersten SSF war weder mit dem präoperativen VAS-Score ($r = 0,252$) noch mit dem Quick-DASH-Score ($r = 0,35$) ausreichend korreliert, ein diagnostisch verwertbarer Zusammenhang zwischen dem klinischen Befund und dem Entzündungsgrad in der MRT bestand nicht (Abb. 75; Abb. 76).

5.3.4. Entzündliche und degenerative Veränderungen des Zweiten Strecksehnenfachs

Die MR-Kriterien und der MR-Entzündungs-Score für entzündliche und degenerative Veränderungen des Zweiten SSF entsprechen den qualitativen und quantitativen Kriterien für das Erste SSF. Es bestand eine mäßige Korrelation zwischen dem MRT und dem intraoperativen Befund für **Entzündungen des Zweiten SSF** (Tab. 16; Tab. 36; Abb. 62); es gab allerdings bei nur fünf Patienten eine klinische Indikation zum Debridement auch des Zweiten SSF in derselben Operation.

Für Entzündungen des Zweiten SSF bestand keine wesentliche Korrelation zwischen dem MR-Befund und dem präoperativen VAS-Score ($r = 0,214$; Abb. 77) oder dem Quick-DASH-Score ($r = 0,002$; Abb. 78).

5.3.5. Entzündliche und degenerative Veränderungen der Radialen Säule

Das Vorhandensein von knöchernen Veränderungen am RST, von Arthrosen des DSG, des STT-Gelenkes, des Handgelenkes und der Handwurzel sowie das Vorhandensein von Ganglienzysten wurden systematisch erfasst (Tab. 15). Durch die MRT konnten ausgeprägte bzw. fortgeschrittene Arthrosen des Handgelenkes, des DSG, des STT-Gelenkes und Veränderungen des RST ausgeschlossen werden.

Es wurde ein empirischer semiquantitativer Radialer Arthrosescore berechnet. Dieser wurde mit den klinischen Befunden zum Zeitpunkt T1 und Testergebnissen, wie dem VAS-Score und dem Quick-DASH-Score, verglichen.

Zwischen dem MR-Entzündungs-Score für Veränderungen der Radialen Säule und dem VAS- ($r = 0,18$) bzw. dem Quick-DASH-Score ($r = 0,323$) bestand ein schwacher, diagnostisch nicht verwertbarer Zusammenhang (Abb. 79; Abb. 80).

5.3.6. Zusammenfassung

Mit dieser Arbeit wurden erstmalig die Sensitivität und Spezifität der MR-Diagnostik für eine Kompartimentierung des Ersten SSF beschrieben. Eine synoptische Auswertung der MR-Untersuchungen unter Anwendung mehrerer qualitativer Kriterien und quantitativer Messungen, wie sie hier mit einem empirischen Septum-Score des Ersten SSF exemplarisch demonstriert wurde, ist geeignet, um bei symptomatischen Patienten mit TdQ die präoperative Frage nach einer **Kompartimentierung des Ersten SSF** mit einer Sensitivität von 75 %, einer Spezifität von 75 % und einer ACC von 75 % zu beurteilen. Der Ausschluss eines Septums im Ersten SSF ist mit einem größeren Vorhersagefehler behaftet als dessen Nachweis. Die Zusammenfassung der MR-Befunde in einem Score schützt vor einer Überbewertung einzelner Befunde, die zur falsch positiven Annahme eines Septums führen kann.

Ein Septumdicken-Quotient in der MRT von mindestens 0,8 und ein EPB-APB-Abstand von über 0,5 mm können bei Patienten mit den Symptomen einer TdQ als Hinweise auf eine Kompartimentierung betrachtet werden. Eine stärkere Entzündungsreaktion im Ersten SSF führt zu einer entzündlichen Verdickung der Synovia und einer Volumenzunahme im Ersten SSF, die sich ringförmig in der Umgebung der EPB-Sehne, in der Vergrößerung des Abstandes von EPB- und APL-Sehne, in einer dorsalen Einziehung des Ersten SSF über dem Septum sowie im Vorhandensein einer Radialen Knochenleiste manifestieren kann. Diese bildgebenden Kriterien haben daher bei symptomatischen Patienten einen hohen Stellenwert für die MR-Diagnose einer Kompartimentierung des Ersten SSF.

Der MR-Befund am Ersten SSF ist unabhängig von Ausmaß und Schwere der zum Untersuchungszeitpunkt vorliegenden klinischen Symptome der TdQ, gemessen am VAS- und Quick-DASH-Score.

Durch die MRT können weitere **Sehnenanomalien im Ersten SSF**, insbesondere die Anzahl der Sehnen im Ersten SSF und ihr Volumenverhältnis, mit hoher Zuverlässigkeit präoperativ vorausgesagt werden. Ein statistischer Zusammenhang mit Ausmaß und Schwere der zum Untersuchungszeitpunkt vorliegenden klinischen Symptome der TdQ, gemessen am VAS- und Quick-DASH-Score, ist nicht nachweisbar.

Die Darstellung entzündlicher und degenerativer Veränderungen der Radialen Säule gelingt in der MRT sicher. Sie ist hier ein etabliertes Verfahren, jedoch lag der Fokus dieser Arbeit nicht in der Darstellung solcher Veränderungen. In Abhängigkeit von der Fragestellung und vom Befund in den Standardsequenzen muss die MR-Untersuchung gegebenenfalls auf die Handwurzel mit entsprechenden ergänzenden Sequenzen in angepasster Orientierung der Schichtebenen erweitert werden, um eine optimale Darstellung und abschließende Diagnose zu erzielen.

5.4. Vergleichbarkeit der Verfahren Sonographie und Magnetresonanztomographie

5.4.1. Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs

Bei symptomatischen Patienten lassen die einzelnen Kriterien sowohl für die Sonographie als auch für die MRT eine Vorhersage über ein Septum des Ersten SSF nur bedingt zu. Die bildgebenden Zeichen und Kriterien der Kompartimentierung und der Entzündung des Ersten SSF überlappen sich teilweise.

Ein **Septum-Score des Ersten SSF** von jeweils mindestens 4 Punkten in Sonographie und die MRT trennt empirisch am besten Patienten mit und ohne operativ nachgewiesener Kompartimentierung.

Bei Patienten ohne Septum im Ersten SSF betrug der MR-Septum-Score im Mittel 1,5 (0–6) Punkte und bei der Sonographie im Mittel 2,4 (0–5) Punkte. Er war somit bei Patienten mit Septum mit im Mittel 5,7 (2–9) Punkten in der Sonographie ($p = 0,006$) und mit im Mittel 4,8 (0–9) Punkten in der MRT ($p = 0,03$) jeweils signifikant höher als bei Patienten ohne Septum.

Die Spezifität der Septum-Scores war bei Sonographie und MRT gleich und betrug 75 %. Hinsichtlich der Sensitivität war die Sonographie mit einem Gesamtscore von 83 % der MRT mit 75 % leicht überlegen.

Sowohl bei der Sonographie als auch bei der MRT waren die PPV der Septum-Scores (83 % bzw. 82 %) höher als die jeweiligen NPV (75 % bzw. 67 %). Das bedeutet, dass Sonographie und MRT mit dem Septum-Score in mehr als 80 % – und damit gleich gut – ein Septum vorhersagten. Die NPV von Sonographie und MRT waren hingegen geringer, d. h., dass die Sonographie und die MRT jeweils weniger gut ein Septum des Ersten SSF ausschließen konnten, wobei die Leistung der MRT stärker abfiel (Tab. 41; Tab. 45). Mit $r = 0,52$ bestand eine nur mäßige [107] Korrelation zwischen den sonographisch und mit MRT bestimmten Septum-Scores der einzelnen Patienten (Tab. 37). Das bedeutet, dass sich Sonographie und MRT bei der Beurteilung einer Kompartimentierung des Ersten SSF ergänzten. Dies wird auch dadurch bestätigt, dass bei Einsatz beider Verfahren alle Septen erkannt wurden (s. u.).

Eine dorsale Einziehung des Ersten SSF war bei den Patienten selten, in der Sonographie fünfmal und in der MRT viermal erkennbar. Es gab keinen falsch positiven Befund in der MRT und einen falsch positiven Befund in der Sonographie, beide Verfahren wiesen eine hohe Spezifität bei niedriger Sensitivität auf.

Eine **radiale Knochenleiste** konnte sonographisch nur bei einem einzigen Patienten mit Septum identifiziert werden. Die Sonographie ist wegen der geringen Nachweishäufigkeit nicht zur Suche nach einer radialen Knochenleiste geeignet. Eine radiale Knochenleiste konnte viermal in der MRT nachgewiesen werden, in allen Fällen bestätigte sich intraoperativ ein Septum (PPV: 100 %). Der Nachweis einer radialen Knochenleiste sollte nach weiteren Zeichen einer Kompartimentierung des Ersten SSF suchen lassen.

Bei vier Patienten (33 %) mit einem intraoperativ nachgewiesenen Septum war in der MRT ein **isolierter Ring der EPB-Sehne („Ringzeichen“)** erkennbar. Dabei gab es einen falsch positiven Befund. Sonographisch war ebenfalls bei vier Patienten ein isolierter echoarmer Ring der EPB-Sehne zu erkennen und intraoperativ ein Septum nachweisbar; auch hier gab es einen falsch positiven Befund. Sonographie und MRT hatten bei diesem Merkmal identische Ergebnisse mit einer nur geringen Sensitivität von 33 % und einer hohen Spezifität von 88 %.

Der **Abstand von APL- und EPB-Sehne** betrug bei den asymptomatischen Probanden nur zusammen mit weiteren sonographischen Kriterien einer Kompartimentierung des Ersten SSF über 0,5 mm. Der mittlere **Abstand von APL- und EPB-Sehne** war bei den symptomatischen Patienten mit Septum sowohl in der Sonographie als auch in der MRT größer (1,1 mm im Sonogramm; 0,9 mm in der MRT) als bei Patienten ohne Septum (0,7 mm im Sonogramm; 0,3 mm in der MRT). Ab einem empirischen Grenzwert von 0,5 mm wurden mit der Sonographie alle Septierungen erkannt (100 % Sensitivität) jedoch mit einer geringen Spezifität

(25 %). Betrag der Abstand von APL- und EPB-Sehne mindestens 0,5 mm, wurden in der MRT neun von zwölf Septen erkannt (75 % Sensitivität und 75 % Spezifität).

Der isolierte Nachweis eines **verbreiterten echoarmen Zwischenraums** zwischen der APL- und EPB-Sehne hatte bei symptomatischen Patienten eine unbefriedigende Sensitivität für ein Septum im Ersten SSF von lediglich 58 % in der Sonographie und eine mäßige Sensitivität von 67 % in der MRT. Die Übereinstimmung von Sonographie und MRT war bei diesem Merkmal mit $r = 0,61$ stark (Tab. 37) und im Vergleich aller Einzelkriterien am höchsten.

Bei allen zwölf Patienten mit intraoperativ gesicherten Septen im Ersten SSF beträgt der **Sono-Septumdicken-Quotient** $Q_S = D_S / 0,5 \times (D_{EPB} + D_{APL})$ mindestens 0,8 (Tab. 43). Bei einem empirischen Grenzwert von mindestens 0,8 wurden alle Kompartimentierungen des Ersten SSF erkannt (Sensitivität 100 %; Spezifität 63 %; PPV 80 %). In der MRT wurden bei einem identischen empirischen Grenzwert des MR-Septumdicken-Quotienten von mindestens 0,8 (Tab. 47) neun Patienten mit einer Kompartimentierung des Ersten SSF erkannt (Sensitivität 75 %).

Mit der rein **visuellen Einschätzung** wurden durch den Radiologen sonographisch sieben Septen, in der MRT acht Septen korrekt erkannt. Die ACC ist dabei für beide Verfahren mit jeweils 70 % identisch.

Mit 16 von 20 korrekt zugeordneten Patienten beträgt die ACC der Sonographie 80 % (Tab. 41) und für die MRT mit 15 von 20 korrekt zugeordneten Patienten nur knapp darunter 75 % (Tab. 45). In der Frage der Beurteilung einer Kompartimentierung des Ersten SSF war die Sonographie der MRT damit nur leicht überlegen. Gegenüber der rein visuellen Einschätzung des erfahrenen Untersuchers verbesserte der ausführliche Septum-Score mit zusätzlichen Messungen die Vorhersage eines Septums im Ersten SSF nicht wesentlich.

