

Aus der Medizinischen Klinik für Rheumatologie und
Klinische Immunologie
Der Medizinischen Fakultät der Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Eignet sich die Sonographie der Ferse als Screeningparameter zur
Diagnosestellung einer Spondyloarthritis?**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

Vorgelegt der Medizinischen Fakultät der
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von
Anna Luise Amténbrink
aus Berlin

Datum der Promotion: 23.06.2013

Datum der Promotion: 23.06.2013

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	5
1.1	AXIALE SPONDYLOARTHRITIS	5
1.2	PATHOPHYSIOLOGIE DER SPONDYLOARTHRITIS	10
1.3	ULTRASCHALLDIAGNOSTIK	11
1.3.1	Arthrosonographie	11
1.3.2	Arthrosonographie der axialen und peripheren Spondyloarthritis	13
1.4	ZIELSETZUNG DIESER ARBEIT	15
2	PATIENTEN UND METHODEN	16
2.1	PATIENTEN	16
2.2	METHODEN	20
2.2.1	Ethik	20
2.2.2	Ultraschallgerät und Schallkopf	20
2.2.3	Schallebenen	20
2.2.4	Patientenlagerung	21
2.2.5	Untersuchung und Messung	22
2.2.6	Pathologische Merkmale	22
2.2.7	Semiquantitativer US-Score	26
2.2.8	Vorlauf	33
2.2.9	Intra- und Inter-Observer-Reliabilität	33
2.2.10	Statistische Auswertung	33
3	ERGEBNISSE	35
3.1	VERGLEICH DER EIGENEN ERGEBNISSE AUS DER GRUPPE DER GESUNDEN MIT DEN 2004 VON SCHMIDT WA [79] VERÖFFENTLICHTEN DATEN ZUR UNTERSUCHUNG VON 102 GESUNDEN PROBANDEN	38
3.2	DESKRIPTIVE STATISTIK DER EINZELNEN GRUPPEN	39
3.2.1	Gruppe 1: Normalwerte („Gesunde“)	39
3.2.2	Gruppe 2: Nichtentzündlicher Rückenschmerz („nonSpA“)	40
3.2.3	Gruppe 3: Entzündlicher Rückenschmerz (SpA)	42
3.2.4	Untergruppe 7: Werte für Enthesitis („Enthesitis“)	44
3.3	INTRA- UND INTER-READER-RELIABILITY	45
3.4	GRUPPENVERGLEICHE	46
3.4.1	Vergleich der Gruppen 2 („nonSpA“), 3 („AS vorbek.“ und „uSpA“ und „AS“) und 1 („Gesunde und Sportler“) untereinander	46

3.4.2	Vergleich der Gruppe 7 („Enthesitis“) mit 1 („Gesunde und Sportler“)	50
3.5	RÜCKFUßSCORE	51
4	DISKUSSION	56
5	LITERATURVERZEICHNIS	65
6	ZUSAMMENFASSUNG	76
7	ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS.....	79
8	ABKÜRZUNGEN	81
9	SELBSTSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG	83
10	DANKSAGUNG	84
11	LEBENS LAUF.....	85

1 EINLEITUNG

1.1 AXIALE SPONDYLOARTHRITIS

Die axiale Spondyloarthritis (axSpA), auch ankylosierende Spondylitis (AS) oder Morbus Bechterew genannt, gehört zu der Gruppe der Spondyloarthritiden [1] und wurde offiziell erstmals von Vladimir Bechterew 1893 beschrieben [2]. Sie ist eine Erkrankung aus dem entzündlich rheumatischen Formenkreis und betrifft vorwiegend die Sakroiliakgelenke sowie die Wirbelsäule. Es können jedoch auch periphere Gelenke involviert sein und eine Reihe assoziierter Begleiterkrankungen auftreten. Hierzu gehören die chronisch entzündlichen Darmerkrankungen (CED) ebenso wie die Psoriasis, die Uveitis, die Enthesitis und die reaktive Arthritis [3-5]. Bei der SpA sind vorwiegend die Sehnen- und Bandansätze betroffen, was sich im axialen Bereich in Form von Sakroiliitis und Spondylitis äußert [6]. Die periphere Enthesitis ist eine charakteristische Begleiterscheinung bei der SpA [7, 8]. Oft wird sie sogar als eine entzündliche Veränderung eines Gelenkes, also als Synovitis fehlgedeutet, obwohl hier die pathologische Veränderung einer Entese zugrunde liegt. Dies liegt an der engen anatomischen Verschmelzung von Sehnen und Bändern an einem Gelenk [9].

Es kommt durch die Entzündung unter anderem zunächst zur Zerstörung von Sehne und Knochen, und anschließend zu überschießender Knochenneubildung als körpereigenem Reparaturmechanismus, was eine Besonderheit dieser Erkrankung zu sein scheint [10]. Es kommt weitergehend zu Funktionseinbußen bei alltäglichen Bewegungen [11]. Dieses Phänomen ist allen Formen der SpA (axSpA, undifferenzierte SpA (uSpA), (Psoriasis-Arthritis (PsA), Reaktive Arthritis [12], Arthritis bei CED) gemeinsam, wenn auch in unterschiedlicher Ausprägung in den einzelnen betroffenen Regionen [13].

Die Achillessehne (AchS) ist die größte Sehne des Körpers. Gleichzeitig hält sie eine enorme Zugkraft aus und wird im Laufe eines durchschnittlichen Lebens nicht nur bei Leistungssportlern ständig belastet. Sie ist eine der meistbeanspruchtesten Sehnen des menschlichen Körpers [14]. Somit kommt es hier häufiger zu Schmerzen (Achillodynie) und manchmal begleitend zu Schwellungen (Tendinitis, Enthesitis). Sie liegt sehr oberflächlich, ist in wenig Weichteilgewebe eingebettet und ist groß genug, um sie von anderen Strukturen differenzieren zu können. Somit ist sie hervorragend geeignet mittels Ultraschall beurteilt zu werden [14]. Den Ursprung der Achillessehne bilden die Muskel-

fasern des Musculus suralis und des Musculus gastrocnemius, die sich etwa 10 cm cranial der Ferse zu Sehnensträngen zusammenlegen. Unter der Achillessehne befindet sich die Bursa subachillae. Auf dieser gleitet die Sehne über den Calcaneus, in dessen posteriorem Anteil sie ihren Ansatz findet.

Die Sehne wird von außen durch kleine Blutgefäße im Peritenon versorgt, die durch Diffusion die inneren Anteile mitversorgen, d.h. die Sehne selbst ist weitestgehend avaskulär [6, 15]. Bei einer Entzündung der Sehne oder der sie umgebenden Areale findet allerdings eine Gefäßneubildung in dieser Region statt. Diese Gefäße sind mittels Farbdopplerdarstellung im Ultraschallbild gut sichtbar zu machen [16]. Der Power-Doppler ist eine Sonderform des Farbdopplers, mit der ein höchstes Maß an Ortsauflösung, vor allem auch bei sehr langsamen Blutflussgeschwindigkeiten, und damit schwachem Signal ermöglicht wird [17, 18].

Es ist also möglich, durch sekundäre Veränderungen wie Ergussbildung, Teilrupturen oder Kalzifikation eine chronische Entzündung zu detektieren, und darüber hinaus durch die Darstellung einer Gefäßneubildung die Aktivität dieser Entzündung zu quantifizieren.

In den letzten Jahrzehnten hat der Gelenk-ultraschall (Arthrosonographie) in der Rheumatologie immer mehr an Bedeutung gewonnen [19-25]. Mit der Weiterentwicklung der Geräte, insbesondere mit der Entwicklung von Hochfrequenzschallköpfen und der Weiterentwicklung der Computertechnik ist es möglich geworden, auch kleine Gelenke wie Finger- und Zehengelenke und Körperregionen darzustellen, die trotz unregelmäßiger Beschaffenheit in Kontur und Auflagefläche (wie zum Beispiel die Achillessehne) ohne Vorlaufstrecke oder spezielle Lagerung, wie dies noch in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts der Fall war, und damit ohne Mehraufwand an Zeit und Apparat zu untersuchen [15, 26, 27].

Der Ultraschall ist eine relativ kostengünstige und vor allem patientenfreundliche Untersuchungsmethode. Er verursacht keine Strahlenbelastung, kann wiederholt, sowohl zu diagnostischen Zwecken, als auch zur Therapieüberwachung genutzt werden und kann durch die Entwicklung von immer kleineren Geräten auch als Bedside-Methode angewandt werden [28].

Die Diagnosestellung der axSpA, die mit einer Prävalenz von bis zu 1,9% weltweit auftritt [3, 4, 29], dauert trotz Aufstellung von neuen Diagnosealgorithmen [30, 31], trotz Entwicklung neuerer Untersuchungstechniken wie der STIR-Technik bei der Magnetre-

sonanztomographie (MRT) - mit der akute Entzündung als Knochenödembildung nachgewiesen werden kann [32] - und der Sensibilisierung niedergelassener Kollegen durch Netzwerkbildung und Angebot von Spezialsprechstunden, im Durchschnitt immer noch 5-10 Jahre nach Auftreten erster Symptome [33].

Bis heute werden in der Praxis die modifizierten New York-Klassifikationskriterien (mNY-Kriterien) [34] zur Diagnosestellung einer axSpA angewandt:

Klinische Kriterien:

- (1) Tiefsitzender Rückenschmerz: bestehend über mehr als drei Monate, mit Besserung durch Bewegung, nicht durch Ruhe
- (2) Eingeschränkte Beweglichkeit der Lendenwirbelsäule in sagittaler und frontaler Ebene
- (3) Eingeschränkte Atembreite im Vergleich zu normalen alters- und geschlechtskorrigierten Werten

Röntgen-Kriterien:

- (1) Bilaterale Sakroiliitis \geq Grad 2
- (2) Unilaterale Sakroiliitis \geq Grad 3

Definitive AS: eines der Röntgen-Kriterien **und** mindestens ein klinisches Kriterium

Wahrscheinliche AS: alle drei klinischen Kriterien **oder** nur eines der Röntgen-Kriterien

Abbildung 1.1 Modifizierte New York-Klassifikationskriterien für ankylosierende Spondylitis

Dies sind jedoch Klassifikationskriterien, d.h. sie haben eine hohe Spezifität, aber eine eingeschränkte Sensitivität: sie setzen das Vorliegen einer radiologisch sichtbaren Sakroiliitis von mindestens Grad Zwei beiderseits oder Grad Drei einseitig voraus.

Es liegen verschiedene Studien vor, aus denen hervorgeht, dass bereits im sogenannten „präradiographischen“ Stadium der Erkrankung, insbesondere bei einer Krankheitsdauer unter 10 Jahren, sehr wohl Entzündungen der sakroiliakalen und anderen axialen

Skelettanteile vorliegen: seitdem es möglich ist, in der MRT akute Entzündung sichtbar zu machen, weiß man, dass auch in einem viel früheren Krankheitsstadium bereits eine „axiale Spondyloarthritis“ vorliegt [35] (siehe Abb. 1.2).

Frühe axiale SpA ohne Röntgenveränderungen und ankylosierende Spondylitis stellen ein Krankheitskontinuum dar

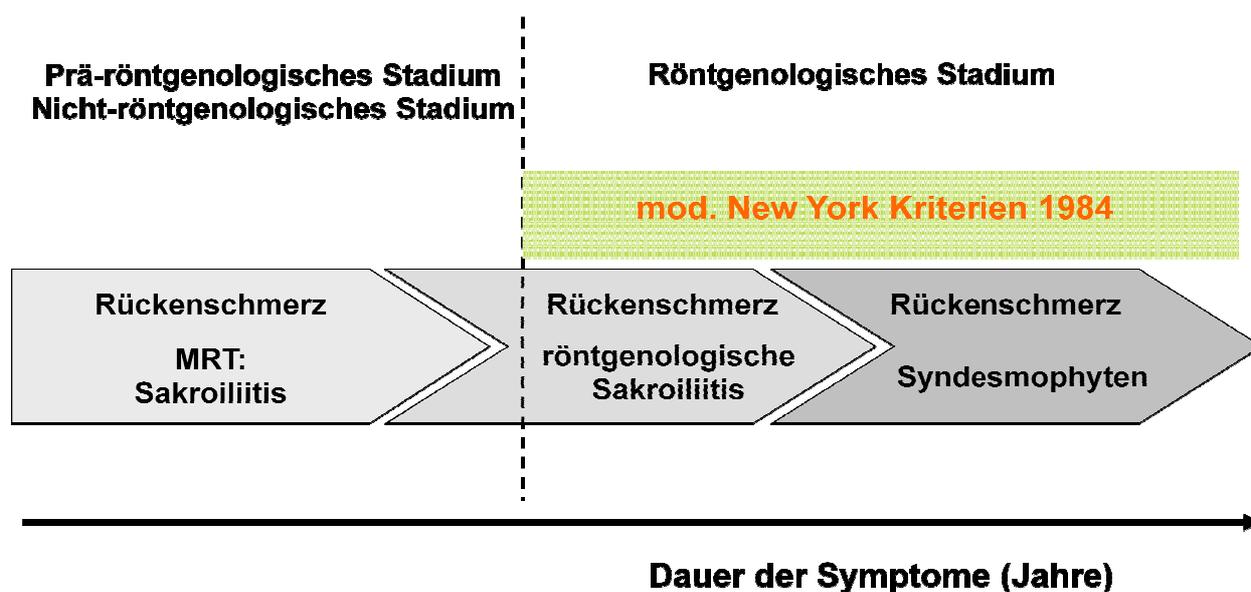


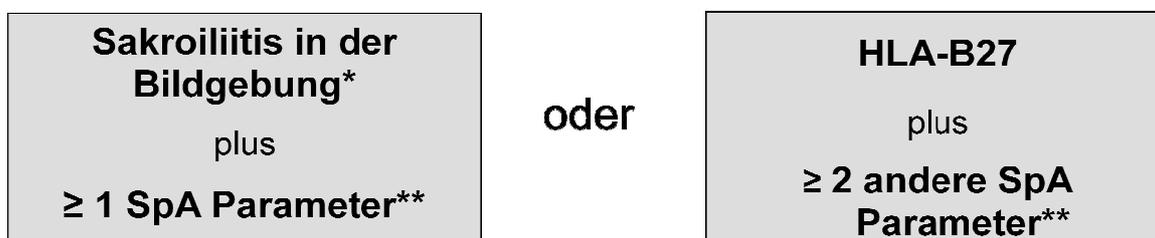
Abbildung 1.2 Konzept der axialen Spondyloarthritis (Rudwaleit 2005, mit Erlaubnis)

Im medizinischen Sprachgebrauch wird dies unter anderem auch als undifferenzierte axiale Spondyloarthritis (uSpA) bezeichnet. [36]

Seither wurden mehrfache Ansätze unternommen, bessere Klassifikations- und auch Diagnosekriterien aufzustellen. Um die wichtigsten zu nennen: Amor-Kriterien [37], ESSG-Kriterien [36], Berlin-Kriterien [31]. Hier setzen nun auch die in 2009 veröffentlichten ASAS-Klassifikationskriterien an. Sie wurden von der Assessment of SpondyloArthritis international Society (ASAS) aufgestellt und evaluiert [38, 39]:

ASAS Klassifikationskriterien für axiale SpA

(bei Patienten mit Rückenschmerz ≥ 3 Monate und Alter bei Beginn < 45 Jahre)



**SpA Parameter:

- Entzündlicher Rückenschmerz
- Arthritis
- Enthesitis (Ferse)
- Uveitis
- Daktylitis
- Psoriasis
- M. Crohn / Colitis ulcerosa
- Gutes Ansprechen auf NSAR
- Pos. Familienanamnese für SpA
- HLA-B27
- Erhöhtes CRP

*Sakroiliitis in der Bildgebung:

- Aktive (akute) Entzündung in der MRT, gut vereinbar mit einer SpA assoziierten Sakroiliitis
- oder**
- Definitive röntgenologische Sakroiliitis gemäß den mod. New York Kriterien

Sensitivität 82,9%, Spezifität 84,4%; n=649 Patienten mit chronischem Rückenschmerz und Symptombeginn < 45 Jahre. Der Arm mit der Sakroiliitis in der Bildgebung allein hat eine Sensitivität von 66,2% und eine Spezifität von 97,3%. ** Ein erhöhtes CRP wird im Kontext von chronischem Rückenschmerz als SpA Parameter angesehen.