5.4.2. Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs

Die **Anzahl** der sonographisch und in der MRT erkennbaren isolierten Bündel **der APL- und EPB-Sehnen** sowie deren relatives Volumen (Tab. 28; Tab. 39; Tab. 33; Tab. 34) deckten sich jeweils vollständig mit den intraoperativen Befunden der Patienten (Tab. 19; Tab. 44; Abb. 55). Das in der Sonographie und MRT erkennbare **relative Sehnenvolumen der EPB- und APL-Sehnen** stimmte mit dem intraoperativen Befund vollständig überein (Tab. 20; Abb. 56). Hier lieferten beide Verfahren identische Ergebnisse.

In der Beurteilung der Anzahl der EPB- und der APL-Sehnen und des relativen Volumens der beiden Sehnen des Ersten SSF stimmten Sonographie und MRT ebenfalls in allen 20 Fällen überein ($r = 1$; Tab. 38) und waren gleichwertig. Hierzu existiert keine Literatur.

5.4.3. Entzündliche und degenerative Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs

Die in der Sonographie und in der MRT erhobenen Befunde und Scores für die Entzündung des Ersten SSF (**Sonographischer bzw. MR-Entzündungs-Score**) wurden in Kapitel 4.5.3.3. einander gegenübergestellt und geprüft. Das Ausmaß der entzündlichen Veränderungen von Sehnen und Sehnenscheide des Ersten SSF wurde mit dem Sono- und MR-Entzündungs-Score mit hoher Übereinstimmung ($r = 0,84$) beschrieben. Eine hohe Übereinstimmung zwischen Sonographie und MRT bestand dabei v. a. bezüglich der entzündlichen **Verdickung der APL-Sehne**, sowohl visuell ($r = 0,78$) als auch metrisch ($r = 0,75$), der metrischen **Verdickung der dorsalen Synovia über APL- und EPB-Sehnen** ($r = 0,68$) sowie im Nachweis eines **Ergusses** im Ersten SSF ($r = 0,66$).

Der sonographische und der MR-Entzündungs-Score für das Erste SSF waren mit den intraoperativen makroskopischen Befunden gleich stark korreliert ($r = 0,74$; Abb. 57; Abb. 61). Sonographie und MRT waren damit in Hinblick auf die Abschätzung einer Entzündung des Ersten SSF gleichwertig, das Auflösungsvermögen von Sonographie und MRT war bei der Größe der anatomischen Strukturen des Ersten SSF gleichermaßen ausreichend.

5.4.4. Entzündliche und degenerative Veränderungen des Zweiten Strecksehnenfachs

Die in der Sonographie und in der MRT erhobenen Befunde und Scores für die Entzündung des Zweiten SSF (Sonographischer bzw. MR-Entzündungs-Score) wurden in Kapitel 4.5.3.4. einander gegenübergestellt und geprüft. Hierbei zeigte sich sowohl für den Entzündungs-Score des Zweiten SSF ($r = 0,30$) als auch für die Dicke der Sehnen und Sehnenscheiden ($r = 0,20$ bis $r = 0,23$) und nur etwas stärker für den Ergussnachweis ($r = 0,35$) eine insgesamt schwache Korrelation der Aussagen von Sonographie und MRT.

Bei den insgesamt nur fünf Patienten, bei denen in derselben Operation ein Debridement auch des Zweiten SSF durchgeführt wurde, zeigte sich für die Sonographie eine Korrelation von $r = 0,70$ für den intraoperativem Score (Tab. 15; Tab. 31; Abb. 58). Der entsprechende Wert für die MRT entsprach mit ($r = 0,52$) einer nur mäßigen Korrelation (Tab. 16; Tab. 36; Abb. 62). Die Sonographie war der MRT in der Frage einer Entzündung des Zweiten SSF demzufolge überlegen.

5.4.5. Entzündliche und degenerative Veränderungen der Radialen Säule

Entzündliche und degenerative Veränderungen der Radialen Säule waren mit der standardisierten MRT regelmäßig nachweisbar (Kap. 4.5.2.5.). Diagnostisch war die MRT der Sonographie hier eindeutig überlegen, da der sonographische Nachweis eine dedizierte Suche

nach diesen Veränderungen voraussetzt, die ohne zusätzliche klinische Hinweise nicht routinemäßig erfolgt. Ein Vergleich zwischen den beiden Methoden ist daher mit dieser Studie nicht möglich.

5.4.6. Zusammenfassung

Eine synoptische Auswertung der sonographischen und MR-Untersuchungen unter Anwendung mehrerer definierter qualitativer Kriterien und quantitativer Messungen, wie sie hier mit einem empirischen Septum-Score des Ersten SSF exemplarisch demonstriert wurde, ist geeignet, um bei symptomatischen Patienten mit TdQ die präoperative Frage nach einer **Kompartimentierung des Ersten SSF** in der Sonographie mit einer Sensitivität von 83 %, einer Spezifität von 75 % und einer ACC von 80 % zu beantworten. Mit der MRT war dies mit einer Sensitivität von 75 %, einer Spezifität von 75 % und einer ACC von 75 % zu beantworten. Der Ausschluss eines Septums im Ersten SSF ist sowohl in der Sonographie als auch in der MRT mit einem größeren Vorhersagefehler behaftet als dessen Nachweis.

Sowohl mit der Sonographie als auch mit der MRT trennt ein empirisch definierter **Septum-Score von mindestens 4 Punkten** die Patienten mit operativ nachgewiesener Kompartimentierung von den Patienten ohne Kompartimentierung am besten.

Der mittlere Abstand **der APL- von der EPB-Sehne** war mit beiden bildgebenden Verfahren bei den symptomatischen Patienten mit Septum größer als bei Patienten ohne Septum. Unter Berücksichtigung aller Einzelkriterien beider Verfahren hat der **Sono-Septumdicken-Quotient** $Q_S = D_S / 0,5 \times (D_{EPB} + D_{APL})$ ab einem Wert von 0,8 insgesamt die höchste ACC (85 %), gefolgt von der ACC des Sono-Septum-Scores (80 %).

Kein MR-Kriterium hat eine 100%ige Sensitivität. Lediglich die sonographischen Einzelkriterien **EPB-Abstand ($D_S \geq 0,5 \text{ mm}$)** und **Septumdicken-Quotient $\geq 0,8$** haben eine 100%ige Sensitivität, d. h., es lag bei allen Patienten mit diesem Merkmal ein septiertes Erstes SSF vor.

Einen 100%igen PPV zeigten beide bildgebenden Verfahren nur für das Kriterium **Radiale Knochenleiste**. Allerdings konnte die Sonographie nur bei einem Patienten eine Knochenleiste nachweisen, so dass dieses Kriterium für die sonographische Diagnostik einer Kompartimentierung nicht geeignet war. Das in dieser Arbeit meines Wissens erstmals beschriebene Kriterium **Dorsale Einziehung** des Ersten SSF, das in der Sonographie und der MRT eine hohe Spezifität und eine bessere Sensitivität gegenüber dem Kriterium **Radiale Knochenleiste** hat, scheint geeigneter.

In der reinen visuellen Einschätzung eines Kompartiments im Ersten SSF durch den Radiologen war die ACC für beide Verfahren mit jeweils 70 % identisch. Insgesamt war die Sonographie der MRT in der Frage einer Kompartimentierung des Ersten SSF leicht überlegen.

Werden die Ergebnisse beider Verfahren in Bezug auf eine Kompartimentierung des Ersten SSF berücksichtigt, ließen sich alle intraoperativ dargestellten Septierungen präoperativ vorhersagen. Das bedeutet, dass die in der Sonographie nicht erkannten Septen (zweimal) in der MRT korrekt als Septum erkannt wurden und die in der MRT nicht erkannten Septen (dreimal) in der Sonographie korrekt als Septum erkannt wurden. In der Literatur existieren keine vergleichbaren systematischen Arbeiten, so dass eine Gegenüberstellung mit den in dieser Arbeit gelieferten Ergebnissen nicht möglich ist.

Der sonographische und der MR-Befund am Ersten SSF waren unabhängig von Ausmaß und Schwere der zum Untersuchungszeitpunkt vorliegenden klinischen Symptome der TdQ, gemessen am VAS- und Quick-DASH-Score.

Sonographie und MRT konnten weitere **Sehnenanomalien im Ersten SSF**, insbesondere die Anzahl der Sehnen und ihr Volumenverhältnis, präoperativ korrekt voraussagen. Sie sagten das Ausmaß **entzündlicher und degenerativer Veränderungen des Ersten SSF** mit gleicher hinreichender Zuverlässigkeit voraus. Auch im **Zweiten SSF** bestand bei geringer Zahl der hier operierten Patienten für die Sonographie eine vergleichbare diagnostische Zuverlässigkeit, während die Vorhersage mit der MRT weniger sicher war.

Entzündliche und degenerative **Veränderungen der Radialen Säule** konnten nur unter Einsatz der MRT dargestellt werden. Sie entzogen sich dem spontanen Nachweis bei der routinemäßigen sonographischen Untersuchung und wurden hingegen mit der MRT als Nebenbefund bildlich miterfasst und beurteilbar.

Die Bestimmung von **Scores**, wie des Septum- und Entzündungs-Scores, ist mit beiden bildgebenden Verfahren für den auswertenden Radiologen deutlich zeitaufwendiger als eine rein visuelle Einschätzung; sie erfordert mehrere Messungen, Berechnungen und semiquantitative Bewertungen. Zudem wird bei beiden Methoden kein überzeugender Vorteil der Septum-Scores des Ersten SSF gegenüber der rein visuellen, summarischen Beurteilung einer Kompartimentierung erkennbar. Es ist daher fraglich, ob sie sich aus zeitökonomischen Gründen in der Praxis durchsetzen können.

5.5. Beantwortung der Forschungsfragen

5.5.1. Methodische Einschränkungen

Alle Ergebnisse dieser Arbeit stehen unter einer Reihe von Vorbehalten, die sich v. a. aus der Auswahl der Patienten, der klinischen Untersuchungstechnik, den technischen Gegebenheiten, der praktischen Durchführung der bildgebenden Untersuchungen, der Auswahl und Definition der in der bildgebenden Diagnostik erhobenen Befunde und den verwendeten statistischen Verfahren ergeben. So werden zwischenzeitliche Fortschritte in der Gerätetechnik einen Einfluss auf die Bildqualität haben und vor allem das anatomische Auflösungsvermögen und damit die Erkennbarkeit von Details und die quantitative Auswertung verbessern. Dies wird die Gültigkeit der Ergebnisse dieser Arbeit zeitlich begrenzen.

Die bildgebenden Untersuchungsergebnisse wurden vom Untersucher und dem technischen Stand der zwischen 2016 und 2019 in der ambulanten Routine benutzten Ultraschall- und MR-Geräte beeinflusst. Die Reproduzierbarkeit konnte aufgrund des Studiendesigns nicht geprüft werden, eine Inter- oder Intraobservervariabilität konnte nicht bestimmt werden.

Die bildliche Unterscheidung von Geweben und Strukturen erfordert Kontraste. Bei der Sonographie und der MRT der Hand werden für die bildliche Darstellung unterschiedliche physikalische Eigenschaften der Gewebe und Strukturen des menschlichen Bewegungsapparates sichtbar gemacht. Spielen in der Sonographie die Fähigkeit der Gewebe zur Schalltransmission und -reflexion eine wesentliche Rolle, so sind es in der MRT an erster Stelle die biochemischen Eigenschaften, in denen sich die Gewebe unterscheiden und einen Kontrast hervorrufen. Durch die möglichst exakte topographische Verortung der Signalquellen im untersuchten Körperabschnitt erlauben es beide Verfahren, virtuelle Schnittbilder zu rekonstruieren, die die anatomischen Verhältnisse in vivo möglichst getreu abbilden sollen. Die unterschiedlichen bildgebenden Verfahren weisen somit jeweils unterschiedliche physikalische und biochemische Eigenschaften der verschiedenen Gewebe und Strukturen nach und machen sie in einem anatomiegerechten Format bildlich sichtbar.

Es ist daher zu erwarten, dass sich die verschiedenen Gewebe und Strukturen aufgrund ihrer unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften mit den jeweiligen Verfahren unterschiedlich darstellen. Allein deswegen ist nicht davon auszugehen, dass die einzelnen Verfahren im klinischen Einsatz in allen Körperregionen und bei den verschiedenen Fragestellungen den gleichen Informationsgehalt besitzen und die gleiche diagnostische Bedeutung haben können. Die langjährige Erfahrung im klinischen Einsatz der Verfahren im gesamten Körper hat dies bestätigt. Daher kann es erforderlich sein, verschiedene bildgebende Verfahren zu kombinieren, um durch eine umfassende Darstellung der Gewebeeigenschaften eines Prozesses eine

hinreichend sichere Voraussage von Lokalisation, Ausgangsort, Ausdehnung, Entität, Dignität, Therapieerfolg und Prognose zu gewinnen. Die Anforderungen an diese Leistung der bildgebenden Diagnostik nehmen v. a. in der Onkologie rasch an Komplexität zu und zumindest in diesem Bereich wird der Einsatz von künstlicher Intelligenz zur parametrischen Auswertung der Untersuchungen wünschenswert und an Einfluss zunehmen. Aber auch bei der bildgebenden Diagnostik chronischer Erkrankungen und entzündlicher Prozesse wird die künstliche Intelligenz wahrscheinlich Einsatzbereiche finden.

Bei der bildgebenden Diagnostik der TdQ steht aktuell weiterhin der Nachweis morphologischer einschließlich entzündlicher Veränderungen von Sehnen und ihrer umgebenden Strukturen im Vordergrund. Die teilweise nur geringen Übereinstimmungen von Sonographie und MRT in der präoperativen Diagnostik der TdQ können zum Teil technisch-methodisch erklärt werden. Beide Verfahren haben eine begrenzte Detailauflösung, die zurzeit in der klinischen Routine bei der MRT geringer ist als bei der Sonographie.

Die Messungen und Beurteilung von Abständen und Ausdehnungen anatomischer Strukturen werden bei der Sonographie von den physikalisch-technischen Parametern, vom Anschallwinkel und v. a. vom Kompressionsdruck beeinflusst. Eine zu starke Kompression kann die Abmessungen verringern, eine zu schwache Kompression kann sie hingegen größer und unschärfer erscheinen lassen, wodurch sich die Ergebnisse der sonographischen Diagnostik im Unterschied zur MRT verändern können. In dieser Studie wurde durch den Untersucher eine mittlere Kompression verwendet.

Die Messung von Abständen und Ausdehnungen anatomischer Strukturen ist außerdem abhängig von den Bildkontrasten und der Fenstereinstellung bei der Bildwiedergabe und -auswertung am Monitor. Sie wird durch subjektive Sehgewohnheiten zusätzlich beeinflusst und ist bei beiden Methoden nur in Grenzen zu standardisieren. Bildkontrast und Bildwiedergabe beeinflussen die Lokalisation der Grenze zwischen echoarmen und echoreichen bzw. signalarmen und signalreichen anatomischen Strukturen und damit die Messwerte. Dieser Einfluss ist relativ umso größer, je kleiner die anatomischen Strukturen und je geringer die Kontraste sind, und wirkt entsprechend stark auf das Messergebnis und die Messgenauigkeit ein. Die MRT ist aktuell wegen ihrer geringeren Detailauflösung hiervon stärker betroffen als die Sonographie.

Diese physikalisch-technischen Besonderheiten der Sonographie und der MRT erklären, warum ein direkter Messvergleich kleiner Strukturen, v. a. im Submillimeterbereich, mit beiden Verfahren, insbesondere bei der MRT, ungenau sind und die Messergebnisse so stark voneinander abweichen, dass ein direkter Vergleich der Messwerte der beiden Verfahren nicht möglich ist.

Die Übereinstimmung der Verfahren Sonographie und MRT nimmt jedoch zu, wenn summarische Bewertungen aus semiquantitativen Einzelbefunden in Form von Scores verwendet und diese dann verglichen werden. Offenbar gleichen sich in den Scores die methodenimmanenten Ungenauigkeiten der jeweiligen Verfahren zumindest teilweise aus.

Die Untersuchung und Befundung werden vom Untersucher und den technischen Eigenschaften der benutzten Geräte beeinflusst. Dies gilt im besonderen Maße für die Durchführung der Sonographie. Die Intra- und Interobservervariabilität sind ein Maß für die Abhängigkeit eines klinischen Untersuchungsverfahrens von der Person des Untersuchers. Sie wurden in dieser Arbeit nicht geprüft.

Die im Rahmen dieser Studie untersuchten und operierten Patienten sind in Übereinstimmung mit der Literatur nach Alter, Geschlecht und Häufigkeit eines Septums im Ersten SSF repräsentativ für Patienten mit operationspflichtiger TdQ. Die geringe Fallzahl ist darauf abgestimmt, Unterschiede der Sonographie und der MRT bei der präoperativen Diagnostik einer symptomatischen TdQ auf einem Wahrscheinlichkeitsniveau von $p > 0,05$ statistisch zu sichern. Die statistische Kraft zur vergleichenden Beurteilung der Einzelkriterien ist dadurch begrenzt.

Das Vorliegen einer Kompartimentierung des Ersten SSF war bei den sonographisch untersuchten Probanden nicht operativ gesichert. Nur Patienten mit klinisch eindeutiger TdQ wurden operiert und nur diese haben eine MR-Untersuchung erhalten, da sich eine vergleichbare, mit KM durchgeführte MR-Untersuchung ethisch und medicolegal bei Probanden verbot. Ein Vergleich der Befunde von Sonographie und MRT bei gesunden Probanden ist mit dieser Arbeit daher nicht möglich. Aus dem gleichen Grund konnten bei den Probanden keine Vorhersagewerte berechnet werden.

Bei den Patienten wurde nur die betroffene Seite untersucht. Aussagen über die nicht betroffene Hand sind nicht möglich. Es erfolgte keine Differenzierung zwischen komplettem und inkomplettem Septum des Ersten SSF und keine Einteilung nach HIRANUMA [50]. Händigkeit und Geschlecht der Patienten wurden in dieser Studie nicht berücksichtigt, ein Einfluss auf die sonographischen Befunde konnte aber bei den Probanden nicht nachgewiesen werden.

Die Nachbeobachtung war nach klinischen Erfahrungen auf drei Monate beschränkt worden. Es zeigte sich als Ergebnis dieser Studie, dass sich die postoperativen klinischen Ergebnisse nach drei Monaten weitestgehend normalisiert hatten, der therapeutische Effekt also rasch nach der Operation erreicht wurde. Eine längere Nachbeobachtungszeit lässt daher keine wesentlichen zusätzlichen Erkenntnisse erwarten.

Ein Nachteil des in dieser Arbeit verwendeten Quick-DASH-Scores ist, dass einige darin vorkommende Fragen die Beweglichkeit und Funktion des Handgelenkes nicht berücksichtigen.

Ein Rechtshänder, dessen linkes Erstes SSF entzündet ist, könnte sich bei der Beantwortung der Fragen unbewusst stärker auf seine nicht betroffene dominante rechte Hand beziehen und dadurch seine Antworten möglicherweise ungewollt verfälschen. Ebenso könnte ein Patient mit gleichzeitigem behandlungsbedürftigen Befall des ersten und des Zweiten SSF seine Beschwerden nicht mehr sicher einem der beiden SSF zuordnen. Daher besteht die Möglichkeit, dass der Patient in solchen Fällen bei der Beurteilung das eigene Beschwerdebild subjektiv verfälscht.

5.5.2. Frage 1: Können Sonographie und Magnetresonanztomographie vor einer Operation wegen einer therapierefraktären akuten oder einer chronisch-rezidivierenden Tendovaginitis de Quervain eine Kompartimentierung und Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs nachweisen?

Es wurden bildgebende Befunde und Zeichen definiert, die als charakteristisch oder begünstigend für eine therapierefraktäre akute oder eine chronisch-rezidivierende TdQ beschrieben wurden oder im Verlauf von mehr als 15 Jahren Beschäftigung mit der bildgebenden Diagnostik der TdQ aufgefallen sind. Es handelte sich dabei um Hinweise auf einerseits eine Entzündung der Sehnen und Sehnenscheiden, andererseits eine Unterteilung des Ersten SSF durch ein Septum sowie auf die Anzahl der Sehnen im Ersten SSF, die in der Sonographie bzw. der MRT in vergleichbarer Weise nachweisbar sind. Diese bildgebenden Befunde wurden mit den operativen und histologischen Befunden als Goldstandard sowie mit den klinischen Befunden, gemessen am VAS-Score und Quick-DASH-Score, verglichen.

Ein **Septum** lässt sich bei einer TdQ umso sicherer nachweisen, je stärker die Entzündung innerhalb des Ersten SSF entwickelt ist. Es wird mit zunehmendem Ausmaß der Tenosynovitis des Ersten SSF breiter und sonographisch echoärmer, es reichert in der MRT stärker KM an und wird dadurch besser sichtbar. Insofern sind sowohl in der Sonographie als auch in der MRT die bildgebenden Kriterien der Entzündung und der Kompartimentierung nicht voneinander unabhängig.

Mit Hilfe der vorgestellten Zeichen und Messwerte sowie eines semiquantitativen **Septum-Scores** des Ersten SSF gelang bei symptomatischen Patienten mit TdQ die Vorhersage einer Kompartimentierung mittels Sonographie mit einer Sensitivität von 83 %, einer Spezifität von 75 % und einer ACC von 80 % und mittels MRT mit einer Sensitivität von 75 %, einer Spezifität von 75 % und einer ACC von 75 %. Sowohl die Sonographie als auch die MRT waren im Nachweis eines Septums im Ersten SSF etwas besser als in dessen Ausschluss.

Eine **dorsale Einziehung** der Kontur des Ersten SSF oder ein **echoarmer Ring der EPB-Sehne** („Ringzeichen“) wurde bei keinem der asymptomatischen Probanden beobachtet, sofern sie keine weiteren sonographische Zeichen einer Kompartimentierung aufwiesen. Der sonographische Nachweis eines isolierten Rings der EPB-Sehne ging bei symptomatischen Patienten mit einer hohen Spezifität von 88 % einher und machte das Vorhandensein eines Septums im Ersten SSF sehr wahrscheinlich. In der MRT wurde eine dorsale Einziehung der Kontur des Ersten SSF ausschließlich bei Patienten mit septiertem Ersten SSF und ein isolierter Ring der EPB-Sehne nur bei einem Patienten ohne Septum, ansonsten ebenfalls ausschließlich bei Patienten mit einem Septum beobachtet.

Von allen Einzelkriterien eines Septums des Ersten SSF führt ein **Sono-Septumdicken-Quotient von mindestens 0,8** bereits zu einer 100%igen Sensitivität und ACC von 85 %. Dieses Kriterium beschreibt eine überproportionale entzündliche synoviale Verdickung des Septums im Vergleich zum übrigen Ersten SSF und ist allen sonstigen sonographischen und MR-Kriterien überlegen. Die MRT erreicht lediglich beim **Septumdicken-Quotienten** eine maximale Sensitivität von 75 % und bei keinem weiteren Kriterium eine höhere Sensitivität als 75 %. Die maximale ACC in der MRT beträgt 75 %.

Möglicherweise können vom sonographischen Untersucher mit dynamischer, dosierter Kompression des Ersten SSF die Konturen des Ersten SSF und die Dicke der Synovia und des Septums gezielt und detaillierter herausgearbeitet werden, als dies die MR-Untersuchung zulässt.

Die Zusammenfassung der einzelnen sonographischen oder MR-Kriterien zu einem **Septum-Score** erhöht zwar in der klinischen Routine den Zeitaufwand, schützt aber vor einer Überbewertung einzelner Kriterien. Je mehr sonographische oder MR-Kriterien eines Septums nachweisbar und je deutlicher sie ausgeprägt sind, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Septum vorliegt und umgekehrt. Der visuelle Gesamteindruck des Untersuchers, dass ein Septum vorliegt, trägt bei beiden Methoden zur Sicherheit der Aussage bei. Wurden die Ergebnisse sowohl der Sonographie als auch der MRT berücksichtigt, so konnten alle Kompartimentierungen mit mindestens einer Methode korrekt vorausgesagt werden.

Die **Anzahl** und das **relative Volumen** der in der Sonographie und in der MRT erkennbaren isolierten Bündel **der APL- und EPB-Sehnen** deckten sich vollständig mit den intraoperativen Befunden der Patienten. Sonographie und MRT sagten somit Variationen und Anomalien der Sehnen des Ersten SSF gleichermaßen präzise voraus.

Weder die sonographisch noch die in der MRT nachgewiesenen anatomischen und entzündlichen Befunde am Ersten SSF korrelierten bei der therapierefraktären akuten oder einer chronisch-rezidivierenden TdQ mit dem Schweregrad der präoperativ bestehenden **klinischen**

Symptome. Die Aussagen der Sonographie und der MRT sind damit unabhängig von der klinischen Präsentation der Patienten mit TdQ und liefern wertvolle zusätzlich präoperative anatomische Informationen.