Abbildung 1.3 ASAS-Klassifikationskriterien für axiale SpA bei Patienten mit Rückenschmerz mehr als drei Monate und Alter bei Beginn unter 45 Jahre (Rudwaleit 2009, mit Erlaubnis)

In diesen Kriterien wird die Sakroiliitis-Beurteilung in der Bildgebung um die MRT erweitert, diese gilt als der offizielle Goldstandard zur Abbildung von Entzündung in den Sakroiliakalgelenken und der Wirbelsäule [40]. Hierzu wurde ein Vorschlag zur Standardisierung des Begriffs „positive MRT“ von der ASAS/OMERACT (outcome measures in rheumatology clinical trials) MRT-Gruppe veröffentlicht [32]. Außerdem liegt der Fokus auf der Einbeziehung verschiedener klinischer, anamnestischer und laborchemischer Parameter. Somit können also auch Patienten mit einer uSpA zu der Klasse der axSpA zugeordnet werden.

Da es aber auch Patienten gibt, die ihr Leben lang in einem solchen Krankheitsstadium „verharren“ und nie eine vollständige Ankylose ihrer Sakroiliakalgelenke oder Wirbelsäule erfahren – möglicherweise liegt das bereits an der frühen und effektiven Therapie – soll diese Erkrankungsform in Zukunft eher „nicht-röntgenologische axiale

Spondyloarthritis“ (nr-axSpA) oder Stadium I nach Rudwaleit et al. anstelle von „undifferenzierte Spondyloarthritis“ genannt werden [40].

Es wurden bisher zuletzt 1990 Diagnosekriterien für die SpA als Krankheitsklasse entwickelt [37]. Sie beinhalten allerdings die Untergruppen PsA, ReA und CED-assoziierte SpA. Immerhin sind hier u. a. Enthesitiden als peripherer Parameter enthalten. Außerdem gibt es einen Ansatz, einzelne Parameter miteinander zu kombinieren und aus dem errechneten Produkt eine Wahrscheinlichkeit des Vorliegens einer axSpA/uSpA vorherzusagen [30]. Die neuen ASAS-Kriterien wurden auch auf ihre Nutzung als Diagnosekriterien evaluiert. Hier ist die Tendenz hinsichtlich der besseren Eignung des bildgebenden Arms im Vergleich zu ausschließlich klinischen Parametern zu erkennen [41]. Hierzu fehlen noch weitere Daten aus größeren Patientenkohorten.

1.2 PATHOPHYSIOLOGIE DER SPONDYLOARTHRITIS

Bei der axSpA/uSpA werden Sehnen- und Bandansätze durch eine Entzündung zunächst zerstört und verknöchern dann reaktiv durch körpereigene Reparaturmechanismen. Dadurch kommt es zu einem Funktionsverlust durch Einsteifung. Seit Beginn der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts werden sogenannte Biologika (z.B. TNFalpha-Blocker), d.h. antientzündlich wirksame Immunsuppressiva, zur Therapie von entzündlich rheumatischen Erkrankungen eingesetzt. Bei der SpA hat man festgestellt, dass die Therapie mit TNFalpha-Blockern zwar die Entzündung unterbindet, die Röntgenprogression, also die Versteifung von Gelenken, insbesondere der Sakroiliakgelenke und der Wirbelsäule, jedoch nicht oder nur unwesentlich aufgehalten werden kann [42, 43].

Hierzu gibt es folgende Theorie: Durch Entzündung wird trabekulärer Knochen abgebaut. Durch Aktivierung von Stoffwechselwegen, die die Knochenneubildung begünstigen, so u.a. Prostaglandine, Wingless (Wnt) und bone morphogenetic proteins (BMPs), bilden sich bei der SpA periostal jedoch neue kortikale Anbauten. Es ist bekannt, dass Entzündung diese Pathways und damit die Osteoblasten blockiert. Es gibt aber auch Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen Knochenneubildung und Entzündung. Schett et al. stellen ein Konzept vor, dass auf dem schubweisen Verlauf der SpA fußt und in dem während der Phasen mit geringer Krankheitsaktivität ein sogenannter Response-to-stress Mechanismus zur Osteoproliferation führt [11]. Hierzu gibt es zwei wei-

tere Arbeiten von Maksymowych et al. und Baraliakos et al., die diese Theorie teilweise klinisch bestätigen [44, 45].

Aus dem bisher gesagten lässt sich ableiten, dass die Therapie zum Einsatz kommen muss, bevor die Entzündung entsteht, d. h. die Enthesitis müsste dann nicht nur klinisch sondern auch objektivierbar vollständig unterbunden werden. Dies ist aber nur möglich, wenn eine frühe Diagnosestellung erfolgt und das bedeutet, die Behandlungskriterien für die einzelnen Therapiemöglichkeiten müssen überarbeitet werden. Die ASAS hat bereits eine zweite Aktualisierung für den Gebrauch von TNFalpha-Blockern veröffentlicht [46]. In Deutschland und auch in anderen Ländern der EU besteht aber immer noch das Problem, dass nicht alle derzeit verfügbaren Medikamente, so insbesondere die meisten Biologika, für alle Stadien der axSpA zugelassen sind [47] (Adalimumab ist seit einigen Monaten zugelassen). Es werden immer noch Klassifikationskriterien für eine Therapieentscheidung bei einer Erkrankung zu Grunde gelegt. De facto kann ein Patient nur dann mit Biologika behandelt werden, wenn mindestens eine AS nach modifizierten NY-Kriterien vorliegt. Es ist daher aus zwei Gründen von entscheidender Wichtigkeit, neue Methoden zu finden, mit denen man insbesondere die uSpA eindeutig und damit als Teil der axSpA diagnostizieren kann: erstens ist die Frühdiagnose von entscheidender Bedeutung für die rasche Therapieeinleitung und damit für den weiteren Krankheitsverlauf [48], zweitens ist durch eine eindeutige Diagnosestellung die Anerkennung der uSpA als therapiebedürftige Erkrankung auch vor dem Gesetzgeber möglich.

1.3 ULTRASCHALLDIAGNOSTIK

1.3.1 Arthrosonographie

Die Ultraschalldiagnostik hat in den letzten Jahrzehnten im Bereich des Bewegungsapparates zunehmend an Bedeutung gewonnen [19-25, 49, 50]. Es wurden lineare Hochfrequenzschallköpfe mit Frequenzen zwischen 10 MHz und 20 MHz entwickelt, die eine sehr viel höhere Auflösung haben und deren Eindringtiefe und Fokus sehr viel oberflächlicher liegt als bei den konventionellen 7,5 MHz-Schallköpfen. Dadurch ist es möglich Gelenk- und Knochenoberflächen zu beurteilen [20, 51]. Auch werden gelenknahe, direkt unter der Hautoberfläche liegende Strukturen, wie Bänder, Sehnen und Nerven besser differenzierbar [26, 52, 53]. Pathologische Flüssigkeitsansammlungen im Gelenk und im Weichteilgewebe lassen sich ebenfalls gut darstellen [20, 23]. Darüber

hinaus ist die Sonographie eine dynamische Untersuchung. So ist sie bis jetzt die einzige Untersuchungstechnik, bei der der Untersucher durch Bewegung des zu untersuchenden Abschnittes direkte Sicht auf pathologische Veränderungen unter Belastung hat. Ein Beispiel hierfür ist das sogenannte Impingement-Syndrom [54].

Weitere Faktoren, die zu breiter Anwendung in der Rheumatologie geführt haben, sind die fehlende Strahlenbelastung, die gute Tolerabilität von Seiten des Patienten, die relativ kostengünstige und reproduzierbare Untersuchung mit hoher Verfügbarkeit, die Eignung nicht nur zu diagnostischen Zwecken, sondern auch zur Therapieüberwachung sowie die Möglichkeit, mehrere „Regions of Interest“ in einer Sitzung zu untersuchen.

An seine Grenzen stößt der Ultraschall, wenn eine Materie zu dicht ist (zum Beispiel viele Kalksalze enthält), d.h. zu viele der Schallwellen direkt reflektiert werden. Das ist zum Beispiel an der Knochenoberfläche der Fall. Auch echodichte Herde in einer Weichteilstruktur oder Körperhöhle können so zu Limitationsfaktoren führen, da es dem Untersucher nicht möglich ist, die Regionen unter diesen Herden zu beurteilen [55]. So ist es bis heute nicht möglich ein Gelenk vollständig einzusehen, komplexe Gebilde wie die Wirbelsäule mit ihren vielen kleinen Einzelgelenken zu beurteilen oder Prozesse im Knochen sichtbar zu machen.

Mit dem Einsatz von PowerDopplermodulen gewinnt der Ultraschall einen immer größeren Stellenwert in Rheumatologie und Orthopädie. Die PowerDoppler-Sonographie wurde in den 1980er Jahren ursprünglich für den Einsatz in der Kardiologie entwickelt. Der PowerDoppler (PD) ist in der Lage, ungerichteten, und damit sehr langsamen Blutfluss zu detektieren. Sein Prinzip beruht auf der Volumenänderung des Blutes im Gewebe. So wird es möglich, extrem langsamen Blutfluss und damit kleine Gefäße sichtbar zu machen. Der klassische FarbDoppler basiert auf der Sichtbarmachung der Differenz zwischen zwei Signalen zweier bewegter Teilchen (Blutkörperchen). Er ist gerichtet, weil er die Richtung des Flusses beschreibt. Damit ist er gut geeignet, größere Gefäße darzustellen [56-59]. Newman et al. wandten diese Technik erstmals 1994 an, um Entzündung zu detektieren [60] und Breidahl et al. verglichen erstmals entzündlichen mit nicht entzündlichem Erguss und stellten bei Ersterem ein erhöhtes PD-Signal fest [61].

In chronisch entzündetem Gewebe findet eine Gefäßneubildung statt. Dies dient dazu, Zellen wie Makrophagen und Granulozyten an Ort und Stelle zu transportieren. Da bei entzündlich rheumatischen Erkrankungen die Entzündung auf einem Defekt im Immunsystem beruht, das in diesem Fall ohne infektiöses Korrelat überschießend reagiert,

kommt es jedoch ohne Immunsuppression zu keinem Reparaturergebnis, sondern die Entzündung wird von Arachidonsäureabkömmlingen aus apoptotischen Zellen wie Leukotrienen oder Prostaglandinen permanent unterhalten [62].

Da der Power Doppler das Blutvolumen im Gewebe bestimmt, ist es also möglich, mit dieser Technik das Ausmaß einer Entzündung zu bestimmen. Die OMERACT 7 Special Interest Group hat 2005 bestimmte Pathologien (s. u.) definiert. [27, 63] Darüber hinaus wurden semiquantitative Scores aufgestellt, die es ermöglichen, eine Einteilung in reproduzierbare Grade (0-3) vorzunehmen, um so eine vorhandene Entzündung zu quantifizieren [64, 65]. Damit soll sowohl eine Reproduzierbarkeit geschaffen werden, als auch der Versuch einer Standardisierung erfolgen. Hierzu erfolgen regelmäßig Aktualisierungen [66].

1.3.2 Arthrosonographie der axialen und peripheren Spondyloarthritis

Leider lassen sich die Sakroiliakalgelenke nur eingeschränkt mittels Ultraschall untersuchen. Sie liegen anatomisch unter einer dickeren Fettschicht, die vergleichbar ist mit der der Hüfte bei adipösen Patienten. Hier sind also eine größere Eindringtiefe und damit die Anwendung eines niedrigerfrequenten Schallkopfes notwendig. Dies geht auf Kosten der Auflösung. Außerdem sind weniger anatomische Leitstrukturen als zum Beispiel an den Fingern und Füßen vorhanden, so dass die Orientierung schwierig sein kann. Zuletzt ist die Sakroiliitis, die detektiert werden soll, gekennzeichnet durch eine Verknöcherung der Sakroiliakalgelenke, was in fortgeschrittenem Krankheitsstadium auch dies zu Limitationen führen kann, da Prozesse in und unterhalb einer knöchernen Formation nicht mittels Ultraschall beurteilt werden können. Nichtsdestotrotz sind bereits Untersuchungen unternommen worden, die gezeigt haben, dass eine Untersuchung der Sakroiliakalgelenke sowohl mit als auch ohne Kontrastmittel durchaus sinnvoll sein kann: Klauser et al. haben gezeigt, dass eine Differenzierung zwischen aktiven und inaktiven Sakroiliitiden mittels kontrastverstärktem Ultraschall möglich ist, [67] nachdem sie in einer vorangegangenen Arbeit im Vergleich zur MRT-Untersuchung einen hohen negativen prädiktiven Wert zur Diagnostik einer Sakroiliitis mittels kontrastmittelverstärktem Ultraschall herausarbeiten konnten [68]. Ünlü et al. fanden eine offensichtliche Korrelation zwischen geringerem Gefäßwiderstandsindex und aktiver Sakroiliitis besteht [69]. Hu et al. schließlich konnten erst kürzlich zeigen, dass die Krankheitsaktivität bei axSpA möglicherweise besser mit der Ultraschalluntersuchung der Sakroi-

liakalgelenke als mit der der Enthesen messbar ist [70]. Allen diesen Studien liegen allerdings eine nicht einheitliche Patientenpopulation (verschiedene Einschlusskriterien bezüglich der Diagnose) und eine teilweise sehr geringe Fallzahl zu Grunde. Damit sind sie untereinander schwer vergleichbar.