Zusammenfassend können die Sonographie und die MRT gleichermaßen – Letztere allerdings mit etwas schlechteren Ergebnissen als die Sonographie – eingesetzt werden, um vor einer Operation wegen einer therapierefraktären akuten oder einer chronisch-rezidivierenden TdQ eine Kompartimentierung und Sehnenanomalien des Ersten SSF nachzuweisen. Der kombinierte Einsatz beider Verfahren erhöht die Vorhersagekraft.

5.5.3. Frage 2: Sind Sonographie und Magnetresonanztomographie gleichwertige, sich eventuell ergänzende Verfahren zur Beurteilung einer Kompartimentierung und von Sehnenanomalien des Ersten Strecksehnenfachs?

Der sonographische und der MR-Septum-Score und die Einzelkriterien beider Scores wurden einander gegenübergestellt und mit den intraoperativen Befunden verglichen. Bei einer **rein visuellen Einschätzung** durch den auswertenden Radiologen wurden sonographisch siebenmal und mit der MRT achtmal Septierungen des Ersten SSF korrekt erkannt. Die ACC war hier für beide Verfahren mit jeweils 70 % identisch.

Die ACC des **Septum-Scores** betrug mit der Sonographie 80 % und mit der MRT 75 %. Für die Sensitivität im Gesamtscore war die Sonographie mit 83 % im Vergleich zur MRT mit 75 % leicht überlegen. Der Ausschluss eines Septums des Ersten SSF war sowohl in der Sonographie als auch in der MRT mit einem größeren Vorhersagefehler (NPV) behaftet als dessen Nachweis (PPV). Somit war die Sonographie der MRT in der Frage einer Kompartimentierung des Ersten SSF insgesamt nur gering überlegen. Beide Methoden waren in der Beurteilung einer Kompartimentierung des Ersten SSF voneinander unabhängig ($r = 0,52$).

Die Kombination beider Verfahren verbesserte die Vorhersagekraft, denn gemeinsam konnten alle Kompartimentierungen in dieser Studie präoperativ vorhergesagt werden (Sensitivität von Sonographie und MRT zusammen = 100 %). Sonographie und MRT ergänzen sich somit in der Frage nach einer Septierung des Ersten SSF.

Das in der Sonographie und MRT erkennbare **relative Volumen der EPB- und APL-Sehnen** wurde miteinander und mit dem intraoperativen Befund verglichen. Beide Verfahren stimmten miteinander und mit dem intraoperativen Befund vollständig überein und sind gleichwertig. In der Beurteilung der **Anzahl der EPB- und der APL-Sehnen** stimmten Sonographie und MRT ebenfalls in allen Fällen überein und waren auch hier gleichwertig. Sonographie und MRT

konnten diese **Sehnenanomalien im Ersten SSF** mit hoher Zuverlässigkeit präoperativ voraussagen und waren dabei unabhängig von Ausmaß und Schwere der zum Untersuchungszeitpunkt vorliegenden **klinischen Symptome der TdQ**. In der Beurteilung von Sehnenanomalien stimmen Sonographie und MRT somit überein und ergänzen sich nicht. Eine Methode alleine reicht folglich zur Beurteilung dieser Sehnenanomalien aus.

Die Bestimmung von Scores, wie der Septum-Scores und der Entzündungs-Scores, ist sowohl mit der Sonographie als auch mit der MRT für den auswertenden Radiologen deutlich zeitaufwendiger als eine rein visuelle Einschätzung. Durch die Berechnung des Septum-Scores kann die diagnostische Aussage verbessert werden, insbesondere wenn die Ergebnisse von Sonographie und MRT zusammen berücksichtigt werden können.

Für den Einsatz der MRT, die in der Planung und in der Ausführung deutlich aufwendiger gegenüber der Sonographie ist, müssen zusätzlich ökonomische Gesichtspunkte berücksichtigt werden.

Zusammenfassend sind zur alleinigen präoperativen Beurteilung einer Kompartimentierung und von Anomalien des Ersten SSF bei einer TdQ die Sonographie und die MRT als jeweils einzige Methoden nahezu gleichwertig. Möglicherweise können vom sonographischen Untersucher mit gezielter dynamischer, dosierter Kompression des Ersten SSF und optimaler Angulierung der Sonde die Konturen des Ersten SSF und die Dicke der Synovia und des Septums individuell detaillierter herausgearbeitet werden, als dies die MR-Untersuchung zulässt.

Sonographie und MRT sind bei der Beurteilung einer Septierung des Ersten SSF voneinander unabhängig und ergänzen sich. Durch den zusätzlichen Einsatz der MRT wird das Ergebnis der sonographischen Diagnostik verbessert. Erst durch den kombinierten Einsatz beider Methoden werden alle Septen präoperativ korrekt vorhergesagt. Allerdings erlaubt die alleinige sonographische oder MR-Untersuchung bereits die sichere präoperative Beurteilung von Sehnenanomalien des Ersten SSF.

5.5.4. Frage 3: Hat das Ergebnis der präoperativen Sonographie und Magnetresonanztomographie einen Einfluss auf das operative Vorgehen wegen einer therapierefraktären akuten oder einer chronisch-rezidivierenden Tendovaginitis de Quervain?

In der Literatur gilt es als entscheidende Voraussetzung für eine erfolgreiche operative Behandlung der TdQ, dass ein Septum des Ersten SSF intraoperativ erkannt und vollständig reseziert und damit der Sehnenkanal erweitert wird und die Sehnen ihre relative Beweglichkeit wiedererlangen können. Das Sehnenvolumen und v. a. die Anzahl der APL-Sehnen bestim-

men die Beweglichkeit der Sehnen im Ersten SSF mit. Die folgenden vier Befundkonstellationen haben daher einen Einfluss auf das operative Vorgehen und den Erfolg einer therapierefraktären akuten oder einer chronisch-rezidivierenden TdQ.

Szenario 1: Das Septum wird in der bildgebenden Diagnostik erkannt/vermutet und ist intraoperativ sofort erkennbar.

Zeigt sich intraoperativ nach Eröffnung des Retinaculums über dem Ersten SSF, dass eine Kompartimentierung vorliegt, wird die Sehnenscheide eröffnet und die darin verlaufenden Sehnen werden debridiert und mobilisiert. Das Septum wird vollständig reseziert. Es folgt keine weitere Präparation oder Schnitterweiterung nach proximal und distal.

Szenario 2: Das Septum wird in der bildgebenden Diagnostik erkannt/vermutet und ist intraoperativ nicht sofort erkennbar.

Ist in diesem Fall intraoperativ nach Eröffnung des Retinaculums über dem Ersten SSF keine Kompartimentierung zu erkennen, erfolgt die weitere Präparation mit erforderlichenfalls Schnitterweiterung zunächst nach distal. Findet sich hier eine Kompartimentierung, wird diese eröffnet und die darin verlaufende Sehne wird debridiert und mobilisiert. Das Septum wird vollständig reseziert. Findet sich auch distal keine Kompartimentierung, wird zusätzlich weiter nach proximal präpariert. Besteht hier eine Kompartimentierung, wird diese eröffnet und die darin verlaufende Sehne wird debridiert und mobilisiert. Das Septum wird vollständig reseziert. Ist trotz weiter Präparation an keiner Stelle eine Kompartimentierung nachweisbar, wird der Eingriff ohne weitere operative Maßnahmen beendet.

Szenario 3: Ein Septum wird in der bildgebenden Diagnostik nicht erkannt/nicht vermutet und ist intraoperativ ebenfalls nicht erkennbar.

Zeigt sich in diesem Szenario intraoperativ nach Eröffnung des Retinaculums über dem Ersten SSF keine Kompartimentierung, so erfolgt – unter Einsatz der Haken – eine visuelle Exploration des Situs nach distal und proximal, jedoch keine weitere Präparation oder Schnitterweiterung.

Szenario 4: Ein Septum wird in der bildgebenden Diagnostik nicht erkannt/nicht vermutet, liegt aber intraoperativ vor.

Zeigt sich intraoperativ nach Eröffnung des Retinaculums über dem Ersten SSF eine Kompartimentierung, wird die Sehnenscheide eröffnet und die darin verlaufenden Sehnen werden debridiert und mobilisiert. Es folgt keine weitere Präparation oder Schnitterweiterung nach proximal oder distal.

Bei einem klinisch ausgeprägten entzündlichen Befund des Ersten SSF ist eine sichere klinische Beurteilung des **Zweiten SSF** häufig erschwert und eine entzündliche Beteiligung des

Zweiten SSF kann nicht sicher **ausgeschlossen** werden. Spricht bei diesem klinischen Szenario der bildgebende Befund in Sonographie und/oder MRT für eine Tendovaginitis des Zweiten SSF, so ist die Indikation zur Ausweitung des operativen Eingriffs auf das Zweite SSF großzügig zu stellen. Eine entsprechende präoperative Aufklärung ist Voraussetzung.

5.5.5. Frage 4: Hat das Ergebnis der präoperativen Sonographie und Magnetresonanztomographie einen Einfluss auf das Frühergebnis der Operation wegen einer therapierefraktären akuten oder einer chronisch-rezidivierenden Tendovaginitis de Quervain?

Das Ergebnis der präoperativen Sonographie und MRT hat einen Einfluss auf das operative Vorgehen (Kap. 5.5.4). Beim gemeinsamen Einsatz beider Methoden wird jede vorhandene Kompartimentierung des Ersten SSF präoperativ erkannt. In allen beschriebenen Konstellationen werden die im Ersten SSF verlaufenden Sehnen debridiert und mobilisiert und das Septum wird vollständig reseziert.

Der präoperative sonographische oder magnetresonanztomographische Verdacht oder Hinweis auf eine Kompartimentierung des Ersten SSF motivieren und erleichtern die intensive intraoperative Suche nach einem Septum mit dem Ziel, es vollständig zu resezieren und die vorbestehende Kompartimentierung und Enge des Ersten SSF aufzuheben.

Sprechen bei einem klinisch ausgeprägten entzündlichen Befund die Sonographie- und/oder MR-Diagnostik für eine Tendovaginitis des Zweiten SSF, wird in selber Sitzung das Zweite SSF operativ eröffnet und die darin verlaufenden Sehnen werden debridiert. Eine entsprechende präoperative Aufklärung erfolgt regelmäßig.

Bei dieser konsequenten Vorgehensweise unterscheidet sich der früh postoperative klinische Verlauf der hier behandelten Patienten mit und ohne gesichertes und reseziertes Septum nicht. Die vollständige Resektion des Septums sowie Debridement und Mobilisation beider Sehnen des Ersten SSF und erforderlichenfalls des Zweiten SSF führen zu einem gleichermaßen guten früh postoperativen klinischen Verlauf, gemessen am VAS- und Quick-DASH-Score nach drei Monaten.

Die radiologische bildgebende Diagnostik mit Sonographie und MRT, kombiniert mit einem differenzierten operativen Vorgehen, leistet somit einen relevanten Beitrag zur erfolgreichen postoperativen Entwicklung aller operierten Patienten, unabhängig von einer vorbestehenden Kompartimentierung des Ersten SSF oder einer entzündlichen Mitbeteiligung des Zweiten SSF.

5.5.6. Frage 5: Können Sonographie und Magnetresonanztomographie vor einer Operation wegen einer therapierefraktären akuten oder chronisch-rezidivierenden Tendovaginitis de Quervain differentialdiagnostisch relevante Befunde an der Radialen Säule nachweisen, die die Therapiewahl oder das operative Vorgehen beeinflussen?

In der Sonographie konnten bei den Patienten der Studie keine differentialdiagnostisch relevanten Befunde an der Radialen Säule nachgewiesen werden. Die Therapiewahl oder das operative Vorgehen wurden in diesem Punkt durch die Sonographie nicht beeinflusst.

Nur mittels der MRT konnten entzündliche und degenerative Veränderungen an der Radialen Säule dargestellt werden. Diese hatten jedoch keinen unmittelbaren Einfluss auf das operative Vorgehen. Insbesondere der Ausschluss fortgeschrittener degenerativer Veränderungen des CMC-I mittels MRT bestärkte jedoch die Limitierung des operativen Eingriffes auf die Sehnen des symptomatischen Ersten SSF. Eine höhergradige Arthrose des CMC-I führt regelmäßig dazu, dass andere Behandlungen, beispielsweise die Radiosynoviorthese, die Infiltration oder eine Operation des CMC-I, ggf. mit gleichzeitiger Eröffnung des Ersten SSF erfolgen.

Auch alle weiteren entzündlichen und degenerative Veränderungen der Radialen Säule, die bei den Patienten der Studie durch die MRT dargestellt werden konnten, waren zum Untersuchungszeitpunkt klinisch stumm und haben daher die Therapiewahl oder das operative Vorgehen selbst nicht beeinflusst. Die fehlende sonographische Nachweisbarkeit von Veränderungen der Radialen Säule bei fehlender klinischer Symptomatik ist daher kein Argument gegen den präoperativen Einsatz der Sonographie bei symptomatischer TdQ.

5.5.7. Frage 6: Kann eine Empfehlung zum präoperativen Einsatz der Sonographie und der Magnetresonanztomographie bei Tendovaginitis de Quervain gegeben werden?

Zur alleinigen präoperativen Beurteilung einer Kompartimentierung und von Anomalien des Ersten SSF bei einer TdQ ist die Sonographie der MRT nicht unterlegen.

Sonographie und MRT ergänzen sich bei der Fragestellung eines Septums im Ersten SSF, denn erst durch den kombinierten Einsatz beider Methoden werden alle Kompartimentierungen des Ersten SSF korrekt vorhergesagt. Die ACC des Septum-Scores betrug mit der alleinigen Sonographie 80 % und mit der alleinigen MRT 75 %. Hinsichtlich der Sensitivität war die Sonographie (83 %) der MRT (75 %) leicht überlegen. Sonographie und MRT alleine können sonstige Sehnenanomalien des Ersten SSF gleichwertig und sicher vorhersagen, so dass hierzu eine der Methoden ausreicht. Unter ökonomischen und ökologischen Aspekten ist die Sonographie gegenüber der MRT nach Möglichkeit zu bevorzugen.

Vor einer Operation wegen einer TdQ wird der folgende differenzierte Einsatz der bildgebenden Methoden vorgeschlagen:

Empfehlung 1: Wenn es sich um einen unkomplizierten und für eine TdQ typischen klinischen Befund handelt und demzufolge die isolierte Beurteilung des Ersten SSF und evtl. auch des Zweiten SSF gefordert ist, kann die **Sonographie** aus klinischer Sicht als **ausreichend** angesehen werden und sollte **als primäres Verfahren** eingesetzt werden.

Empfehlung 2: Wenn Kontraindikationen zur MRT bestehen, ist ebenfalls **primär die Sonographie** einzusetzen. Vor allem bei Hinweisen auf knöcherne Veränderungen ist hier die Indikation zur ergänzenden Volumen-CT zu stellen.

Empfehlung 3: Wenn wegen eines atypischen klinischen Befundes oder differentialdiagnostischer Erwägungen die Beurteilung weiterer Strukturen erforderlich ist, sollte **primär die MRT** zum Einsatz kommen. Hierzu zählen entsprechende Hinweise im Röntgenbild, der klinische Verdacht auf weitere Pathologien der Radialen Säule oder der Handwurzel, der Verdacht auf entzündlich-rheumatische Erkrankungen oder der Zustand nach knöchernen Voroperationen oder früherem Trauma.

Empfehlung 4: Wenn ein zuvor erhobener sonographischer Befund unklar oder unsicher ist, sollte eine zusätzliche **MRT** durchgeführt werden.

Empfehlung 5: Wenn aus klinischer Sicht ein Septum präoperativ mit höchstmöglicher Sicherheit vorhergesagt oder ausgeschlossen werden soll, ist die kombinierte Diagnostik mit **Sonographie und MRT** anzustreben.

Empfehlung 6: Ausgehend von den Ergebnissen dieser Studie, die an nicht wegen einer TdQ voroperierten Patienten erfolgte, ist bei voroperierten Patienten mit erneuter TdQ-Symptomatik ebenfalls die kombinierte Diagnostik mit **Sonographie und MRT** anzustreben. In unklaren Fällen oder bei fehlender Durchführbarkeit der MRT kann die hochaufgelöste dreidimensionale Volumen-CT, evtl. mit i.v. KM-Gabe, hilfreich sein.

Es ist zu erwarten, dass in der MRT neue Messesequenzen und innovative Geräte- und Spulentechnologien künftig den Einsatz i.v. gadoliniumhaltiger MR-KM überflüssig machen und die Detailauflösung der MRT weiter verbessern werden. Dadurch würde das Nebenwirkungspotential der MR-KM entfallen. Außerdem würden die Kosten für KM und entsprechendes Verbrauchsmaterial und die unerwünschte Umweltbelastung durch vom Patienten ausgehende Gadoliniumverbindungen und Plastikmaterialien entfallen.

Bereits jetzt ist absehbar, dass der Einsatz von künstlicher Intelligenz im MR-Gerät durch eine Abnahme des Bildrauschens und Artefaktunterdrückung die Bildqualität der MRT, aber auch

der Sonographie weiter verbessern wird. Unter diesen geänderten Voraussetzungen und Nebenbedingungen werden insbesondere die MRT und ihr Einsatz künftig neu zu bewerten sein.

6. Literaturverzeichnis

1. De Quervain F. Über eine Form von chronischer Tendovaginitis. Correspondenz-Blatt für Schweizer Aerzte 1895; **25**: 389–394.
2. De Quervain F. Ueber das Wesen und die Behandlung der stenosierenden Tendovaginitis am Processus styloideus radii. Münchener Medizinische Wochenschrift 1912; **59**: 5–6.
3. Troell A. Über die sogenannte Tendovaginitis crepitans. Deutsche Zeitschrift f Chirurgie 1918; **143(3–6)**: 125–162.
4. Wetterkamp D, Rieger H, Brug E (1997). 100 years tendovaginitis stenisans de Quervain – review of the literature and personal results. Handchir Mikrochir Plast Chir 1997; **29(4)**: 214–217.
5. Petit Le Manac’h, A, Roquelaure Y, Ha C, Bodin J, Meyer G, Bigot F, Veaudor M, Descatha A, Goldberg M, Imbernon E. Risk factors for de Quervain’s disease in a French working population. Scand J Work Environ Health 2011; **37(5)**: 394–401.
6. Luopajarvi T, Kuorinka I, Virolainen M, Holmberg M. Prevalence of tenosynovitis and other injuries of the upper extremities in repetitive work. Scand J Work Environ Health 1979; **5(3)**: 48–55.
7. Stahl S, Vida D, Meisner C, Lotter O, Rothenberger J, Schaller HE, Stahl AS. Systematic review and meta-analysis on the work-related cause of de Quervain tenosynovitis: a critical appraisal of its recognition as an occupational disease. Plast Reconstr Surg 2013; **132(6)**: 1479–1491.
8. Leclerc A, Landre MF, Chastang JF, Niedhammer I, Roquelaure Y. Upper-limb disorders in repetitive work. Scand J Work Environ Health 2001; **27(4)**: 268–278.
9. Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Erkrankungen durch Erschütterung bei Arbeit mit Druckluftwerkzeugen oder gleichartig wirkenden Werkzeugen oder Maschinen (Merkblatt zu BK Nr. 43 (jetzt 2101) der Anl. 1 zur 7. BKVO (Bek. des BMA v. 18.2.1963, BArbBl. Fachteil Arbeitsschutz 1963, 24) unter Berücksichtigung der Änderungen vom 1.12.2007 (Bek. d. BMAS v. 1.12.2007 – IVa 4-45222; 2101/3 – Gemeinsames Ministerialblatt 1-2008: 2.
10. Richtlinie 2011/24/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über die Ausübung der Patientenrechte in der grenzüberschreitenden Gesundheitsversorgung vom 9. März 2011. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011L0024&from=DE> (aufgerufen am 02.02.2023).
11. Leao L. De Quervain’s disease. A clinical and anatomical study. J Bone Joint Surg Am 1958; **40-A(5)**: 1063–1070.

12. Chow SP. Triggering due to de Quervain's disease. *Hand (NY)* 1979; **11(1)**: 93–94.
13. Lee ZH, Stranix JT, Anzai L, Sharma S. Surgical anatomy of the first extensor compartment: A systematic review and comparison of normal cadavers vs. De Quervain syndrome patients. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2017; **70(1)**: 127–131.
14. Choi SJ, Ahn JH, Lee YJ, Ryu DS, Lee JH, Jung SM, Park MS, Lee KW. De Quervain disease: US identification of anatomic variations in the first extensor compartment with an emphasis on subcompartmentalization. *Radiology* 2011; **260(2)**: 480–486.
15. Bahm J, Szabo Z, Foucher G. The anatomy of de Quervain's disease. A study of operative findings. *Int Orthop* 1995; **19(4)**: 209–211.
16. Giles KW. Anatomical variations affecting the surgery of de Quervain's disease. *J Bone Joint Surg Br* 1960; **42-B(2)**: 352–355.
17. Jackson WT, Viegas SF, Coon TM, Stimpson KD, Frogameni AD, Simpson JM. Anatomical variations in the first extensor compartment of the wrist. A clinical and anatomical study. *J Bone Joint Surg Am* 1986; **68(6)**: 923–926.
18. Keon-Cohen B. De Qervain's disease. *J Bone Joint Surg Br* 1951; **33-B(1)**: 96–99.
19. Minamikawa Y, Peimer CA, Cox WL, Sherwin FS. De Quervain's syndrome. Surgical and anatomical studies of the fibroosseous canal. *Orthopedics* 1991; **14(5)**: 545–549.
20. Burman M. Stenosing tendovaginitis of the dorsal and volar compartments of the wrist. *Arch Surg* 1952; **65(5)**: 752–762.
21. De Keating-Hart E, Touchais S, Kerjean Y, Ardouin L, Le Goff B. Presence of an intra-compartmental septum detected by ultrasound is associated with the failure of ultrasound-guided steroid injection in de Quervain's syndrome. *J Hand Surg Eur* 2015; **41(2)**: 212–219.
22. Harvey FJ, Harvey PM, Horsley MW. De Quervain's disease: surgical or nonsurgical treatment. *J Hand Surg Am* 1990; **15(1)**: 83–87.
23. Yuasa K, Kiyoshige Y. Limited surgical treatment of de Quervain's disease: decompression of only the extensor pollicis brevis subcompartment. *J Hand Surg Am* 1998; **23(5)**: 840–843.
24. Leslie BM, Ericson WB Jr, Morehead JR. Incidence of a septum within the first dorsal compartment of the wrist. *J Hand Surg Am* 1990; **15(1)**: 88–91.
25. Rousset P, Vuillemin-Bodaghi V, Laredo JD, Parlier-Cuau C. Anatomic variations in the first extensor compartment of the wrist: accuracy of US. *Radiology* 2010; **257(2)**: 427–433.

- 26.** Chang CY, Kheterpal AB, Vicentini JRT, Huang AJ. Variations of anatomy on MRI of the first extensor compartment of the wrist and association with De Quervain tenosynovitis. *Skeletal Radiol* 2017; **46(8)**: 1047–1056.
- 27.** Nagaoka M, Matsuzaki H, Suzuki T. Ultrasonographic examination of de Quervain's disease. *J Orthop Sci* 2000; **5(2)**: 96–99.
- 28.** Plotkin B, Sampath SC, Sampath SC, Motamedi K. MR imaging and US of the wrist tendons. *Radiographics* 2016; **36(6)**: 1688–1700.
- 29.** Anderson SE, Steinbach LS, De Monaco D, Bonel HM, Hurtienne Y, Voegelin E. „Baby wrist“: MRI of an overuse syndrome in mothers. *Am J Roentgenol* 2004; **182(3)**: 719–724.
- 30.** Lemburg SP, Nicolas V, Heyer CM. Tendovaginitis stenisans de Quervain – Diagnostik mittels Röntgen und MRT. *Rofo* 2008; **180(4)**: 345–346.
- 31.** Gurses IA, Coskun O, Gayretli O, Kale A, Ozturk A (2015). The anatomy of the fibrous and osseous components of the first extensor compartment of the wrist: a cadaveric study. *Surg Radiol Anat* 2015; **37(7)**: 773–777.
- 32.** Gurses IA, Turkay R, Inci E, Ors S, Onal Y, Ozel S, Vural. Sex differences in the radial grooves in the first extensor compartment. *Skeletal Radiol* 2016; **45(7)**: 955–958.
- 33.** Berger RA. Wrist Anatomy. In: Cooney WP, ed. *The Wrist – Diagnosis and Operative Treatment*. Vol.2. 2. Aufl. Philadelphia: Wolters Kluwer/ Lippincott, Williams and Wilkins, 2010: 34–36.
- 34.** Bade H. Anatomische Grundlagen. In: Martini A-K. *Ellenbogen, Unterarm, Hand*. In: Wirth CJ, Zichner L (Hrsg.). *Orthopädie und Orthopädische Chirurgie*. 1. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2003: 16.
- 35.** Zwicker M. Wesen und Behandlung der Tendovaginitis fibrosa stenisans. *Dtsch Med Wochenschr* 1959; **84(48)**: 2161–2164.
- 36.** Hirai Y, Yoshida K, Yamanaka K, Inoue A, Yamaki K, Yoshizuka M. An anatomic study of the extensor tendons of the human hand. *J Hand Surg Am* 2001; **26(6)**: 1009–1015.
- 37.** Kluge S. *Ultraschalldiagnostik der Hand*. 1. Aufl. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2015.
- 38.** Abdel-Hamid GA, El-Beshbishy RA, Abdel Aal IH. Anatomical variations of the hand extensors. *Folia Morphol (Warsz)* 2013; **72(3)**: 249–257.
- 39.** Kulshreshtha R, Patel S, Arya AP, Hall S, Compson JP. Variations of the extensor pollicis brevis tendon and its insertion: a study of 44 cadaveric hands. *J Hand Surg Eur* 2007; **32(5)**: 550–553.