Der Fuß ist dem Ultraschall sehr gut zugänglich, da viele anatomische Leitstrukturen zur Orientierung vorhanden sind, selbst bei adipösen Patienten durch die oberflächliche Lage der interessierenden Strukturen eine ausreichende Eindringtiefe und damit maximale Auflösung erlangt werden kann und außerdem viele Bänder, Sehnen und Gelenke auf relativ geringem Raum gleichzeitig dargestellt werden können. So haben schon früh Arbeitsgruppen begonnen, die normalen und auch pathologischen Strukturen, die sich mittels Ultraschall darstellen lassen, zu beschreiben: Fornage konnte schon 1986 zeigen, dass sich traumatische oder entzündliche Läsionen an der Achillessehne mittels Ultraschall gut darstellen lassen. Auch beschrieb er als einer der ersten die „normale Achillessehne“ [15]. Es erschienen verschiedene „Anleitungen zur Sonographie von Füßen und Sprunggelenken“, so unter anderen von Fornage selbst, [71] von Cheung et al., [72] Fessel et al., [73, 74] Schmidt et al., [21] Morvan et al., [75] und Balint et al. [76]. Auch die „normale Achillessehne“ wurde in verschiedenen Ländern untersucht, so zum Beispiel ihre Echogenität und ihr Aufbau bereits 1995 mit einem 15 MHz-Schallkopf durch Bertolotto et al. in Italien [77], ihre Dickenmessung und Korrelation zu Alter und Statur der Probanden in einer MRT-Vergleichsstudie, ebenfalls 1995, durch Koivunen-Niemelä et al. in Finnland [78] und ihre Standardreferenzwerte von Schmidt et al. aus dem Jahre 2004 aus Deutschland [79], die in dieser Arbeit mitverwendet werden.

Aström et al. beschrieben erstmals den Blutfluss einer symptomatischen im Vergleich zu einer asymptomatischen Achillessehne mittels Doppleruntersuchung [80, 81]. 2005 konnten Richards et al. zeigen, dass auch hier zur Detektion einer Entzündung die PowerDoppler-Sonographie besser geeignet ist als der konventionelle FarbDoppler [82]. Auch konnte er zeigen, dass der PowerDoppler-Ultraschall gut mit einer vergrößerten Achillessehne, dargestellt durch eine MRT, korreliert [83].

Die periphere Enthesitis stellt eine häufige Affektion der SpA dar [7, 8, 84]. Zahlreiche Autoren haben in den letzten Jahren Studien durchgeführt, aus denen ersichtlich ist, dass mittels Ultraschall eine der klinischen Untersuchung überlegene Diagnostik bezüglich der manifesten und auch subklinischen Enthesitis bzw. Enthesiopathie bei dieser

Erkrankung sehr gut möglich ist [1, 85-89]. Auch die Darstellung und Merkmale von Plantarfasziitis und retrocalcaneale Bursitis mittels Ultraschall sind einzeln in der Literatur beschrieben [90, 91]. Einige Autoren haben verschiedene Ultraschall-Enthesitis-Scores aufgestellt. Hierauf wird in der Diskussion näher eingegangen.

1.4 ZIELSETZUNG DIESER ARBEIT

Es soll untersucht werden, ob die Arthrosonographie des Rückfußes und insbesondere der Achillessehne mit ihren umliegenden Strukturen geeignet ist, aus einer Gruppe von Patienten mit tiefsitzendem Rückenschmerz Patienten **mit axSpA in allen Stadien der Erkrankung** (als Ursache dieser Rückenschmerzen) herauszufiltern: Die Achillessehne wird repräsentativ gewählt, weil – wie oben beschrieben – eine Affektion der Achillessehne bei der axSpA häufig auftritt und sie stellt einen der Sonographie bestmöglich zugänglichen peripheren Manifestationsort der SpA dar. Der Focus liegt hierbei auf der Praktikierbarkeit unter Alltagsbedingungen, dem geringen Zeitaufwand der Untersuchung und der für die Praxis repräsentativen Kohorte.

Bei positivem Ergebnis wäre eine eindeutige Diagnosestellung auch in einem frühen Krankheitsstadium möglich, in dem noch keine röntgenologischen Veränderungen der Wirbelsäule vorliegen. Dies ist aktuell nur mittels der MRT möglich, einer allerdings zeitaufwendigen und teuren Untersuchung. Außerdem besteht bei der Sonographie kein Gesundheitsrisiko in Form von ionisierenden Strahlen, wie beim Röntgen, und es gibt keine Kontraindikationen wie Metallimplantate o.ä. wie bei der MRT.

2 PATIENTEN UND METHODEN

2.1 PATIENTEN

Es wurden insgesamt 190 Personen mittels Ultraschall untersucht. 20 dienten als Vorlauf und wurden von zwei Sonographeurinnen untersucht (Prof. Dr. med. M. Backhaus und Autorin der vorliegenden Arbeit).

Die Rekrutierung erfolgte aus der Spezialsprechstunde für Rückenschmerz-Patienten in der Charité, Campus Benjamin Franklin. Bis heute sind dort über 1000 Patienten mit tiefsitzendem Rückenschmerz von Rheumatologen gesehen und untersucht worden. Der behandelnde Arzt orientiert sich an einem von Brandt et al. [33] entwickelten Frage- und Untersuchungsbogen, der das Vorliegen von entzündlichem Rückenschmerz, SpA-typischen Begleiterkrankungen, Ansprechen auf NSAR, Vorliegen von Entzündungsparametern sowie akuter und chronischer Sakroiliitis in der Bildgebung abfragt (siehe Abb. 2.1). Die Diagnose wird aufgrund von Expertenmeinung gestellt.

Sondersprechstunde entzündlicher Rückenschmerz

Arzt: Datum:/...../.....

0. Überweisender Arzt: Name:
 Orthopäde 1
 Hausarzt Allg. 2
 Hausarzt Inn. 3
 Hausarzt PkL 4
 anderer Arzt 5
 Internet 6
 andere Medien 7
 sonstiges:

1. Überweisungsgrund: Diagnose unklar Thermieinschätzung RS seit Jahren
 B27+ ERS (R0) MRT CT Szint andere 1
 unklar 2

2. Entzündlicher Rückenschmerz: ja nein
 • Alter bei Beginn <40 J ja nein
 • Dauer RS > 3 Monate ja nein
 • Langsamer Beginn ja nein
 • Morgensteifigkeit ja nein
 wenn MST ja: <10min 10-30min 31-60min >60min 4
 • Besserung durch Bewegung ja nein
 • Besserung durch Ruhe ja nein
 • Nachtl. Schmerz ja nein
 • Nachtl. Schmerz 1. Nachtl. 2. Nachtl. beide Nachthalften
 wenn ja Besserung bei Bewegung? ja nein
 • Alternierender Gelenkschmerz ja nein unklar 3

3. Lokalisation RS: 3a. Spinale Beweglichkeit: links rechts
 • LWS 1
 • BWS 2
 • HWS 3
 3b. SIG-Schmerz: pos neg
 • ant. Schober: cm
 • lat. Schober re: cm
 • lat. Schober li: cm
 • SIG Dorsalschm: pos neg
 4. Andere SpA-Manifestationen (aktuell oder früher): ja nein unklar
 • Entesitis Ferse
 • Daetylitis
 • positive Familienanamnese für SpA
 (AS, ReA, Psoriasis, CED) 1
 • periphere asymmetr. Oligoarthritis
 • Uveitis
 • Psoriasis
 • Crohn/Colitis
 • Z.n. ReA

5. Gute Response to NSAIDs? ja nein nicht beurteilbar
 24-48 Std nach einer vollen Dosis NSAID ändert sich der Rückenschmerz wie folgt:
 • keine Schmerzen mehr
 • viel weniger Schmerzen
 • etwas weniger Schmerzen
 • keine Besserung

6. HLA-B27: pos neg
 7. CRP/BSG erhöht: ja nein
 8. Röntgen-Becken: normal
 • fragliche Sakroilitis (Grad 0-1 beidseitig oder Grad 2 einseitig)
 Gradierung rechts: 0 1 2
 Gradierung links: 0 1 2
 • Sakroilitis Grad 2 beidseitig oder Grad 3 bzw. mehr einseitig
 nein 3
 9. CT-SIG: ja nein
 • normal
 • fragliche Sakroilitis (Grad 0-1 beidseitig oder Grad 2 einseitig)
 Sakroilitis Grad 2 beidseitig oder Grad 3 bzw. mehr einseitig

Pat.-Kleber (groß):
 Adresse

Abbildung 2.1 Dokumentationsbogen Rückenschmerzprechstunde der Charité, Campus Benjamin Franklin (Brandt 2004, mit Erlaubnis)

10. MRT: ja nein
 SIG ja nein nicht beurteilbar
 akute entzündliche Veränderungen? ja nein nicht beurteilbar
 chronische Veränderungen ja nein nicht beurteilbar
 WS ja nein nicht beurteilbar
 akute entzündliche Veränderungen? ja nein nicht beurteilbar
 chronische Veränderungen ja nein nicht beurteilbar

11. Diagnose: axiale SpA wenn ja: ja uSpA AS V.a. uSpA
 wenn ja: uSpA AS nein
 Anhalt für Fibromyalgie? ja nein

12. Medikation (NSAR initial): ja nein
 • SpA als Ursache des RS
 • In den letzten 4 Wochen, wie häufig wurde durchschnittlich ein NSAR eingenommen?
 gar nicht 1-3 Tage/Woche 4-6 Tage/Woche täglich
 Präparat: Dosis [] [] [] [] [] [] [] [] b. Bedarf

wenn eine axiale SpA vorliegt, bitte Bogen weiter ausfüllen:
Indikation für TNFα?
 14. BASDAI (initial): [] [] [] [] [] [] [] [] BASDAI (unter max. tol. NSAR-Dosis): [] [] []
 15. BASFI (initial): [] [] [] [] [] [] [] [] BASFI (unter max. tol. NSAR-Dosis): [] [] []
 16. Bisherige Therapie wenn ja, welche? ja nein
 15a. NSAR ja nein
 15b. NSAR-Anamnese: Präparat, Dosierung, Dauer (Monat/Jahr), Effektivität, Unverträglichkeit
 1. Dosis [] [] [] [] [] [] [] [] Unverträglichkeit ja nein
 2. Dosis [] [] [] [] [] [] [] [] Unverträglichkeit ja nein
 3. Dosis [] [] [] [] [] [] [] [] Unverträglichkeit ja nein
 15d. Basistherapie wenn ja, welche? ja nein
 SASP MTX andere

17. Aktivitätsparameter Datum: CRP in mg/dl: BSG: BASDAI:
 18. Schneller radiologischer Progress wenn ja, welche Veränderungen in welchem Zeitraum? ja nein nicht beurteilbar
 19. MRT (falls vorhanden) akute entzündl. Veränderungen ja nein nicht beurteilbar
 chronische Veränderungen ja nein nicht beurteilbar
 20. Beurteilung: TNFα-Blocker aktuell indiziert ja nein
 wenn nein, Grund: 1. ungenügende Krankheitsaktivität
 2. bisher keine max. NSAR-Dosierung
 3. Kontraindikationen (welche?)
 4. Sonstiges:

H. Brandt 19.04.2006

Es wurden aus dieser Sprechstunde ohne Vorauswahl 143 Patienten einer Ultraschalluntersuchung zugeführt. Die Sonographie erfolgte zeitnah zum ersten Untersuchungstermin. Die sonographierende Ärztin kannte die Patienten nicht. Die Patienten wurden aufgefordert, bei der Ultraschalluntersuchung nicht mit der Ärztin über ihre Erkrankung zu sprechen. Die Ergebnisse der Ultraschalluntersuchung wurden zeitnah, in der Regel am selben Tag, ausgewertet. Die Probanden erhielten einen Fragebogen mit ergänzenden Fragen, der von der Sonographeurin entwickelt worden war (siehe Abb. 2.2). Der untere Teil des Fragebogens (Fragen zu Schmerzen, Operationen, Unfällen etc.) wurde dazu benutzt, Datensätze herauszufiltern, die die Datenanalyse verfälscht hätten. Diese wurden aus der Wertung genommen (siehe Ergebnisse).

Fragebogen Ultraschall

Name: _____
 Alter: _____ Jahre Größe: _____ cm Gewicht: _____ kg Geschlecht: w m
 Medikamente (auch gelegentliche Einnahme von Schmerzmitteln oder Kortison):

Rauchen Sie? Ja nein
 Wenn ja wieviel? _____/Tag und seit wann? _____
 Wenn nein, bestand früher Nikotinkonsum? Ja nein
 Wenn ja, haben Sie in den letzten 5 Jahren geraucht? Ja nein
 Wenn ja wie viel? _____/Tag und bis wann? _____
 Treiben sie Sport? Ja nein
 Wenn ja wie oft? _____
 Regelmäßig? Ja nein
 Seit wann? _____
 Wöchentliche Stunden insgesamt: _____ Stunden.
 Sportarten: _____

Hatten Sie schon einmal eine Thrombose? Ja nein
 Wenn ja wo? _____ und wann? _____
 Leiden Sie unter Krampfaderbeschwerden? Ja nein
 Wenn ja wo? _____

Leiden Sie generell unter Gelenkbeschwerden? Ja nein
 Wenn ja in welchem/n Gelenk/en?

Leiden sie speziell unter Gelenkbeschwerden an den Füßen? Ja nein
 Wenn ja, dann wo genau?
 Achillessehne Sprunggelenk Fußsohle Zehen
 re li beidseits
 Leiden Sie unter Schmerz im Bereich der Füße bei bestimmten Bewegungen/
 Bewegungsabläufen/ Situationen? Ja nein
 Wenn ja bei welchen?

Nach welcher Zeit treten bei Belastung Schmerzen auf? _____ Minuten.
 Was tun Sie gegen die Schmerzen (Entlastung, Medikamente, Kühlung, etc.)?

Besteht Ruheschmerz in den Füßen? Ja nein
 Bestehen Verletzungen, Operationen, Verschleißerkrankungen oder Entzündungen
 an den Füßen? Ja nein
 Wenn ja was und wo genau?

Haben Sie schon einmal eine Spritze im Bereich der Füße bekommen? Ja nein

Abbildung 2.2 Fragebogen zu Lebensgewohnheiten (Amentbrink 2006)

Anschließend stellte der behandelnde Rheumatologe eine Diagnose ohne die sonographischen Befunde zu kennen (Doppelverblindung). Die Daten wurden anonymisiert in zwei getrennten Datenbanken gesammelt (Datenbank „Rückenschmerzsprechstunde“ und Datenbank „Sonographieergebnisse“) und anschließend zu einer Datenbank zusammengeführt, die alle studienrelevanten Datensätze enthält.

Als Kontrollgruppe dienen n = 39 gesunde Probanden, davon n = 8 Sportler. Es wurde mittels öffentlichem Aushang nach gesunden Probanden und aktiven Sportlern (Praktizieren von mehrmals pro Woche Lauf- oder Ball- bzw. Sprungsportarten) gesucht. Zusätzlich wurden n = 8 Probanden mit manifester Achillessehnen-Enthesitis unterschiedlicher Genese untersucht. Diese wurden per Rundfrage an die behandelnden Kollegen in der Charité, Campus Benjamin Franklin und Campus Mitte rekrutiert.

Diese Arbeit vergleicht die eigenen erhobenen Normalwerte mit den von Schmidt et al. [79] aufgestellten Normalwerten (Ergebnisteil unter 3.1).

2.2 METHODEN

2.2.1 Ethik

Der Studie liegt ein Ethikvotum der Ethikkommission Berlin, Ethikausschuss 4, am Campus Benjamin Franklin vom 10.10.2006 zu Grunde. Jeder Proband wurde mündlich und schriftlich (Patienteninformation) über den Hintergrund der Studie, ihre Risiken sowie die Datenerhebung und Auswertung informiert. Anschließend gab jeder Proband sein schriftliches Einverständnis (Einverständniserklärung).

2.2.2 Ultraschallgerät und Schallkopf

Die Ultraschalluntersuchung wurde an einem Ultraschallgerät der Marke Philips HD11, Revision 1.0.6. durchgeführt. Der Schallkopf ist ein Multifrequenz-Linearschallkopf von 4,5 cm Breite, also kleiner als DEGUM-Standard (Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin e. V.), um die Auflagefläche des Schallkopfes auf der zu untersuchenden Struktur am Patienten zu verbessern. Die Frequenz betrug 5-12 MHz. Der PowerDoppler hatte eine PRF-Zahl von 600 kHz, die Frequenz betrug hier 5 MHz. Es wurde eine niedrige Wandfilterstufe eingestellt.

2.2.3 Schallebenen

Bei der Sonographie werden entweder Piktogramme oder Textmodule zur Beschriftung der einzelnen Bilder benutzt. Da es für den Gelenk-ultraschall nicht bei allen Geräten und für alle Regionen in der Voreinstellung Piktogramme gibt, auch bei dem in der Studie verwendeten Philipps HD11, wurden Textmodule verwendet. Es wurde eine standardisierte Reihenfolge festgelegt, nach der jede einzelne Untersuchung abzulau- fen hatte. So konnte vermieden werden, dass nicht oder nur unvollständig beschriftete

Bilder aus der Wertung genommen werden mussten, da auch ohne Beschriftung eine exakte Zuordnung aller Bilder garantiert werden konnte.

Alle Schallebenen bis auf die des USG (hinteres unteres Sprunggelenk = Articulatio talo-calcaneare), richten sich nach DEGUM-Standard:

Anteriore Einstellung:

- Longitudinal mittig – OSG (vorderes oberes Sprunggelenk = Articulatio Tibio-talare)
- Longitudinal mittig – TNG (vorderes unteres Sprunggelenk = Articulatio Talo-naviculare)

Posteriore Einstellung:

- Longitudinal über der Achillessehne (AchS) – AchS mit Insertionszone und darunter liegender Bursa subachillae
- Transversal über der AchS ca. 2 cm proximal des Ansatzes der AchS – AchS und darunter liegende Bursa subachillae
- Longitudinal mittig unter der Ferse – Ansatz der Plantarfaszie

Laterale Einstellung:

Das hintere untere Sprunggelenk (articulatio subtalare) wurde in einer Untersuchungsebene untersucht, die bislang nicht als DEGUM-Ebene beschrieben ist. Diese Ebene wurde als besser zugänglich erachtet:

- Longitudinal leicht nach posterior gekippt dorsal des Malleolus lateralis – USG

2.2.4 Patientenlagerung

Der Proband saß mit angewinkelten Knien und aufgestellten Füßen auf der Untersuchungsliege. Die Untersucherin befand sich an der rechten Seite des Probanden. Es wurde mit den anterioren Schnitten des rechten Fußes begonnen. Darauf folgten die anterioren Schnitte des linken Fußes. Anschließend drehte der Proband sich auf den Bauch und ließ beide Füße gestreckt über die Untersuchungsliege hinaus ragen. Somit befand sich die Untersucherin nun an der linken Seite des Probanden. Jetzt wurde zunächst die linke posteriore Region, im Anschluss die rechte posteriore Region untersucht.

2.2.5 Untersuchung und Messung

Bei der Auswertung wurde grundsätzlich der Begriff „Tiefe“ für den posterior/anterioren Durchmesser bzw. Sagittaldurchmesser einer Struktur verwendet, die „Breite“ bezeichnet den Transversaldurchmesser in lateral/medialer Richtung und die „Länge“ eine Struktur in cranial/caudal-Richtung.

Es wurde pro Proband jeweils ein kompletter Datensatz des rechten und linken Fußes erhoben. Die jeweils größeren Einzeldaten des jeweiligen Merkmals (rechts versus links) wurden jeweils zu einem einzelnen Patientendatensatz zusammengefasst. So ist bei einer Screeninguntersuchung gewährleistet, dass auch ein einseitig vorkommendes Merkmal insgesamt als pathologisch gewertet wird.

Von der Gruppengesamtanzahl abweichende Fallzahlen sind bei der Auswertung in folgender Form gekennzeichnet: $n = x$. Ist die Fallzahl nicht extra aufgeführt, ist von der jeweiligen Gruppengesamtanzahl auszugehen.

2.2.6 Pathologische Merkmale

Die Beispielbilder wurden allesamt der eigenen, dieser Studie zugrunde liegenden Datenbank entnommen. Die pathologischen Merkmale, die in dieser Arbeit verwendet werden, sind definiert nach Wakefield 2005 [63] und Backhaus 2001 [27].



Abbildung 2.3 Teilrupturen der Achillessehne mit Vernarbung (weiße Pfeile)

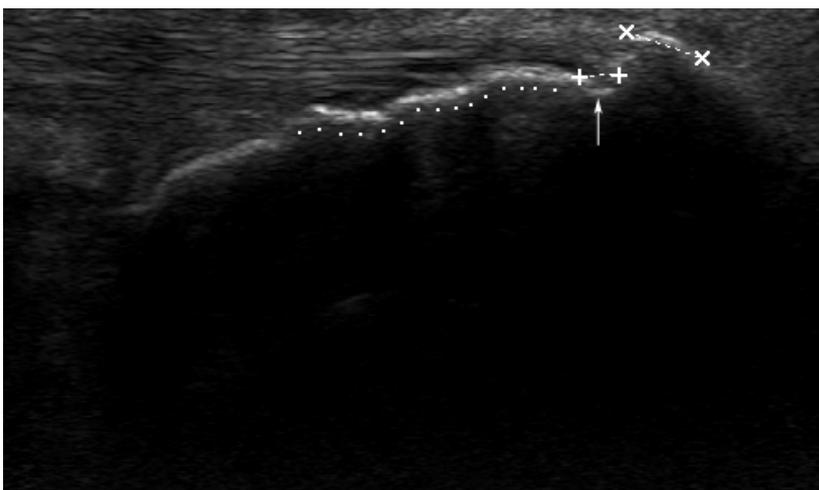
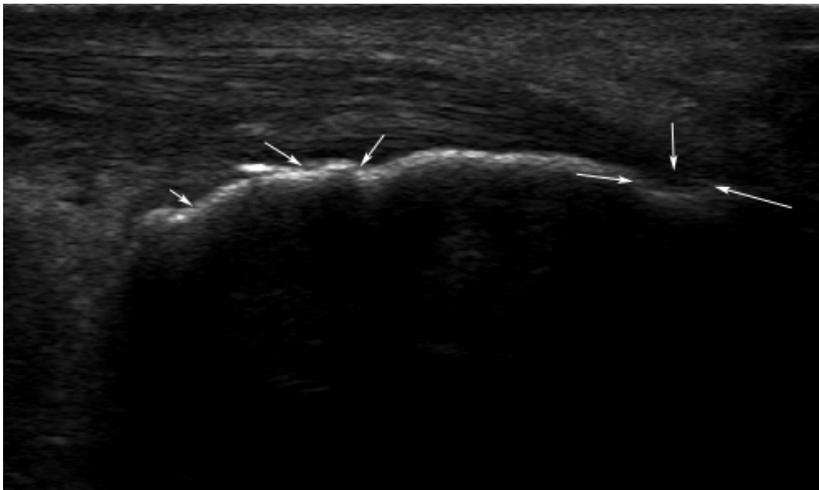


Abbildung 2.4 Calcaneus-Defekt = Knochenerosion (weiße Pfeile und ++, Punktlinie definiert unregelmäßige/inhomogene Knochenoberfläche, x-x zeigt einen Osteophyten)

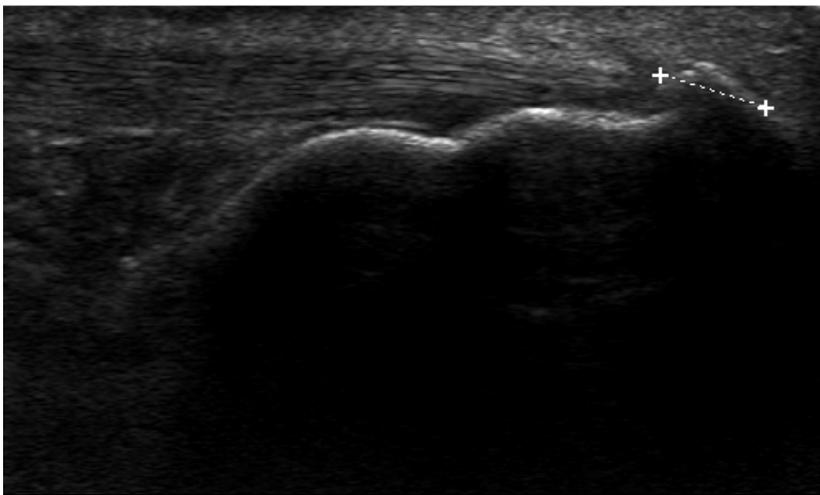
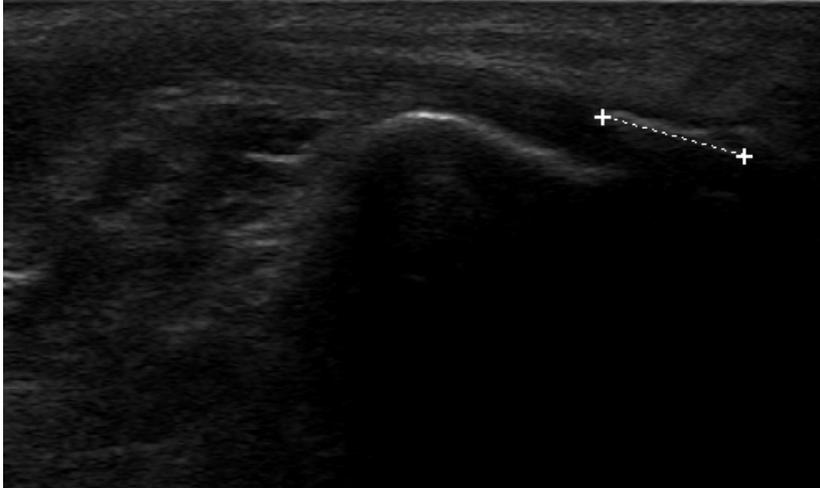


Abbildung 2.5 Calcaneussporn = Osteophyt am Calcaneus (+++)

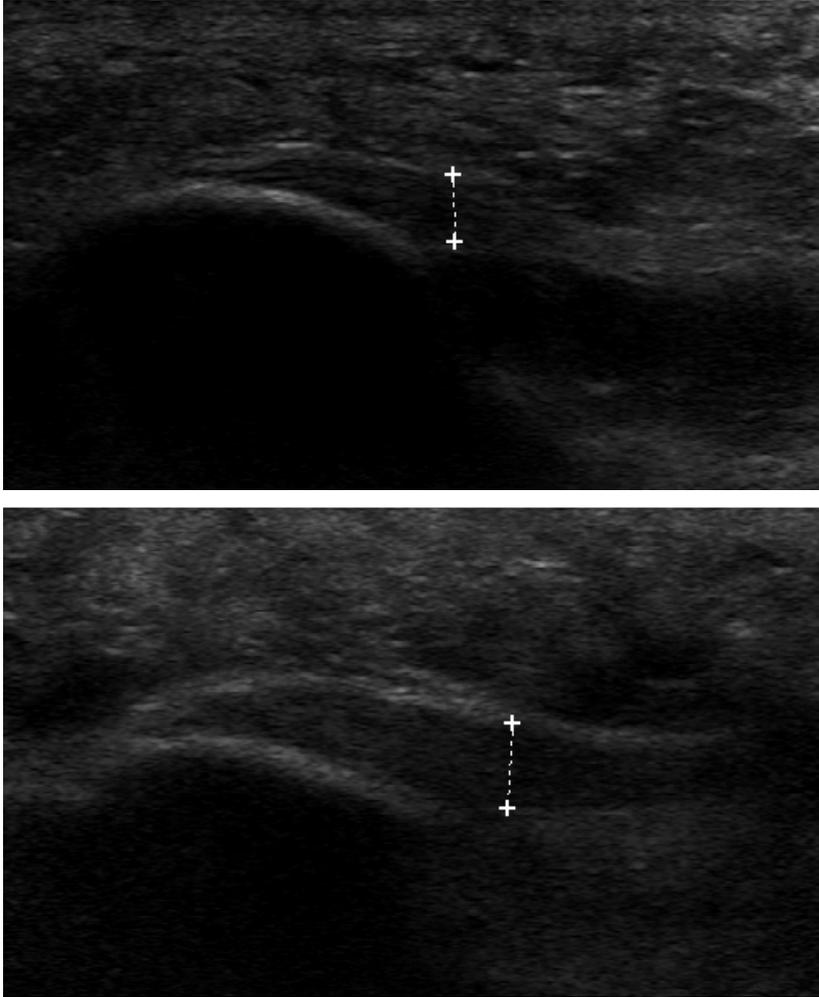


Abbildung 2.6 Echogenität der Plantarfaszie (oben normal, unten echoarm; zusätzlich ist die Tiefe markiert mit +-
+, oben normal, unten verdickt)

Das Vorhandensein eines Merkmals wurde in ja/nein-Einteilung erhoben. Die Maßangaben bei skalierten Werten erfolgten in Zentimeter mit drei Nachkommastellen. Die einzelnen Parameter wurden zusätzlich jeweils in Scores abgebildet: Grad 0-3, sowohl im B-mode als auch im PD.