40. Brunelli GA, Brunelli GR. Anatomy of extensor pollicis brevis muscle. *J Hand Surg Br* 1992; **17(3)**: 267–269.
41. Pearson FG, Robinson A. Eighth report of the Committee of Collective Investigation of the Anatomical Society of Great Britain and Ireland for the year 1897–98. *J Anat Physiol* 1898; **33(1)**: 189–203.
42. Fenton RL, Lapidus PW. An anatomical study of the abductor pollicis longus and extensor pollicis longus and brevis. *Bull Hosp Joint Dis (NY)* 1953; **14(1)**: 138–143.
43. Julius D. Systematische Literaturübersicht und Metaanalyse zur berufsabhängigen Ätiopathologie der Tendovaginitis stenosans de Quervain. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin der Medizinischen Fakultät der Eberhard Karls Universität zu Tübingen, 2015.
44. McDermott JD, Ilyas AM, Nazarian LN, Leinberry CF. Ultrasound-guided injections for de Quervain's tenosynovitis. *Clin Orthop Relat Res* 2012; **470(7)**: 1925–1931.
45. McAuliffe JA. Tendon disorders of the hand and wrist. *J Hand Surg Am* 2010; **35(5)**: 846–853.
46. Kwon BC, Choi SJ, Koh SH, Shin DJ, Baek GH. Sonographic identification of the intra-compartmental septum in de Quervain's disease. *Clin Orthop Relat Res* 2010; **468(8)**: 2129–2134.
47. Gousheh J, Yavari M, Arasteh E. Division of the first dorsal compartment of the hand into two separated canals: rule or exception? *Arch Iran Med* 2009; **12(1)**: 52–54.
48. Shiraishi N, Matsumura G. Anatomical variations of the extensor pollicis brevis tendon and abductor pollicis longus tendon-relation to tenosynovectomy. *Okajimas Folia Anat Jpn* 2005; **82(1)**: 25–29.
49. Gonzalez MH, Sohlberg R, Brown A, Weinzeig N. The first dorsal extensor compartment: an anatomic study. *J Hand Surg Am* 1995; **20(4)**: 657–660.
50. Hiranuma A, Houjo H, Sakaguchi S. [De Quervain's tenosynovitis and anatomical variation of first extensor compartment] [Article in Japanese]. *Seikeigeka* 1972; **23**: 1186–8. Zitiert nach Choi SJ, Ahn JH, Lee YJ, Ryu DS, Lee JH, Jung SM, Park MS, Lee KW. De Quervain disease: US identification of anatomic variations in the first extensor compartment with an emphasis on subcompartmentalization. *Radiology* 2011; **260(2)**: 480–486.
51. Thomas C. Histopathologie. Lehrbuch und Atlas zur Befunderhebung und Differenzialdiagnostik, 14. Aufl. Stuttgart: Schattauer Verlag, 2006.

- 52.** Witt J, Pess G, Gelberman RH. Treatment of de Quervain tenosynovitis. A prospective study of the results of injection of steroids and immobilization in a splint. *J Bone Joint Surg Am* 1991; **73(2)**: 219–222.
- 53.** Kay NR. De Quervain's disease. Changing pathology or changing perception? *J Hand Surg Br* 200; **25(1)**: 65–69.
- 54.** Finkelstein H (1930). Stenosing tendovaginitis at the radial styloid process. *J Bone Joint Surg Am* 1930; **12**: 509–540.
- 55.** Zienkiewicz T. Institut Für Pathologie, Heilsbachstraße 15, 53123 Bonn-Duisdorf, telefonische Diskussion vom 14.10.2016.
- 56.** Lee HJ, Kim PT, Aminata IW, Hong HP, Yoon JP, Jeon IH. Surgical release of the first extensor compartment for refractory de Quervain's tenosynovitis: surgical findings and functional evaluation using DASH scores. *Clin Orthop Surg* 2014; **6(4)**: 405–409.
- 57.** Kutsumi K, Amadio PC, Zhao C, Zobitz ME, Tanaka T, An KN. Finkelstein's test: a biomechanical analysis. *J Hand Surg Am* 2005; **30(1)**: 130–135.
- 58.** Alberton GM, High WA, Shin AY, Bishop AT. Extensor triggering in de Quervain's stenosing tenosynovitis. *J Hand Surg Am* 1999; **24(6)**: 1311–1314.
- 59.** Elliott BG. Finkelstein's test: a descriptive error that can produce a false positive. *J Hand Surg Eur Vol* 1992; **17(4)**: 481–482.
- 60.** Goubau JF, Goubau L, Van Tongel A, Van Hoonacker P, Kerckhove D, Berghs B. The wrist hyperflexion and abduction of the thumb (WHAT) test: a more specific and sensitive test to diagnose de Quervain tenosynovitis than the Eichhoff's Test. *J Hand Surg Eur* 2014; **39(3)**: 286–292.
- 61.** Descatha A, Leproust H, Roure P, Ronan C, Roquelaure Y. Is the intersection syndrome is an occupational disease? *Revue du Rhumatisme* 2008; **75(3)**: 329–331.
- 62.** Wartenberg R. Cheiralgia paraesthetica (Isolierte Neuritis des Ramus superficialis nervi radialis). *Z f d g Neur Psych* 1932; **141(1)**: 145–155. <https://doi.org/10.1007/BF02909851> (zuletzt abgerufen am 19.10.2022).
- 63.** Assmus H, Antoniadis G. *Nervenkompressionssyndrome*, 1. Aufl. Heidelberg: Steinkopff Verlag, 2008.
- 64.** Hoffmann P. Über eine Methode, den Erfolg einer Nervennaht zu beurteilen. *Medizinische Klinik* 1915; **11(13)**. 359–360. <https://archive.org/details/MedizinischeKlinik.V.11.1915/-page/n293/mode/2u> Journal (zuletzt abgerufen am 19.09.2022).

- 65.** Geldmacher J, Woppmann NL. Die Daumensattelgelenksarthrose und ihre Behandlung. In: Buck-Gramcko D, Helbig B, (Hrsg.). Daumensattelgelenksarthrose. Bibliothek für Handchirurgie. 1. Aufl. Stuttgart: Hippokrates-Verlag, 1994: 20–40.
- 66.** Swanson AB. Disabling arthritis at the base of the thumb: treatment by resection of the trapezium and flexible (silicone) implant arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1972; **54(3)**: 456–471.
- 67.** Thurn P, Büchler E, Lackner KJ, Thelen M. Einführung in die radiologische Diagnostik. 10. Aufl. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, 1998.
- 68.** Frommhold W, Gajewski H, Schoen HD. Medizinische Röntgentechnik. Band 1: Physikalische und technische Grundlagen. 4. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1979.
- 69.** Wetzke M, Happle C. Bildgebende Verfahren. 2. Aufl. München: Urban & Fischer Verlag, Elsevier GmbH, 2009.
- 70.** Schmitt R, Fröhner S. Computertomographie. In: Schmitt R, Lanz U (Hrsg.). Bildgebende Diagnostik der Hand. 2. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2004: 61–71.
- 71.** Alkadhi H, Leschka S, Stolzmann P, Scheffel H. Wie funktioniert CT? Eine Einführung in Physik, Funktionsweise und klinische Anwendungen der Computertomographie. 1. Aufl. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2011.
- 72.** Kalender WA. Computertomographie: Grundlagen, Gerätetechnologie, Bildqualität, Anwendungen. 2. Aufl. Erlangen, München: Publicis-MCD-Verlag, 2000.
- 73.** Kalender WA. Grundlagen und Technik der Spiral-CT. *Radiologe* 1999; **39(9)**: 809–819.
- 74.** Buchberger W, Schmitt R, Christopoulos G. Sonographie. In: Schmitt R, Lanz U (Hrsg.). Bildgebende Diagnostik der Hand. 2. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2004: 52–56.
- 75.** Schick F. Grundlagen der Magnetresonanztomographie (MRT). *Radiologe* 2005; **45(1)**: 69–88.
- 76.** Biederer J. Magnetresonanztomographie. Technische Grundlagen und aktuelle Entwicklungen. *Medizinische Klinik* 2005; **100(1)**: 62–72.
- 77.** Jacobs MA, Ibrahim TS, Ouwerkerk R. MR Imaging: Brief Overview and Emerging Applications. *Radiographics* 2007; **27(4)**: 1213–1229.
- 78.** Plewes DB, Kucharczyk W. Physics of MRI: A Primer. *J Magn Reson Imaging* 2012; **35(5)**: 1038–1054.
- 79.** Glajchen N, Schweitzer M. MRI features in de Quervain's tenosynovitis of the wrist. *Skeletal Radiol* 1996; **25(1)**: 63–65.

- 80.** Chien AJ, Jacobson JA, Martel W, Kabeto MU, Marcantonio DR. Focal radial styloid abnormality as a manifestation of de Quervain tenosynovitis. *Am J Roentgenol* 2001; **177(6)**: 1383–1386.
- 81.** Avci S, Yilmaz C, Sayli U. Comparison of nonsurgical treatment measures for de Quervain's disease of pregnancy and lactation. *J Hand Surg Am* 2002; **27(2)**: 322–324.
- 82.** Sawaizumi T, Nanno M, Ito H. De Quervain's disease: efficacy of intra-sheath triamcinolone injection. *Int Orthop* 2007; **31(2)**: 265–268.
- 83.** Goldman L. Reactions following intralesional and sublesional injections of corticosteroids. *JAMA* 1962; **182(6)**: 613–616.
- 84.** Cavaleri R, Schabrun SM, Te M, Chipchase LS. Hand therapy versus corticosteroid injections in the treatment of de Quervain's disease. A systematic review and meta-analysis. *J Hand Ther* 2016; **29(1)**: 3–11.
- 85.** Grundberg AB, Reagen DS. Pathologic anatomy of the forearm: intersection syndrome. *J Hand Surg AM* 1985; **10(2)**: 299–302.
- 86.** Martini AK. *Orthopädische Handchirurgie*. 2. Aufl. Heidelberg: Steinkopff Verlag, 2008.
- 87.** Mackinnon SE, Novak CB. Compression Neuropathies. In: Wolfe SW, Hotchkiss RN, Pederson WC, Kozin SH (Hrsg.). *Green's operative hand surgery Volume one*. 6. Aufl. Philadelphia: Churchill Livingstone, 2010: 1003–1004.
- 88.** Rudigier J. *Kurzgefasste Handchirurgie. Klinik und Praxis*. 5. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2006.
- 89.** Niethard FU, Weber M, Heller KD. *Orthopädie compact*. 1. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2005.
- 90.** Keilholz L, Seegenschmiedt H, Sauer R. Radiotherapie bei schmerzhaften degenerativ-entzündlichen Gelenkerkrankungen. Indikation, Technik und klinische Ergebnisse. *Strahlenther Onkol* 1998; **174(5)**: 243–250.
- 91.** Ärztekammer Nordrhein/Ethikkommission. Berufsrechtliche Beratung nach § 15 Berufsordnung vor der Durchführung biomedizinischer Forschung am Menschen. Lfd. Nummer 2016434 vom 06.02.2017.
- 92.** Angst F, Goldhahn J, Drerup S, Flury M, Schwyzer HK, Simmen BR. How sharp is the short QuickDASH? A refined content and validity analysis of the short form of the disabilities of the shoulder, arm and hand questionnaire in the strata of symptoms and function and specific joint conditions. *Qual Life* 2009; **18(8)**: 1043–1051.

- 93.** Stoop N, Menendez ME, Mellema JJ, Ring D. The PROMIS Global Health Questionnaire Correlates With the QuickDASH in Patients With Upper Extremity Illness. *Hand (NY)* 2018; **13(1)**: 118–121.
- 94.** Beaton DE, Wright JG, Katz JN, and The Upper Extremity Collaborative Group. Development of the QuickDASH: Comparison of Three Item-Reduction Approaches. *J Bone Joint Surg Am* 2005; **87(5)**: 1038–1046.
- 95.** Dale LM, Strain-Riggs SR. Comparing responsiveness of the quick disabilities of the arm, shoulder, and hand and the upper limb functional index. *Work* 2013; **46(3)**: 243–250.
- 96.** Kennedy CA, Beaton DE, Smith P, Van Eerd D, Tang K, Inrig T, Hogg-Johnson S, Linton D, Couban R. Measurement properties of the QuickDASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) outcome measure and cross-cultural adaptations of the QuickDASH: a systematic review. *Qual Life Res* 2013; **22(9)**: 2509–2047.
- 97.** Gummesson C, Ward MM, Atroshi I. The shortened disabilities of the arm, shoulder and hand questionnaire (QuickDASH): validity and reliability based on responses within the full-length DASH. *BMC Musculoskelet Disord* 2006; **7:44**.
- 98.** Germann G, Harth A, Wind G, Demir E. Universität Heidelberg, Institute for Work & Health 2006, DASH- Deutsche Version 2002. <https://www.daht.de/wp-content/uploads/2016/05/DASH-in-Deutsch-komplett.pdf> (zuletzt aufgerufen am 14.02.2023, 08:33 MEZ).
- 99.** Basler HD. Schmerz und Alter. In: Kröner-Herwig B, Frettlöh J, Klinger R, Nilges P (Hrsg.). *Schmerzpsychotherapie: Grundlagen – Diagnostik – Krankheitsbilder – Behandlung*. 7. Aufl. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2010: 215.
- 100.** Huskisson EC. Measurement of pain. *Lancet* 1974; **2(7889)**: 1127–1131.
- 101.** Bijur PE, Silver W, Gallagher EJ. Reliability of the Visual Analog Scale for Measurement of Acute Pain. *Acad Emerg Med* 2001; **8(12)**: 1153–1157.
- 102.** Bhat RS, Kumar CR, Harsharaj K, Ramprasad R, Souza TD, Ipe J, Reddy VAK. Role of preoperative ultrasonography in De Quervain’s disease. *Int J Orthop Sci* 2017; **3(3)**: 1003–1007.
- 103.** Martens J. *Statistische Datenanalysen mit SPSS für Windows*, 2. Aufl. München Wien: R. Oldenbourg Verlag, 2003: 148.
- 104.** Levene H. Robust tests for equality of variances. In: Olkin I, Ghurye SG, Hoefding W, Madow WG, Mann HB (Hrsg.). *Contributions to probability and statistics: Essays in honor of Harold Hotelling*. Palo Alto, Ca: Stanford University Press, 1960: 278–292.

- 105.** Lüdecke D, Ben-Shachar MS, Patil I., Makowski D (2020). Extracting, computing and exploring the parameters of statistical models using R. *Journal of Open Source Software*. 2020; 5(53), 2445. <https://doi.org/10.21105/joss.02445> (zuletzt aufgerufen am 24.09.2022, 10:12 MEZ).
- 106.** Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2. Aufl. New York: Routledge, 1988.
- 107.** Evans JD. *Straightforward statistics for the behavioral sciences*. Pacific Grove, CA: Thomson Brooks/Cole Publishing Co, 1996.
- 108.** Cochrane Datenbank. Suchbegriffe: „de Quervain“; „dequervain’s disease“. <https://www.cochrane.de/cochrane-library> (zuletzt aufgerufen am 14.02.2023, 11:12 MEZ).
- 109.** MEDLINE Pubmed. Suchbegriffe: „de Quervain“; „Tendovaginitis de Quervain“; „anatomische Varianten des Ersten Strecksehnenfaches“; „Sonographie Tendovaginitis de Quervain“, „MRT/MR Tendovaginitis de Quervain“, „Anatomie erstes Strecksehnenfach“, „Therapie der Tendovaginitis de Quervain“ <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> (zuletzt aufgerufen am 24.09.2022, 10:12 MEZ).
- 110.** Huber W. Histologische Befunde bei der Tendovaginitis stenisans. *Virchows Arch Pathol Anat Physiol Klin Med* 1933. **291(3)**: 745–756.

7. Anhang

7.1. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anatomie der Hand, Handskelett von dorsal [A]	19
Abbildung 2: Anatomie der Hand, Retinaculum musculorum extensorum mit Strecksehnenapparat [B]	21
Abbildung 3: Anatomie der Hand, Querschnitt des Strecksehnenapparates in Höhe des distalen Radioulnargelenks [A]	21
Abbildung 4: Anatomie der Radialen Säule des Handgelenkes [C]	23
Abbildung 5: HIRANUMA-Klassifikation des Ersten Strecksehnenfachs	24
Abbildung 6: Erstes Strecksehnenfach bei HIRANUMA Typ I, intraoperativer Befund	25
Abbildung 7: Erstes Strecksehnenfach bei HIRANUMA Typ II, intraoperativer Befund	25
Abbildung 8: Erstes Strecksehnenfach bei HIRANUMA Typ II, intraoperativer Befund mit stark verdicktem Septum	25
Abbildung 9: Erstes Strecksehnenfach bei HIRANUMA Typ III, intraoperativer Befund	26
Abbildung 10: Erstes Strecksehnenfach bei HIRANUMA Typ III, intraoperativer Befund mit verdickter Synovia	26
Abbildung 11: Akute Tendovaginitis de Quervain, intraoperativer Befund mit verdickter Synovia	27
Abbildung 12: Akute Tendovaginitis de Quervain, klinischer Lokalbefund	28
Abbildung 13: Aktive Durchführung des Tests nach EICHHOFF	29
Abbildung 14: Passive Durchführung des Tests nach EICHHOFF	29
Abbildung 15: Durchführung des Tests nach FINKELSTEIN	30
Abbildung 16: Durchführung des Wrist-Hyperflexion-and-Abduction-of-the-Thumb-Tests	30
Abbildung 17: Normalbefund des Ersten Strecksehnenfachs, keine Kompartimentierung (Schemazeichnung)	38
Abbildung 18: Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs, vergrößerter Abstand zwischen Extensor pollicis brevis und Abductor pollicis longus (Dicke des Septums; Schemazeichnung)	38
Abbildung 19: Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs, isolierter Ring um die Extensor-pollicis-brevis-Sehne („Ringzeichen“; Schemazeichnung)	38
Abbildung 20: Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs mit dorsaler Einziehung und radialer Knochenleiste (Schemazeichnung)	38
Abbildung 21: Akute Tendovaginitis de Quervain (Sonographie), Normalbefund, keine Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs	39
Abbildung 22: Akute Tendovaginitis de Quervain (Sonographie), Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs, vergrößerter Abstand zwischen Extensor-pollicis-brevis- und Abductor-pollicis-longus-Sehne; drei Abductor-pollicis-longus-Sehnen	39
Abbildung 23: Akute Tendovaginitis de Quervain (Sonographie), Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs; drei Abductor-pollicis-longus-Sehnen	40

Abbildung 24: Akute Tendovaginitis de Quervain (Sonographie), Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs, ‚Ringzeichen‘	40
Abbildung 25: Akute Tendovaginitis de Quervain (Sonographie), vor allem im isolierten Kompartiment der Extensor-pollicis-brevis-Sehne [14]	40
Abbildung 26: MRT bei akuter Tendovaginitis de Quervain, kein Septum des Ersten Strecksehnenfachs, transversale Aufnahmeserie (Beispiel 1)	42
Abbildung 27: MRT bei akuter Tendovaginitis de Quervain, kein Septum des Ersten Strecksehnenfachs, koronale Aufnahmeserie (Beispiel 1)	42
Abbildung 28: MRT bei akuter Tendovaginitis de Quervain, kein Septum des Ersten Strecksehnenfachs, transversale Aufnahmeserie (Beispiel 2)	42
Abbildung 29: MRT bei akuter Tendovaginitis de Quervain, Septum des Ersten Strecksehnenfaches, transversale Aufnahmeserie (Beispiel 1)	43
Abbildung 30: MRT bei akuter Tendovaginitis de Quervain, Septum des Ersten Strecksehnenfaches, transversale Aufnahmeserie (Beispiel 2)	43
Abbildung 31: MRT-Begleitbefunde bei akuter Tendovaginitis de Quervain, transversale Aufnahmeserie	43
Abbildung 32: MRT-Begleitbefunde bei akuter Tendovaginitis de Quervain, koronale Aufnahmeserie (Beispiel 1)	44
Abbildung 33: MRT-Begleitbefunde bei akuter Tendovaginitis de Quervain, koronale Aufnahmeserie (Beispiel 2)	44
Abbildung 34: Tendovaginitis de Quervain, Röntgenübersichtsaufnahme der rechten Hand (dorso-palmar)	45
Abbildung 35: Tendovaginitis der Quervain, Röntgenübersichtsaufnahmen (dorso-palmar) des rechten und des linken Handgelenkes	46
Abbildung 36: Akute Tendovaginitis de Quervain, klinischer Befund nach konservativer Behandlung	47
Abbildung 37: Konservative Behandlung der Tendovaginitis der Quervain mit Orthese, abnehmbare Daumenschiene mit Klettverschluss zur Ruhigstellung	47
Abbildung 38: Konservative Behandlung der Tendovaginitis der Quervain mit Orthese, abnehmbare Daumenschiene mit Klettverschluss zur Ruhigstellung (seitliche Ansicht)	47
Abbildung 39: Operative Behandlung der akuten Tendovaginitis de Quervain, Schnittführung bei eigenem Patienten	49
Abbildung 40: Operative Behandlung der akuten Tendovaginitis de Quervain, schematische Darstellung der Schnittführung [C]	49
Abbildung 41: Akute Tendovaginitis de Quervain, operative Behandlung, Darstellung des Ersten Strecksehnenfachs vor seiner Eröffnung [C]	49
Abbildung 42: Akute Tendovaginitis de Quervain, operative Behandlung, Darstellung des Ersten Strecksehnenfachs nach seiner Eröffnung [C]	50
Abbildung 43: Sonographische Untersuchung des Ersten Strecksehnenfachs, Lagerung	58
Abbildung 44: Sonographische Untersuchung des Ersten Strecksehnenfachs, Haltung der Schallsonde, transversaler Anschnitt des Ersten Strecksehnenfachs	58
Abbildung 45: Sonographische Untersuchung des Ersten Strecksehnenfachs, Haltung der Schallsonde, longitudinaler Anschnitt des Ersten Strecksehnenfachs	59