2.2.7 Semiquantitativer US-Score

Die Beispielbilder wurden allesamt der eigenen, dieser Studie zugrunde liegenden Datenbank entnommen. Die Einteilung im B-Bild erfolgte in Anlehnung an den Score nach Szkudlarek [64]:

Grad 0: Normalbefund

Grad 1: geringe Verbreiterung der Sehne, Vergrößerung der Bursa, Anhebung der Gelenkkapsel

Grad 2: mäßige Verbreiterung der Sehne, Vergrößerung der Bursa, Anhebung der Gelenkkapsel

Grad 3: ausgeprägte Verbreiterung der Sehne, Vergrößerung der Bursa, Anhebung der Gelenkkapsel

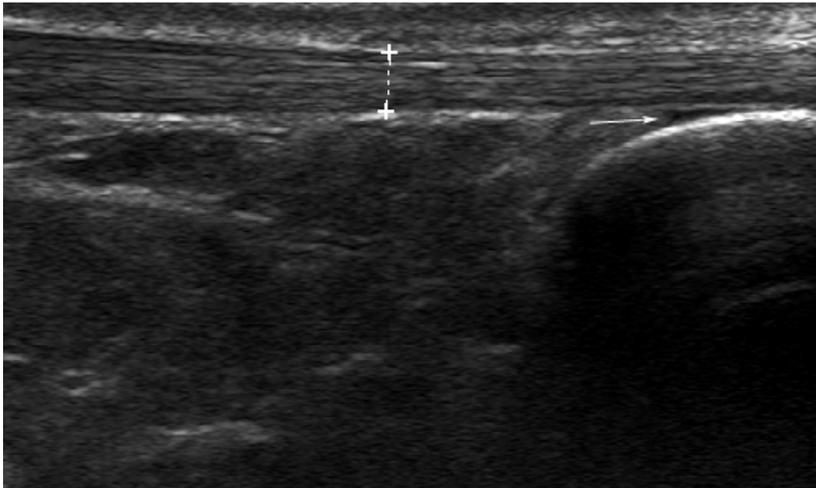


Abbildung 2.7 Normale Achillessehne (+++) mit normal großer Bursa subachillae (weißer Pfeil)

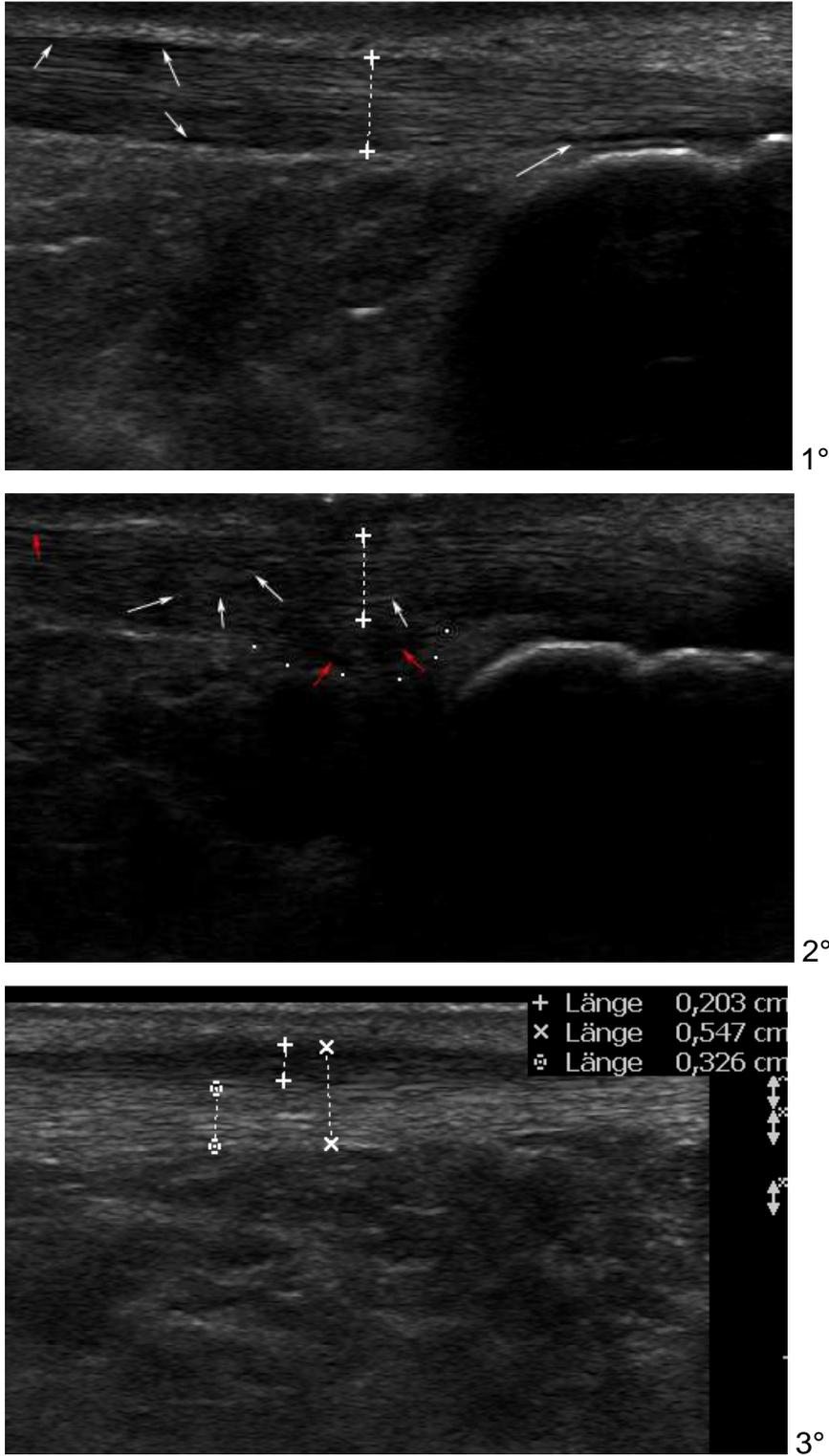


Abbildung 2.8 Tendinitis im B-mode Grad 1-3 (weiße und rote Pfeile markieren Flüssigkeitsansammlungen um und innerhalb der Sehne; ++ markiert oben die Tiefe der Sehne und unten die Tiefe der paratendinösen Flüssigkeitsansammlung; o-o markiert die ausgedünnte und echoreiche/inhomogene Sehne)

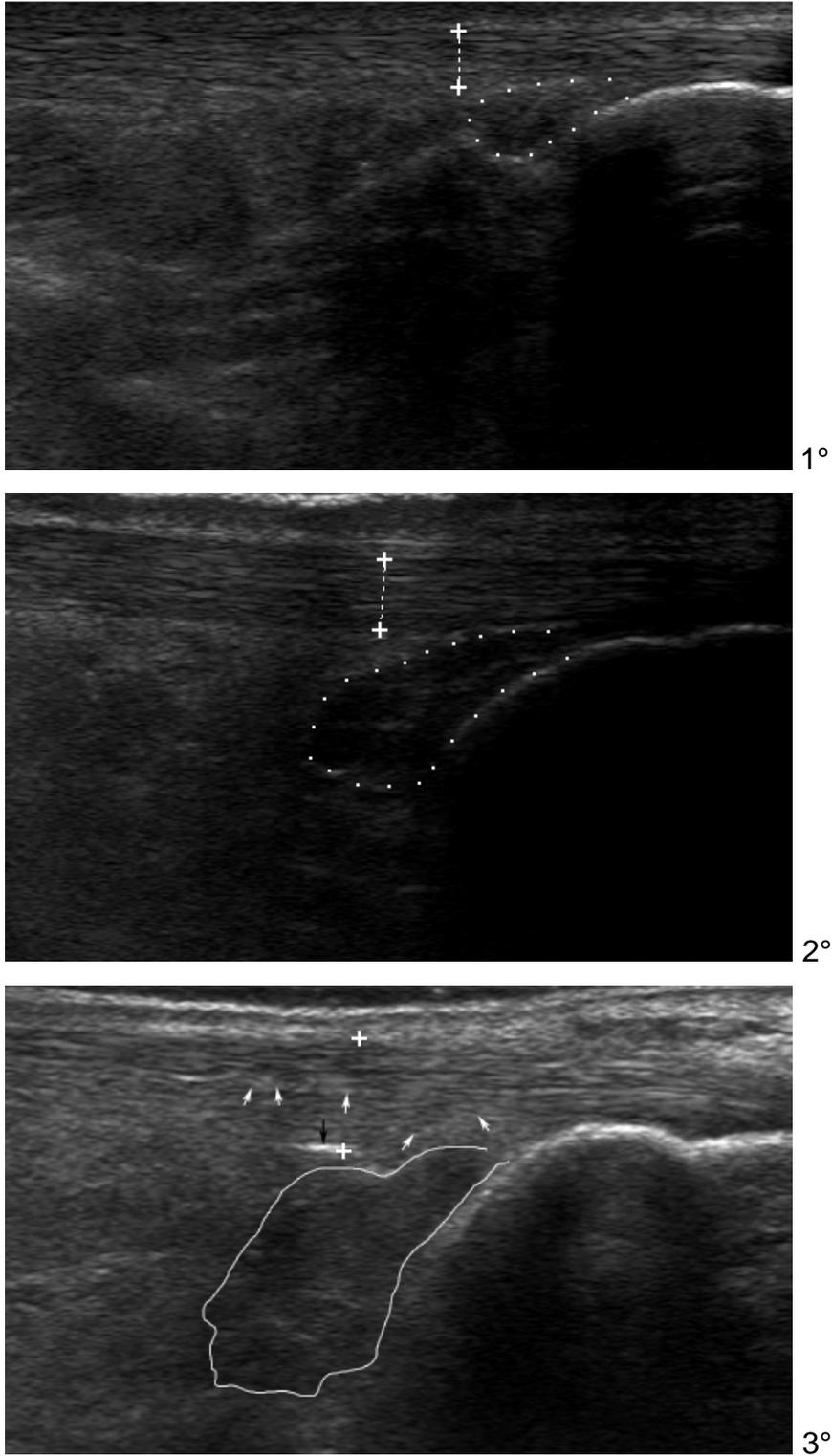


Abbildung 2.9 Bursitis im B-mode Grad 1-3 (gepunktete bzw. durchgezogene weiße Linie; ++ markiert Tiefe der Sehne; weiße Pfeile markieren Teilrupturen innerhalb der Sehne, schwarzer Pfeil markiert Kalzifikation des Paratenons)

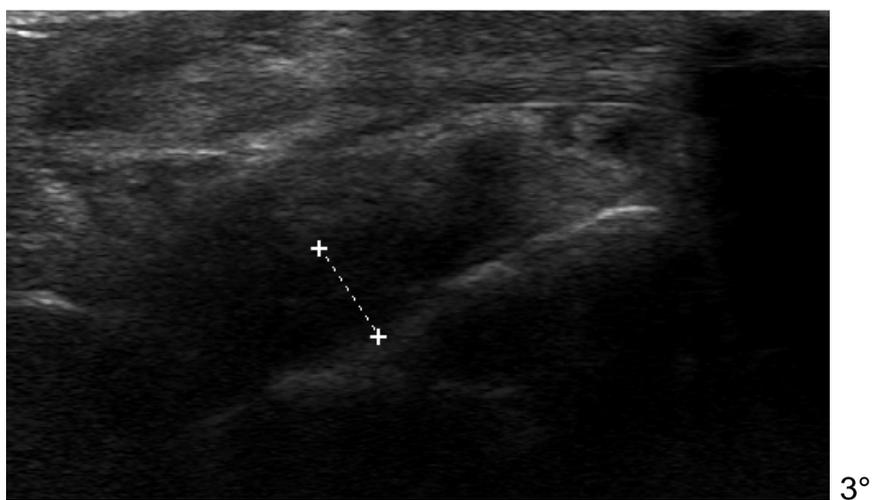


Abbildung 2.10 Gelenkerguss im B-mode, Grad 1-3, als Beispiel im USG (++)

Die Einteilung im PD-Modus erfolgte in Anlehnung an den Score nach Scheel [65]:

Grad 0: kein PD-Signal

Grad 1: 1-3 einzelne Signale

Grad 2: PD-Signal konfluierend, in <50 % der zu beurteilenden Fläche

Grad 3: PD-Signal in >50 % der zu beurteilenden Fläche

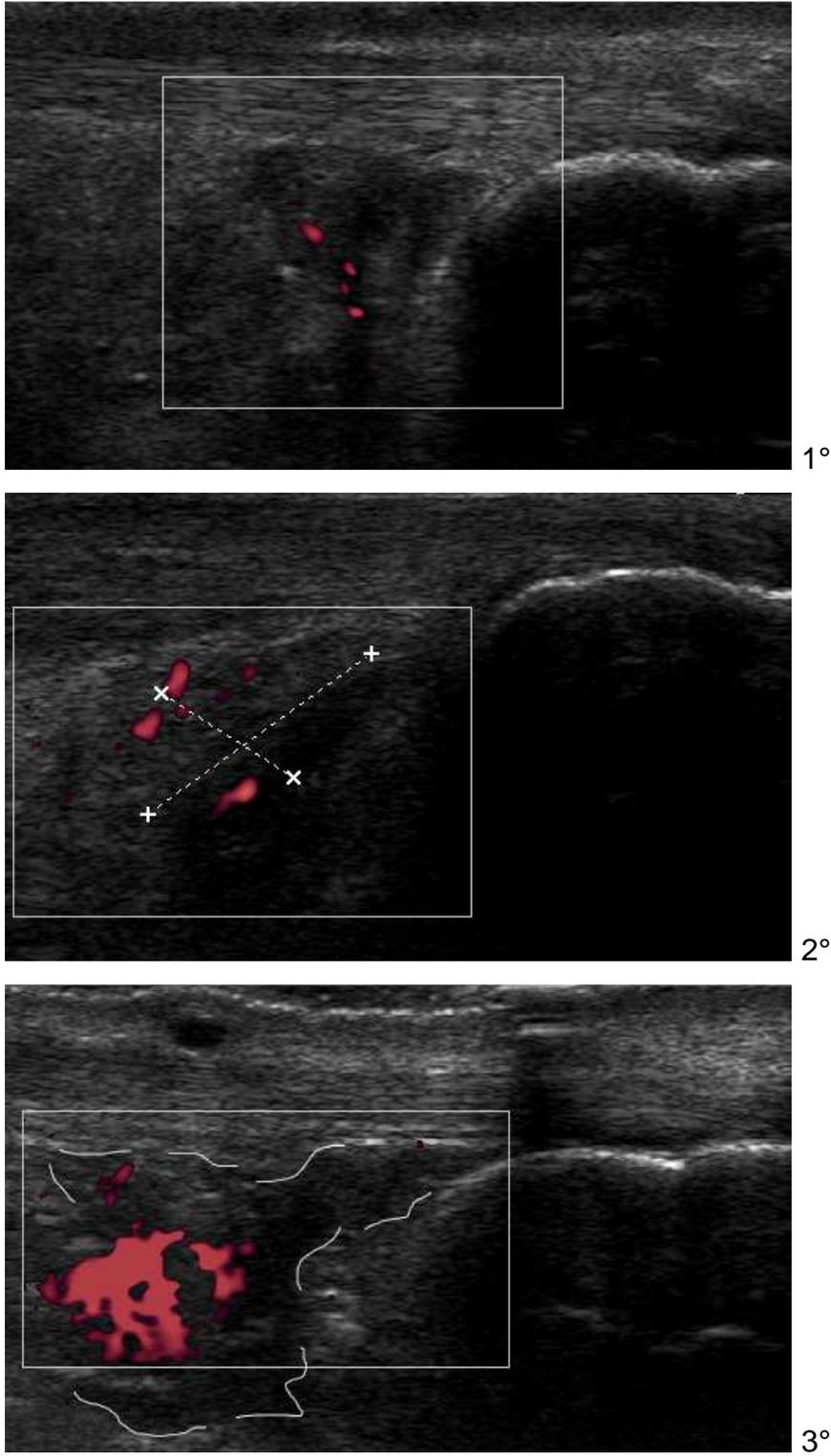
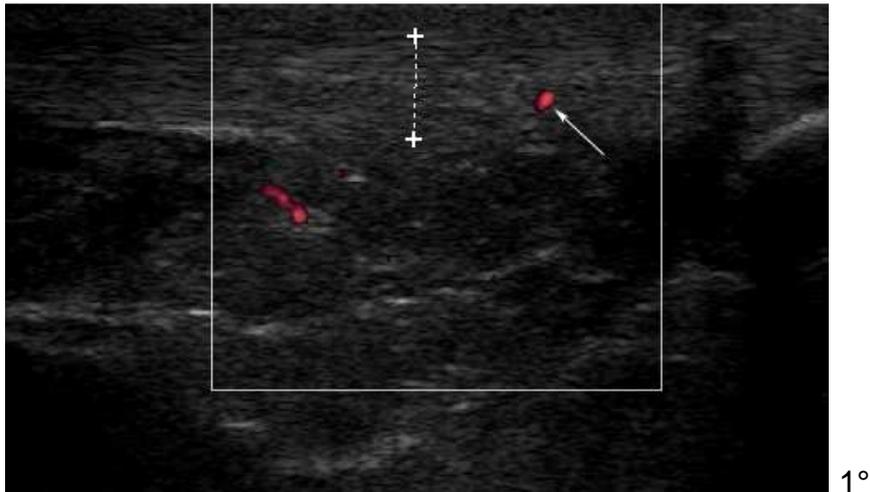
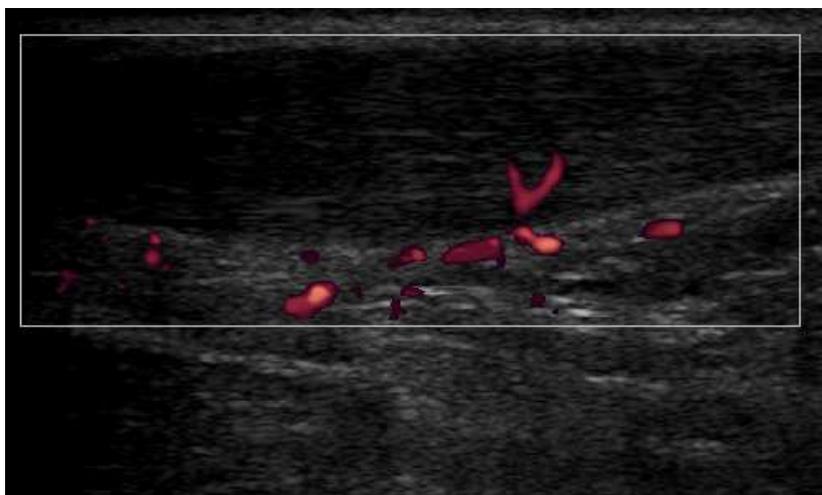


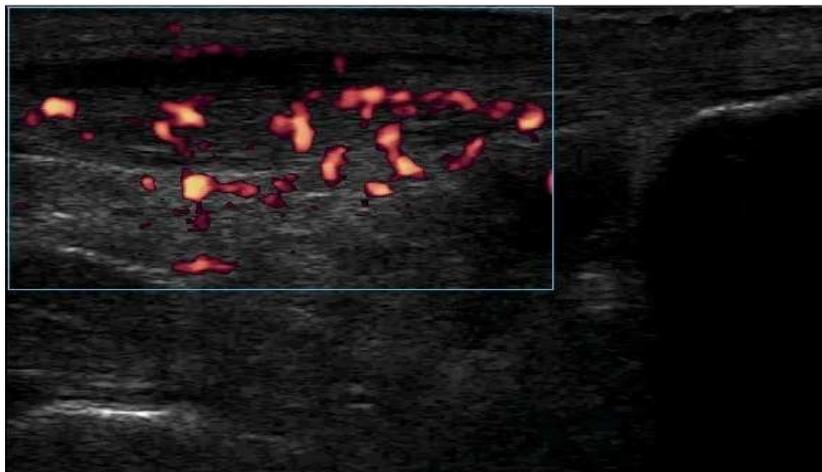
Abbildung 2.11 Bursitis im PD-mode Grad 1-3 (Ausdehnung durch ++ bzw. weiße Linien gekennzeichnet)



1°



2°



3°

Abbildung 2.12 Tendinitis im PD-mode Grad 1-3 (+++ Tiefe der Sehne; weißer Pfeil weist auf PD-Singlespot)

Die Bilder wurden auf Compact Disc gespeichert sowie im Charité-eigenen Computersystem (PIA) abgelegt.

2.2.8 Vorlauf

Ein Vorlauf von 20 Patienten wurde nicht in die abschließende Bewertung mit einbezogen. Diese 20 Patienten wurden von der sonographierenden Ärztin zusammen mit einer Expertin für Arthrosonographie (Mitglied der Expertengruppe des EULAR Trainer-Committees und DEGUM-Seminarleiterin) untersucht.

2.2.9 Intra- und Inter-Observer-Reliabilität

Ca. 8 Monate nach Abschluss der letzten Untersuchung wurden 20 Datensätze per Zufall ausgewählt und von der sonographierenden Ärztin erneut beurteilt. Diese 20 Datensätze wurden ebenfalls der Trainerin vorgelegt und von ihr beurteilt. Die Intra- und Inter-observer-Reliabilität wurden ermittelt (siehe 3.3).

2.2.10 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung des Untersuchungsmaterials erfolgte mit dem Programmsystem SPSS Version 17.0. Die Patientendaten (Untersuchungsdaten) wurden EDV-gerecht verschlüsselt, erfasst und an einem PC bearbeitet. Es wurden zunächst die Ultraschalldaten ausgewertet. Hierzu wurden die Diagnosen aus der Rückenschmerz-Sprechstunden-Datenbank übernommen. Die vorliegenden Normalwerte wurden mit den Normalwerten von Schmidt et al. verglichen [79]. Daraus ergaben sich vergleichbare Normalwerte. Anschließend wurden die Gruppen einzeln beschrieben und miteinander verglichen. Diese Analyse ist deskriptiv.

Anschließend wurden zwei verschiedene Summenscores aus unterschiedlichen Merkmalsausprägungen aufgestellt. Es wurde überprüft, ob sich der Summenscore zur Unterscheidung von Patienten mit Spondyloarthritis und Patienten mit tiefsitzenden Rückenschmerzen anderer Ursache eignet. Zur Beschreibung der Verteilung von quantitativen Merkmalen wurden statistische Maßzahlen berechnet:

- arithmetischer Mittelwert als Lagemaß,
- Standardabweichung (SD) zur Charakterisierung der Streuung,
- 95 %-Konfidenzintervalle (KI) für die Mittelwerte

Histogramme dienen zur grafischen Darstellung für die Verteilung der Werte in einzelnen Gruppen, Boxplots für den Vergleich zwischen den Werten verschiedener Gruppen, aus denen Mittelwerte und Standardabweichung ablesbar sind.

Die qualitativen Merkmale wurden mit der Kontingenztafelmethode und dem parameterfreien χ^2 -Test ausgewertet. Die Nullhypothese H_0 geht von der gleichen Verteilung der Merkmalswerte eines Merkmals in den einzelnen Gruppen aus. Ist der aus den Daten errechnete χ^2 -Wert des Tests zu groß und folglich die zugehörige Überschreitungswahrscheinlichkeit p dieses errechneten χ^2 -wertes zu klein, so muss die Nullhypothese abgelehnt werden. Folglich bestehen signifikante Unterschiede in den Häufigkeitsverteilungen zwischen den Gruppen. Dabei gehen wir, wie in der Medizin allgemein üblich, von einer Irrtumswahrscheinlichkeit α von 5 % ($\alpha = 0,05$) aus. Es wurde bei der Berechnung des Tests ein exakter Test verwendet, der für kleine Fallzahlen gilt.

Zum Vergleich der Mittelwerte von Messwerten für die Gruppen wurde zunächst mit dem F-Test geprüft, ob die Varianzen gleich sind. War dies der Fall, so wurden Mittelwertvergleiche mit dem t-Test nach Student durchgeführt. Bei Inhomogenität der Varianzen wurden die Mittelwerte mit dem t-Test nach Welch verglichen. Beide Tests setzen die Normverteilung der Messwerte voraus. Diese wurde zuvor überprüft. Die Nullhypothese bedeutet in beiden Fällen die Gleichheit der Mittelwerte. Bei Überschreitung des Grenzwertes durch die Prüfgröße wird die Nullhypothese abgelehnt, es bestehen signifikante Unterschiede.

Bei prä-post-Vergleichen (oder bei anderen paarweise angeordneten Messwerten) wurde der t-Test für verbundene Stichproben (auch paarweise t-Test) angewandt. Je nach sachlichem Hintergrund wurde diese Hypothese ein- oder zweiseitig geprüft. Für die Berechnungen wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 5$ % festgelegt. Waren die Voraussetzungen für die obigen Tests nicht erfüllt, wurden parameterfreie Tests angewandt. Dazu gehören der u-Test von Mann-Whitney und der Wilcoxon-Test. Wie bei den anderen Berechnungen wurde die Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 5$ % zugrunde gelegt.

3 ERGEBNISSE

Insgesamt wurden 190 Probanden untersucht, davon waren 20 Probanden im Vorlauf und ein Ergebnis war nicht auswertbar. Somit wurden 21 Datensätze aus der Wertung genommen. Aus den 169 verbleibenden Datensätzen wurden insgesamt acht einzelne Untergruppen gebildet (vgl. Kapitel 2.1):

1. Gesunde Probanden (Gesunde)
2. Sportler (Sportler)
3. Patienten mit vorbekannter Ankylosierender Spondylitis (AS vorbek.)
4. Patienten mit neu diagnostizierter undifferenzierter Spondyloarthritis (uSpA)
5. Patienten mit neu diagnostizierter Ankylosierender Spondylitis (AS)
6. Patienten mit chronischem, nicht entzündlichem Rückenschmerz (nonSpA)
7. Patienten mit manifester Achillessehnen-Enthesitis unterschiedlicher Genese (Enthesitis)
8. Patienten, bei denen eine definitive Diagnose aktuell nicht gestellt werden konnte, aber der Verdacht auf eine uSpA besteht (uSpA Verdacht)

Für die Hauptauswertung wurden aus den Untergruppen 1 bis 6 drei neue Gruppen gebildet:

Gruppe 1: „Gesunde“ und „Sportler“

Gruppe 2: „nonSpA“

Gruppe 3: „AS vorbek.“ und „uSpA“ und „AS“

Hierfür ergeben sich insgesamt 148 verarbeitete Datensätze (vgl. Kapitel 2.2.5) die sich wie folgt verteilen: Gruppe 1 umfasst 39, Gruppe 2 umfasst 58 und Gruppe 3 umfasst 51 Datensätze (siehe Tab. 3-1).

		Gruppe 1 „Gesunde“	Gruppe 2 „non SpA“	Gruppe 3 „SpA“	
Untergruppen	(1) Gesunde	31			
	(2) Sportler	8			
	(3) AS vorbek.				15
	(4) uSpA				22
	(5) AS				14
	(6) non SpA				58
Gesamt		39	58	51	

Tabelle 3-1 Gruppenverteilung mit Zusammensetzung der einzelnen Untergruppen

Die Alters- und Geschlechterverteilung in diesen Gruppen ist wie folgt: Gruppe 1 ist im Mittel 37 (19-70) Jahre alt, Gruppe 2 im Mittel 45 (20-69) Jahre und Gruppe 3 im Mittel 38 (20-63) Jahre alt (siehe Tab. 3-2).

Gruppe	N	Mittelwert	SD	95% Konfidenzintervall		Min	Max
				Untergrenze	Obergrenze		
				In Jahren			
1 „Gesunde“	39	37	16	32	42	19	70
2 „non-SpA“	58	45	13	41	48	20	69
3 „SpA“	51	38	10	35	41	20	63
Gesamt	148	40	13	38	42	19	70

Tabelle 3-2 Altersverteilung der einzelnen Gruppen

Die Gruppen verteilen sich männlich/weiblich wie folgt: Gruppe 1 19/20 (49/51 %), Gruppe 2 30/28 (52/48 %) und Gruppe 3 30/21 (59/41 %).

Die Verteilung des Body-mass-Indexes (BMI) in den einzelnen Gruppen verteilt sich wie folgt: Gruppe 1 hatte einen mittleren BMI von 22,7 (18,2-33,6), Gruppe 2 einen mittleren BMI von 25,4 (18,7-37,4) und Gruppe 3 einen mittleren BMI von 25,3 (18,7-39), n = 142 (siehe Tab. 3-3).

Gruppe	N	Mittelwert	SD	95% Konfidenzintervall		Min	Max
				Untergrenze	Obergrenze		
In Jahren							
1 „Gesunde“	35	22,7	3,1	21,6	23,7	18,2	33,6
2 „non-SpA“	56	25,4	4,2	24,2	26,5	18,7	37,4
3 „SpA“	51	25,3	4,5	24,0	26,5	18,7	39,0
Gesamt	142	24,7	4,2	24,0	25,4	18,2	39,0

Tabelle 3-3 BMI-Verteilung der einzelnen Gruppen

Zusätzlich wurden die Rauch- und Sportgewohnheiten der Probanden erfragt: Gruppe 1 verteilt sich Raucher/Nichtraucher 9/28 (24/76 %), Gruppe 2 23/34 (40/60 %) und Gruppe 3 23/28 (45/55 %), n = 145. Sport trieben 36 (92 %) in Gruppe 1, 41 (71 %) in Gruppe 2 und 23 (45 %) in Gruppe 3.

Die Untergruppe 7 wurde getrennt ausgewertet und findet sich unter 3.2.4. Die Untergruppe 8 wurde aus der Auswertung genommen, da hier keine abschließende Diagnose gestellt wurde und somit eine Zuordnung nicht möglich war.