Abbildung 46: Akute Tendovaginitis de Quervain, intraoperativer Befund	80
Abbildung 47: Akute Tendovaginitis de Quervain, intraoperativer Befund mit partiell abgetragener Synovia	80
Abbildung 48: Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs und Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score präoperativ sowie ein und drei Monate postoperativ	83
Abbildung 49: Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs und Punkte auf der Visuellen Analogskala präoperativ sowie ein und drei Monate postoperativ	84
Abbildung 50: Vergleich des Sono-Septum-Scores mit dem Magnetresonanz-Septum-Score des Ersten Strecksehnenfachs	102
Abbildung 51: Anzahl der Abductor-pollicis-longus-Sehnen, Vergleich von Sonographie und Magnetresonanztomographie	103
Abbildung 52: Relatives Volumen der Extensor-pollicis-brevis- und Abductor-pollicis-longus-Sehnen, Vergleich von Sonographie und Magnetresonanztomographie	104
Abbildung 53: Vergleich des Sono-Entzündungs-Scores mit dem Magnetresonanz-Entzündungs-Score des Ersten Strecksehnenfachs	106
Abbildung 54: Vergleich des Sono-Entzündungs-Scores mit dem Magnetresonanz-Entzündungs-Score des Zweiten Strecksehnenfachs	107
Abbildung 55: Anzahl der Abductor-pollicis-longus-Sehnen, Vergleich von Sonographie und operativem Befund	113
Abbildung 56: Relatives Volumen von Extensor-pollicis-brevis- und Abductor-pollicis-longus-Sehne, Vergleich von Sonographie und operativem Befund	113
Abbildung 57: Ausmaß entzündlicher Veränderungen des Ersten Strecksehnenfachs, Vergleich von Sonographie und operativem Befund	114
Abbildung 58: Ausmaß entzündlicher Veränderungen des Zweiten Strecksehnenfachs, Vergleich von Sonographie und operativem Befund	115
Abbildung 59: Anzahl der Abductor-pollicis-longus-Sehnen, Vergleich von Magnetresonanz- und operativem Befund	120
Abbildung 60: Relatives Volumen der Extensor-pollicis-brevis- und Abductor-pollicis-longus-Sehnen, Vergleich von Magnetresonanz- und operativem Befund	120
Abbildung 61: Entzündungsgrad des Ersten Strecksehnenfachs, Vergleich von Magnetresonanz-Entzündungs-Score und operativem Befund	121
Abbildung 62: Entzündungsgrad des Zweiten Strecksehnenfachs, Vergleich von Magnetresonanz-Entzündungs-Score und operativem Befund	122
Abbildung 63: Vergleich des Sono-Septum-Scores des Ersten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Visuelle-Analogskala-Score	123
Abbildung 64: Vergleich des Sono-Septum-Scores des Ersten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score	123
Abbildung 65: Vergleich der sonographisch erkennbaren Anzahl der Abductor-pollicis-longus-Sehnen mit dem präoperativen Visuelle-Analogskala-Score	124
Abbildung 66: Vergleich der sonographisch erkennbaren Anzahl der Abductor-pollicis-longus-Sehnen mit dem präoperativen Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score	125

Abbildung 67: Vergleich des Sono-Entzündungs-Scores des Ersten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Visuelle-Analogskala-Score	126
Abbildung 68: Vergleich des Sono-Entzündungs-Scores des Ersten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score	126
Abbildung 69: Vergleich des Sono-Entzündungs-Scores des Zweiten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Visuelle-Analogskala-Score	127
Abbildung 70: Vergleich des Sono-Entzündungs-Scores des Zweiten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score	128
Abbildung 71: Vergleich des Magnetresonanz-Septum-Scores des Ersten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Visuelle-Analogskala-Score	129
Abbildung 72: Vergleich des Magnetresonanz-Septum-Scores des Ersten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score	129
Abbildung 73: Vergleich der in der Magnetresonanztomographie erkennbaren Anzahl der Abductor-pollicis-longus-Sehnen mit dem präoperativen Visuelle-Analogskala-Score	130
Abbildung 74: Vergleich der in der Magnetresonanztomographie erkennbaren Anzahl der Abductor-pollicis-longus-Sehnen mit dem präoperativen Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score	131
Abbildung 75: Vergleich des Magnetresonanz-Entzündungs-Scores des Ersten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Visuelle-Analogskala-Score	132
Abbildung 76: Vergleich des Magnetresonanz-Entzündungs-Scores des Ersten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score	132
Abbildung 77: Vergleich des Magnetresonanz-Entzündungs-Scores des Zweiten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Visuelle-Analogskala-Score	133
Abbildung 78: Vergleich des Magnetresonanz-Entzündungs-Scores des Zweiten Strecksehnenfachs mit dem präoperativen Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score	134
Abbildung 79: Vergleich des Magnetresonanz-Scores für entzündliche und degenerative Veränderungen der Radialen Säule mit dem präoperativen Visuelle-Analogskala-Score	135
Abbildung 80: Vergleich des Magnetresonanz-Scores für entzündliche und degenerative Veränderungen der Radialen Säule mit dem präoperativen Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score	135

7.2. Quellenverzeichnis der Abbildungen

- A.** Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Sehnenscheiden der Hand. In: Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K. (Hrsg.) Prometheus LernAtlas – Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. 3. Aufl. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, 2011.
- B.** Bade H. Anatomische Grundlagen. In: Martini A-K. Ellenbogen, Unterarm, Hand. In: Wirth CJ, Zichner L (Hrsg.). Orthopädie und Orthopädische Chirurgie. 1. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2003: 16.

C. Bauer R, Kerschbaumer F, Poisel S. Operative Approaches in Orthopedic Surgery and Traumatology. 1 Aufl. Stuttgart, New York. Georg Thieme Verlag, 1987.

7.3. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Literaturvergleich zum Vorhandensein oder Fehlen der Extensor-pollicis-brevis-Sehne im Ersten Strecksehnenfach	24
Tabelle 2: Literaturvergleich zu anatomischen Variationen des Ersten Strecksehnenfachs in klinischen (Tendovaginitis de Quervain) und anatomischen Studien [43]	24
Tabelle 3: Fragenkatalog des Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Scores	55
Tabelle 4: Sonographische Hinweise auf eine Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs	60
Tabelle 5: Empirisches Bewertungssystem (Score) zur Wichtung der sonographischen Kriterien einer Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs durch ein Septum: Sono-Septum-Score des Ersten Strecksehnenfachs	61
Tabelle 6: Empirisches Bewertungssystem (Score) von sonographischen Hinweisen auf entzündliche und degenerative Veränderungen an den Sehnen des Ersten Strecksehnenfachs	62
Tabelle 7: Empirisches Bewertungssystem (Score) der sonographischen Hinweise auf entzündliche und degenerative Veränderungen an den Sehnencheiden des Ersten Strecksehnenfachs: Sono-Entzündungs-Score des Ersten Strecksehnenfachs	63
Tabelle 8: Empirisches Bewertungssystem (Score) der sonographischen Hinweise auf entzündliche und degenerative Veränderungen an den Sehnen und Sehnen-scheide des Zweiten Strecksehnenfachs: Sono-Entzündungs-Score des Zweiten Strecksehnenfachs	64
Tabelle 9: Magnetresonanz-Untersuchungstechnik/Messesequenzen	65
Tabelle 10: Hinweise in der Magnetresonanztomographie auf eine Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs	67
Tabelle 11: Empirisches Bewertungssystem (Score) von Hinweisen in der Magnetresonanztomographie auf eine Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs durch ein Septum (MR-Septum-Score des Ersten Strecksehnenfachs)	67
Tabelle 12: Empirisches Bewertungssystem (Score) von magnetresonanztomographischen Hinweisen auf entzündliche und degenerative Veränderungen an den Sehnen des Ersten Strecksehnenfachs	69
Tabelle 13: Empirisches Bewertungssystem (Score) von magnetresonanztomographischen Hinweisen auf entzündliche Veränderungen an den Sehnen-scheiden des Ersten Strecksehnenfachs	69
Tabelle 14: Empirisches Bewertungssystem (Score) von magnetresonanztomographischen Hinweisen auf entzündliche Veränderungen an den Sehnen und der Sehnen-scheide des Zweiten Strecksehnenfachs (Magnetresonanz-Entzündungs-Score des Zweiten Strecksehnenfachs)	70
Tabelle 15: Empirisches Bewertungssystem (Score) von magnetresonanztomographischen Hinweisen auf pathologische Veränderungen an den knöchernen Strukturen und Gelenken der Radialen Säule: Radialer Arthrosescore	71

Tabelle 16: Einteilung der intraoperativen Befunde nach dem Ausmaß der entzündlichen und degenerativen Veränderungen der Sehne und Sehnenscheiden des Ersten Strecksehnenfachs	73
Tabelle 17: Scores zur semiquantitativen Bewertung der sonographischen und der magnetresonanztomographischen Hinweise auf eine Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs und zum Ausmaß der entzündlichen und degenerativen Veränderungen der Sehnen und Sehnenscheiden des Ersten Strecksehnenfachs	75
Tabelle 18: Intraoperative makroskopische Befunde: Häufigkeit und Grad der Entzündung, Vorhandensein oder Fehlen einer Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs	77
Tabelle 19: Intraoperative Anzahl der Sehnen des Ersten Strecksehnenfachs	79
Tabelle 20: Intraoperative Volumenverhältnisse der Sehnen des Ersten Strecksehnenfachs	79
Tabelle 21: Intraoperative mikroskopische Befunde: Häufigkeit und Art der histomorphologischen Veränderungen, Vorhandensein oder Fehlen einer Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs	81
Tabelle 22: Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs und Quick-Disabilities-of-Arm-Shoulder-and-Hand-Score präoperativ sowie ein und drei Monate postoperativ	82
Tabelle 23: Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs und Punkte auf der Visuellen Analogskala präoperativ sowie ein und drei Monate postoperativ	84
Tabelle 24: Messwerte sonographischer Kriterien der gesunden Probanden mit und ohne vermutete Kompartimentierung	86
Tabelle 25: Sonographische Kriterien einer Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs bei den Probanden, Einfluss des Geschlechts	87
Tabelle 26: Sonographische Kriterien einer Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs bei den Probanden, Einfluss der Händigkeit	88
Tabelle 27: Sonographische Kriterien einer Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs bei den operierten Patienten, Sono-Septum-Score des Ersten Strecksehnenfachs	91
Tabelle 28: Sonographie, Anzahl der Extensor-pollicis-brevis- und Abductor-pollicis-longus-Sehnen	93
Tabelle 29: Sonographie, relatives Volumen der Extensor-pollicis-brevis- und Abductor-pollicis-longus-Sehnen	93
Tabelle 30: Sonographische Kriterien und Sono-Entzündungs-Score für entzündliche und degenerative Veränderungen der Sehnen und der Sehnenscheide des Ersten Strecksehnenfachs	94
Tabelle 31: Sonographische Kriterien und Sono-Entzündungs-Score für entzündliche und degenerative Veränderungen der Sehnen und der Sehnenscheide des Zweiten Strecksehnenfachs	95
Tabelle 32: Magnetresonanz-Kriterien und Magnetresonanz-Septum-Score für eine Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs	97
Tabelle 33: Magnetresonanztomographie, Anzahl der Extensor-pollicis-brevis- und Abductor-pollicis-longus-Sehnen	98

Tabelle 34: Magnetresonanztomographie, relatives Volumen der Extensor-pollicis-brevis- und Abductor-pollicis-longus-Sehnen	98
Tabelle 35: Magnetresonanz-Kriterien und Magnetresonanz-Entzündungs-Score für entzündliche und degenerative Veränderungen der Sehnen und Sehnenscheide des Ersten Strecksehnenfachs	99
Tabelle 36: Magnetresonanz-Kriterien und Magnetresonanz-Entzündungs-Score für entzündliche und degenerative Veränderungen der Sehnen und Sehnenscheide des Zweiten Strecksehnenfachs	100
Tabelle 37: Übereinstimmung von Sonographie und Magnetresonanztomographie bei der Vorhersage einer Kompartimentierung des Ersten Strecksehnenfachs	102
Tabelle 38: Übereinstimmung von Sonographie und Magnetresonanztomographie in der Vorhersage von Sehnenanomalien im Ersten Strecksehnenfach	103
Tabelle 39: Übereinstimmung von Sonographie und Magnetresonanztomographie bei der Vorhersage einer Entzündung des Ersten Strecksehnenfachs	105
Tabelle 40: Übereinstimmungen von Sonographie und Magnetresonanztomographie bei der Vorhersage einer Entzündung des Zweiten Strecksehnenfachs	107
Tabelle 41: Vergleich des Sono-Septum-Scores des Ersten Strecksehnenfachs mit dem operativen Befund, Sensitivität und Spezifität	108
Tabelle 42: Vergleich von ausschließlich visueller sonographischer Diagnose eines kompartimentierten Ersten Strecksehnenfachs und operativem Befund, Sensitivität und Spezifität	109
Tabelle 43: Vergleich der sonographischen Kriterien eines Kompartiments des Ersten Strecksehnenfachs mit den operativen Befunden, Statistik	111
Tabelle 44: Sehnenanomalien im Ersten Strecksehnenfach, Vergleich von Sonographie und operativem Befund	112
Tabelle 45: Vergleich von Magnetresonanz-Septum-Score des Ersten Strecksehnenfachs und intraoperativem Befund, Sensitivität und Spezifität	116
Tabelle 46: Vergleich von ausschließlich visueller Magnetresonanz-Diagnose eines kompartimentierten Ersten Strecksehnenfachs und operativem Befund, Sensitivität und Spezifität	116
Tabelle 47: Vergleich der Magnetresonanz-Kriterien eines Kompartiments mit den intraoperativen Befunden, Statistik	118
Tabelle 48: Sehnenanomalien im Ersten Strecksehnenfach, Vergleich von Magnetresonanz- und operativem Befund	119