3.1 VERGLEICH DER EIGENEN ERGEBNISSE AUS DER GRUPPE DER GESUNDEN MIT DEN 2004 VON SCHMIDT WA [79] VERÖFFENTLICHTEN DATEN ZUR UNTERSUCHUNG VON 102 GESUNDEN PROBANDEN

Der Vergleich mit den Normwerten von Schmidt et al. ergibt folgendes Ergebnis (zum besseren Vergleich wurden auch in der vorliegenden Berechnung die Maximum- und Minimum-Werte aller einzelnen Datensätze statt des 95 %-Konfidenzintervalles eines gemeinsamen Datensatzes pro Proband sowie die Doppelte Standardabweichung zu Grunde gelegt):

Anatomische Struktur	Untersucher	Mittelwert (in cm)	Min (in cm)	Max (in cm)	Doppelte SD (in cm)
Vorderes oberes Sprunggelenk	Schmidt	0,11	0,04	0,38	0,1
	Antenbrink	0,13	0,06	0,99	0,21
Talonaviculargelenk (Sagittaler Abstand zwischen Knochenoberfläche und Gelenkkapsel)	Schmidt	0,14	0,04	0,42	0,12
	Antenbrink	0,16	0,06	0,43	0,13
Achillessehne Tiefe	Schmidt	0,43	0,26	0,67	0,16
	Antenbrink	0,44	0,22	0,71	0,16
Achillessehne Breite	Schmidt	1,43	0,82	2,06	0,41
	Antenbrink	1,32	0,89	1,68	0,35
Bursa subachillae Länge	Schmidt	0,55	0,11	1,39	0,5
	Antenbrink	1,33	0,66	2,22	2,66
Bursa subachillae Breite	Schmidt	0,55	0,09	1,34	0,54
	Antenbrink	0,72	0,43	1,0	0,39
Bursa subachillae Tiefe	Schmidt	0,13	0,03	0,34	0,14
	Antenbrink	0,8	0,29	1,59	0,82
Plantarfaszie Tiefe	Schmidt	0,34	0,18	0,53	0,13
	Antenbrink	0,31	0,19	0,44	0,12

Tabelle 3-4 Vergleich der Gruppe "Gesunde und Sportler" mit den Normwerten von Schmidt et al.

In der Untersuchung von Schmidt et al. und der der gesunden Probanden der vorliegenden Arbeit ähneln sich die Werte von Achillessehne, Sprunggelenken und Plantarfaszie. Die Bursa subachillae fällt in der vorliegenden Untersuchung deutlich größer aus. Es sind jedoch insgesamt nur 12 bzw. 8 Datensätze vorhanden, so dass hierzu keine wissenschaftlich fundierte Aussage gemacht werden kann.

3.2 DESKRIPTIVE STATISTIK DER EINZELNEN GRUPPEN

Im Folgenden werden statt Maximum- und Minimum-Werten die 95 %-Konfidenzintervalle für den Mittelwert angegeben, da bei einer Screeninguntersuchung weniger die Ausreißer als die Daten der Masse relevant sind.

3.2.1 Gruppe 1: Normalwerte („Gesunde“)

Die Tiefe der Achillessehne betrug im Mittel 0,46 cm mit einer SD von 0,81 cm (95 %-KI 0,44 - 0,49 cm). Die Breite der Achillessehne betrug im Mittel 1,36 cm mit einer SD von 0,18 cm (95 %-KI 1,29 - 1,41 cm). Der Umfang der Achillessehne betrug 3,31 cm mit einer SD von 0,43 cm (95 %-KI 3,17 - 3,46 cm). Teilrupturen in der Achillessehne zeigten 22 (56,4 %) der Probanden. Eine Tendinitis zeigten insgesamt 10 (25,7 %), hiervon 9 (23,1 %) Grad I (mild), 1 (2,6 %) Grad II (moderat) und keiner (0 %) Grad III (stark). Ein positives PowerDopplersignal in der Achillessehne zeigten insgesamt 5 (12,8 %) der Probanden, hiervon 2 (5,1 %) Grad I (vereinzelte Spots), 3 (7,7 %) Grad II (konfluierende Spots) und keiner (0 %) Grad III (>50 % der Fläche affiziert).

Eine Flüssigkeitsansammlung in der Bursa subachillae lag bei 29 (74,4 %) der Probanden vor, wobei 22 (56,4 %) Grad I, 5 (12,8 %) Grad II und 2 (5,1 %) Grad III aufwiesen. Die Länge der gemessenen Bursa entsprach im Mittel 1,42 cm mit einer SD von 0,43 cm (95 %-KI 1,15 - 1,69 cm), n = 12. Die Breite der Bursa betrug im Mittel 0,72 cm, SD 0,19 cm (95 %-KI 0,55 - 0,88 cm), n = 8. Die Tiefe der Bursa betrug im Mittel 0,78 cm mit einer SD von 0,37 cm (95 %-KI 0,54 - 1,02 cm), n=12. Eine PowerDoppleraktivität innerhalb der Bursa zeigten 11 (28,2 %) der Probanden, hiervon 9 (23,1 %) Grad I, 2 (5,1 %) Grad II und keiner Grad III.

Einen Sporn am Ansatz der Achillessehne wiesen 11 (28,2 %) der Probanden auf, dieser war im Mittel 0,55 cm lang, SD 0,24 cm (95 %-KI 0,37 - 0,74 cm), n = 9. Einen sogenannten Calcaneusdefekt (Arrosion im Knochen) wiesen insgesamt 14 (35,9 %) Probanden auf, hiervon 4 (10,3 %) am Ansatz der Achillessehne und 12 (30,8 %) an der Insertionsstelle der Plantarfaszie. Hier wurde jeweils nur der längste Defekt gemessen, das heißt wenn an beiden Stellen ein Defekt vorlag, wurde nur der längere in die Auswertung eingezogen. Im Mittel betrug der Defekt am Calcaneus 0,36 cm, SD 0,17 cm (95%-KI 0,24 - 0,48 cm), n = 11.

Weiterhin wurde die Insertionsstelle der Plantarfaszie gemessen. Sie zeigte sich im Mittel 0,33 cm dick mit einer SD von 0,06 cm (95 %-KI 0,31 bis 0,35 cm). Die Faszie

selbst zeigte sich bei 9 (23,1 %) der Probanden auffällig echoarm und inhomogen. 11 (28,2 %) der Probanden wiesen einen Sporn an dieser Stelle auf, dieser war im Mittel 0,33 cm lang bei einer SD von 0,5 cm (95 %-KI 0,3 - 0,37 cm). Der Ansatz der Plantarfascie zeigte sich bei 6 (15,4 %) der Probanden PowerDoppler positiv, wobei 5 (12,8 %) Grad I, 1 (2,6 %) Grad II und keiner (0 %) Grad III aufwiesen.

Ferner wurden das vordere obere, sowie das untere und das Talonaviculargelenk auf Ergüsse untersucht. Im oberen Sprunggelenk fand sich bei 6 (15,4 %) der Probanden ein Erguss, wobei 5 (12,8 %) Grad I und 1 (2,6 %) Grad II aufwiesen. Das Gelenk maß im Mittel 0,16 cm, SD 0,14 cm (95 %-KI 0,11 bis 0,20 cm). Im unteren Sprunggelenk wiesen 26 (76,3 %) der Probanden einen Erguss auf, wobei 13 (34,2 %) Grad I, 11 (28,9 %) Grad II und 2 (5,3 %) Grad III aufwiesen. Hier betrug der Mittelwert 0,41 cm, SD 0,17 cm (95 %-KI 0,36 bis 0,47 cm), n = 38. Im Talonaviculargelenk zeigten 31 (79,5 %) der Probanden einen Erguss, wobei 7 (17,9 %) Grad I, 11 (28,2 %) Grad II und 13 (33,3 %) Grad III aufwiesen. Der Mittelwert betrug hier 0,19 cm, SD 0,07 cm (95 %-KI 0,16 bis 0,21 cm).

3.2.2 Gruppe 2: Nichtentzündlicher Rückenschmerz („nonSpA“)

Die Tiefe der Achillessehne betrug im Mittel 0,5 cm mit einer SD von 0,12 cm (95 %-KI 0,47 - 0,53 cm). Die Breite der Achillessehne betrug im Mittel 1,39 cm mit einer SD von 0,20 cm (95 %-KI 1,34 - 1,45 cm), n=57. Der Umfang der Achillessehne betrug 3,34 cm mit einer SD von 0,48 cm (95 %-KI 3,21 - 3,47 cm), n=57. Teilrupturen in der Achillessehne zeigten 47 (81 %) der Probanden. Eine Tendinitis zeigten insgesamt 13 (22,4 %), hiervon 6 (10,3 %) Grad I, 4 (6,9 %) Grad II und 3 (5,2 %) Grad III. Ein positives PowerDopplersignal über der Achillessehne zeigten insgesamt 11 (19 %) der Probanden, hiervon 5 (8,6 %) Grad I, 6 (10,3 %) Grad II und keiner (0 %) Grad III.

Eine Bursitis subachillae lag bei 51 (87,9 %) der Probanden vor, wobei 25 (43,1 %) Grad I, 15 (25,9 %) Grad II und 11 (19 %) Grad III aufwiesen. Die Länge der gemessenen Bursa entsprach im Mittel 1,65 cm mit einer SD von 0,67 cm (95 %-KI 1,43 - 1,87 cm), n = 39. Die Breite der Bursa betrug im Mittel 1,04 cm, SD 0,65 cm (95 %-KI 0,74 - 1,33 cm), n = 21. Die Tiefe der Bursa betrug im Mittel 1,18 cm mit einer SD von 0,48 cm (95 %-KI 1,02 - 1,33 cm), n = 39. Eine PowerDoppleraktivität innerhalb der Bursa zeigten 31 (53,4 %) der Probanden, hiervon 12 (20,7 %) Grad I, 18 (31 %) Grad II und 1 (1,7 %) Grad III.

Einen Sporn am Ansatz der Achillessehne wiesen 23 (39,7 %) der Probanden auf, dieser war im Mittel 0,49 cm lang, SD 0,21 cm (95 %-KI 0,39 - 0,58 cm), n = 21. Einen sogenannten Calcaneusdefekt (Arrosion im Knochen) wiesen insgesamt 32 (55,2 %) Probanden auf, hiervon 23 (39,7 %) am Ansatz der Achillessehne und 16 (27,6 %) an der Insertionsstelle der Plantarfaszie. Hier wurde jeweils nur der längste Defekt gemessen, das heißt wenn an beiden Stellen ein Defekt vorlag, wurde nur der längere in die Auswertung eingezogen. Im Mittel betrug der Defekt am Calcaneus 0,4 cm, SD 0,14 cm (95 %-KI 0,34 - 0,45 cm), n = 26.

Weiterhin wurde die Insertionsstelle der Plantarfaszie gemessen. Sie zeigte sich im Mittel 0,36 cm dick mit einer SD von 0,07 cm (95 %-KI 0,34 bis 0,38 cm). Die Faszie selbst zeigte sich bei 26 (44,8 %) der Probanden auffällig echoarm und inhomogen. 31 (53,4 %) der Probanden wiesen einen Sporn an dieser Stelle auf, dieser war im Mittel 0,37 cm lang bei einer SD von 0,15 cm (95 %-KI 0,31 bis 0,42 cm). Der Ansatz der Plantarfaszie zeigte sich bei 23 (39,7 %) der Probanden PowerDoppler positiv, wobei 18 (31 %) Grad I, 5 (8,6 %) Grad II und keiner (0%) Grad III aufwiesen.

Ferner wurden das vordere obere, sowie das untere und das Talonaviculargelenk auf Ergüsse untersucht. Im oberen Sprunggelenk fand sich bei 10 (17,2 %) der Probanden ein Erguss, wobei 7 (12,1 %) Grad I, 1 (1,7 %) Grad II und 2 (3,4%) Grad III aufwiesen. Das Gelenk maß im Mittel 0,15 cm, SD 0,06 cm (95 %-KI 0,13 - 0,16 cm). Im unteren Sprunggelenk wiesen 52 (89,7 %) der Probanden einen Erguss auf, wobei 27 (46,6 %) Grad I, 15 (25,9 %) Grad II und 10 (17,2 %) Grad III aufwiesen. Hier betrug der Mittelwert 0,53 cm, SD 0,19 cm (95 %-KI 0,48 - 0,58 cm). Im Talonaviculargelenk zeigten 50 (86,2 %) der Probanden einen Erguss, wobei 25 (43,1 %) Grad I, 13 (22,4 %) Grad II und 12 (20,7 %) Grad III aufwiesen. Der Mittelwert betrug hier 0,29 cm, SD 0,22 cm (95 %-KI 0,16 - 0,28 cm).

Das Alter bei Krankheitsbeginn lag in dieser Gruppe im Mittel bei 34 Jahren mit einer SD 13 Jahre (95 %-KI 31-38 Jahre), n = 55. Die Rückenschmerzdauer betrug im Mittel 11 Jahre mit einer SD 10 Jahre (95 % KI 8-14 Jahre), n = 55. In dieser Gruppe wiesen 26 (48 %, n = 54) ein positives HLA B27 auf. 13 (23 %) zeigten erhöhte Entzündungsparameter (Blutsenkungsgeschwindigkeit und/oder C-reaktives Protein), n = 56. Einen entzündlichen Rückenschmerz zeigten 17 (30 %), (41 % keinen, bei 29 % war dies unklar), n = 56. 25 (45 %) gaben eine gutes Ansprechen ihrer Rückenschmerzen auf Nichtsteroidale Antirheumatika (NSAR) an, (23 % keines, bei 32 % war dies nicht sicher

beurteilbar), n = 56. Es fand sich bei 11 (20 %) der Probanden eine Anamnese von mindestens einer peripheren Manifestation von assoziierten Erkrankungen (Enthesitis an der Ferse, Daktylitis, periphere asymmetrische Oligoarthritis, Uveitis, Psoriasis, chronisch entzündliche Darmerkrankung, reaktive Arthritis), n = 56. Im Röntgenbild der Sakroiliakalgelenke sah man bei 5 (9 %) der Patienten eine fragliche Sakroiliitis (Grad 0-1 bds. oder Grad 2 einseitig) und bei keinem eine manifeste Sakroiliitis (Grad 2 bds. oder Grad 3 und mehr einseitig), n = 55. In der angefertigten Magnetresonanztomographie der Sakroiliakalgelenke zeigte keiner der Probanden akute oder chronische Veränderungen, n = 18.

3.2.3 Gruppe 3: Entzündlicher Rückenschmerz (SpA)

Die Tiefe der Achillessehne betrug im Mittel 0,47 cm mit einer SD von 0,89 cm (95 %-KI 0,45 - 0,48 cm). Die Breite der Achillessehne betrug im Mittel 1,35 cm mit einer SD von 0,18 cm (95 %-KI 1,34 - 1,45 cm), n = 50. Der Umfang der Achillessehne betrug 3,23 cm mit einer SD von 0,41 cm (95 %-KI 3,12 - 3,35 cm), n = 50. Teilrupturen in der Achillessehne zeigten 41 (80,4 %) der Probanden. Eine Tendinitis zeigten insgesamt 9 (17,6 %), hiervon 7 (13,7 %) Grad I, 2 (3,9 %) Grad II und keiner (0 %) Grad III. Ein positives PowerDopplersignal über der Achillessehne zeigten insgesamt 11 (21,6 %) der Probanden, hiervon 7 (13,7 %) Grad I, 4 (7,8 %) Grad II und keiner (0 %) Grad III.

Eine Bursitis subachillae lag bei 44 (86,3 %) der Probanden vor, wobei 17 (33,3 %) Grad I, 19 (37,3 %) Grad II und 8 (15,7 %) Grad III aufwiesen. Die Länge der gemessenen Bursa entsprach im Mittel 1,63 cm mit einer SD von 0,78 cm (95 %-KI 1,36 - 1,9 cm), n = 35. Die Breite der Bursa betrug im Mittel 0,88 cm, SD 0,27 cm (95 %-KI 0,75 - 1,02 cm), n = 18. Die Tiefe der Bursa betrug im Mittel 1,19 cm mit einer SD von 0,41 cm (95 %-KI 1,05 - 1,33 cm), n = 36. Eine PowerDoppleraktivität innerhalb der Bursa zeigten 27 (52,9 %) der Probanden, hiervon 16 (31,4 %) Grad I, 11 (21,6 %) Grad II und keiner Grad III.

Einen Sporn am Ansatz der Achillessehne wiesen 20 (39,2 %) der Probanden auf, dieser war im Mittel 0,45 cm lang, SD 0,23 cm (95 %-KI 0,35 - 0,56 cm), n = 20. Einen sogenannten Calcaneusdefekt (Arrosion im Knochen) wiesen insgesamt 26 (51 %) Probanden auf, hiervon 18 (35,3 %) am Ansatz der Achillessehne und 20 (39,2 %) an der Insertionsstelle der Plantarfaszie. Hier wurde jeweils nur der längste Defekt gemessen, das heißt wenn an beiden Stellen ein Defekt vorlag, wurde nur der längere in die Aus-

wertung eingezogen. Im Mittel betrug der Defekt am Calcaneus 0,4 cm, SD 0,13 cm (95 %-KI 0,34 - 0,46 cm), n = 20.

Weiterhin wurde die Insertionsstelle der Plantarfaszie gemessen. Sie zeigte sich im Mittel 0,36 cm dick mit einer SD von 0,1 cm (95 %-KI 0,33 bis 0,39 cm). Die Faszie selbst zeigte sich bei 19 (37,3 %) der Probanden auffällig echoarm und inhomogen. 28 (54,9 %) der Probanden wiesen einen Sporn an dieser Stelle auf, dieser war im Mittel 0,37 cm lang bei einer SD von 0,9 cm (95 %-KI 0,34 bis 0,41 cm), n = 27. Der Ansatz der Plantarfaszie zeigte sich bei 20 (39,2 %) der Probanden PowerDoppler positiv, wobei 16 (31,4 %) Grad I, 3 (5,9 %) Grad II und 1 (2 %) Grad III aufwiesen.

Ferner wurden das vordere obere, sowie das untere und das Talonaviculargelenk auf Ergüsse untersucht. Im oberen Sprunggelenk fand sich bei 12 (23,5 %) der Probanden ein Erguss, wobei 7 (13,7 %) Grad I, 2 (3,9 %) Grad II und 3 (5,9 %) Grad III aufwiesen. Das Gelenk maß im Mittel 0,16 cm, SD 0,07 cm (95 %-KI 0,14 bis 0,18 cm). Im unteren Sprunggelenk wiesen 44 (88 %) der Probanden einen Erguss auf, wobei 17 (34 %) Grad I, 20 (40 %) Grad II und 7 (14 %) Grad III aufwiesen, n = 50. Hier betrug der Mittelwert 0,55 cm, SD 0,21 cm (95 %-KI 0,49 bis 0,61 cm), n = 50. Im Talonaviculargelenk zeigten 48 (94,1 %) der Probanden einen Erguss, wobei 20 (39,2 %) Grad I, 19 (37,3 %) Grad II und 9 (17,6 %) Grad III aufwiesen. Der Mittelwert betrug hier 0,19 cm, SD 0,06 cm (95 %-KI 0,17 bis 0,21 cm).

Das Alter bei Krankheitsbeginn lag in dieser Gruppe im Mittel bei 29 Jahren mit einer SD 8 Jahre (95 %-KI 27-31 Jahre). Die Rückenschmerzdauer betrug im Mittel 10 Jahre mit einer SD 11 Jahre (95 %-KI 7-13 Jahre). In dieser Gruppe wiesen 44 (86 %) ein positives HLA-B27 auf. 33 (65 %) zeigten erhöhte Entzündungsparameter (Blutsenkungsgeschwindigkeit und/oder C-reaktives Protein). Einen entzündlichen Rückenschmerz zeigten 39 (80 %), (8 % keinen, bei 12 % unklar), n = 49. 28 (55 %) gaben eine gutes Ansprechen ihrer Rückenschmerzen auf Nichtsteroidale Antirheumatika an (29 % keines, bei 16 % war dies nicht sicher beurteilbar). Es fand sich bei 22 (43 %) der Probanden eine Anamnese von mindestens einer peripheren Manifestation von assoziierten Erkrankungen (Enthesitis an der Ferse, Daktylitis, Periphere asymmetrische Oligoarthritis, Uveitis, Psoriasis, chronisch entzündliche Darmerkrankung, reaktive Arthritis). Im Röntgenbild der Sakroiliakalgelenke sah man bei 19 (37 %) eine fragliche Sakroiliitis (Grad 0-1 bds. oder Grad 2 einseitig) und bei 27 (53 %) eine manifeste Sakroiliitis (Grad 2 bds. oder Grad 3 oder mehr einseitig). In der angefertigten Magnetresonanztomogra-

phie der Sakroiliakalgelenke zeigten 27 (84 %) der Probanden akute und 20 (63 %) chronische Veränderungen, n = 32.

3.2.4 Untergruppe 7: Werte für Enthesitis („Enthesitis“)

Es wurden 8 Probanden mit manifester Achillessehnen-Entesitis untersucht. Hierbei kam es nicht auf die Genese dieser Erkrankung an. 5 (62,5 %) waren männlich, das Alter betrug im Mittel 45 Jahre mit einer SD von 11 Jahren cm (95 % KI 36 - 55 Jahre). Der mittlere BMI betrug 26,2 mit einer SD von 4,5 cm (95 %-KI 22,5 bis 30,0). Die Raucher/Nichtraucher teilten sich 2/6 (25 %/75 %), Sportler/Nichtsportler 3/5 (37,5 %/62,5 %) auf.

Die Achillessehnentiefe betrug im Mittel 0,89 cm mit einer SD von 0,25 cm (95 %-KI 0,69 - 1,1 cm). Die Achillessehnenbreite betrug im Mittel 1,62 cm, SD 0,19 cm (95 %-KI 1,44 - 1,8 cm), n = 7. Der Achillessehnenumfang betrug 4,13 cm, SD 0,69 cm (95 %-KI 3,5 bis 4,76 cm), n = 7. Eine Teilruptur innerhalb der Achillessehne zeigten 7 (87,5 %), eine Tendinitis der Achillessehne zeigten 6 (75 %), hiervon alle 6 Grad I. Alle 8 Probanden zeigten ein positives PowerDoppler-Signal über der Sehne, hiervon 3 (37,5 %) Grad II und 5 (62,5 %) Grad III. Einen Sporn am Ansatz der Achillessehne zeigten 3 (37,5 %), dieser betrug im Mittel 0,64 cm mit einer SD von 0,54 cm (95 % KI 0,69 – 1,98 cm). Einen Calcaneusdefekt (Lokalisation am Ansatz Achillessehne und/oder der Plantarfaszie) zeigten die Hälfte der Probanden, hiervon alle (100 %) am Ansatz der Achillessehne und zusätzlich 3 (37,5 %) am Ansatz der Plantarfaszie. Dieser war im Mittel 0,57 cm lang mit einer SD von 0,08 cm (95 %-KI 0,37 - 0,77 cm), n = 3.

Alle Probanden (100 %) zeigten eine Bursitis subachillae im B-mode, davon 6 (75 %) Grad I, einer (12,5 %) Grad II und ebenfalls einer (12,5 %) Grad III. 6 (75%) zeigten ein positives PowerDoppler-Signal, davon jeweils 3 (37,5 %) Grad II und Grad III. Die Tiefe der Bursitis subachillae betrug im Mittel 1,06 cm mit einer SD von 0,49 cm (95 %-KI 0,61 bis 1,51 cm), n = 7. Die Länge der Bursitis betrug im Mittel 1,01 cm mit einer SD von 0,41 cm (95 %-KI 0,63 bis 1,39 cm), n = 7. Die Breite der Bursitis wurde nur in einem Fall erhoben und ist daher nicht auswertbar.

Die Plantarfaszientiefe betrug im Mittel 0,42 cm mit einer SD von 0,07 cm (95 %-KI 0,36 bis 0,48 cm). Bei 3 (37,5 %) Probanden zeigte sich die Plantarfaszie echoarm, 7 (87,5 %) zeigten ein positives PowerDopplersignal am Ansatz der Plantarfaszie, hiervon 6 (75 %) Grad I, einer (12,5 %) Grad II. Alle Probanden (100 %) zeigten einen Sporn

am Ansatz der Plantarfaszie, dieser betrug im Mittel 0,43 cm mit einer SD von 0,18 cm (95 %-KI 0,29 bis 0,58 cm).

Im vorderen oberen Sprunggelenk zeigte ein Proband (12,5 %) einen Erguss, dieser betrug Grad I im B-mode, die mittlere Tiefe des oberen Sprunggelenks betrug 0,18 cm mit einer SD von 0,04 cm (95 %-KI 0,8 bis 0,15 cm). Im Talonaviculargelenk zeigten alle Probanden einen Erguss, hiervon 4 (50 %) Grad I, einer (12,5 %) Grad II und 3 (37,5 %) Grad III. Dieser betrug im Mittel 0,2 cm mit einer SD von 0,06 cm (95 %-KI 0,14 bis 0,25 cm). Im unteren Sprunggelenk zeigten 7 (87,5 %) einen Erguss, hiervon 2 (25 %) Grad I, 5 (62,5 %) Grad II und keiner Grad III. Die Tiefe des unteren Sprunggelenks betrug im Mittel 0,62 cm mit einer SD von 0,25 cm (95 %-KI 0,41 bis 0,83 cm).

3.3 INTRA- UND INTER-READER-RELIABILITY

Bezüglich der Intra-Observer-Reliabilität betragen die kappa-Werte von 0,04 (Teilruptur innerhalb der AchS und Bursitis im B-Mode) bis 0,78 (Vorliegen eines Calcaneusdefekts); bezüglich der Inter-Observer-Reliabilität betragen die kappa-Werte von 0,08 (Echogenität der Plantarfaszie) bis 0,74 (Vorliegen eines Calcaneusdefekts).

3.4 GRUPPENVERGLEICHE

3.4.1 Vergleich der Gruppen 2 („nonSpA“), 3 („AS vorbek.“ und „uSpA“ und „AS“) und 1 („Gesunde und Sportler“) untereinander

Die Geschlechterverteilung innerhalb der einzelnen Gruppen war vergleichbar. Jedoch zeigte sich ein Altersunterschied innerhalb der Gruppen: Die Gruppen 1 und 3 waren jünger als die Gruppe 2. Gruppe 1 und 2 sind signifikant unterschiedlich ($p = 0,042$), Gruppe 2 und 3 ebenso ($p = 0,012$), Gruppe 1 und 3 unterscheiden sich nicht. Dies stellt sich graphisch entsprechend dar:

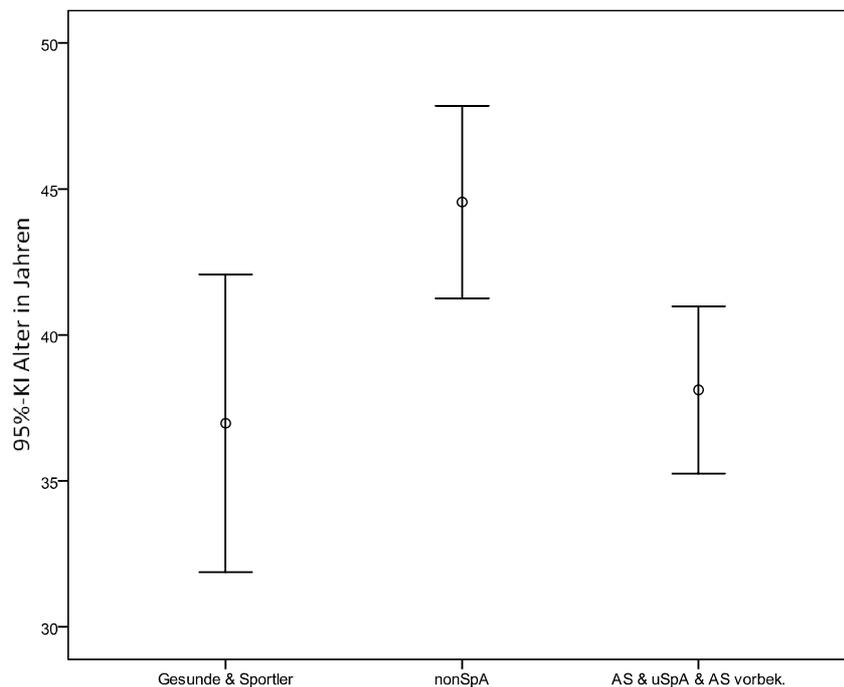


Abbildung 3.1 Altersverteilung der einzelnen Gruppen

Betrachtet man den BMI, zeigten sich auch hier Unterschiede, Gruppe 1 wies einen niedrigeren BMI auf als die Gruppen 2 und 3. Gruppe 1 und 2 sind signifikant unterschiedlich ($p = 0,002$), Gruppe 1 und 3 ebenfalls ($p = 0,006$), nicht jedoch die Gruppen 2 und 3. Dies stellt sich graphisch entsprechend dar:

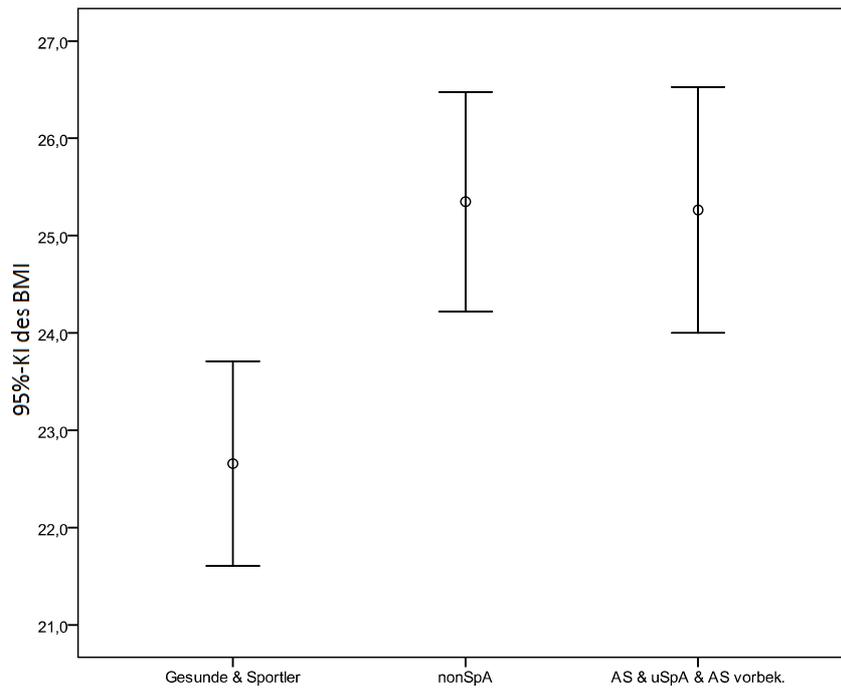


Abbildung 3.2 Verteilung des Body-mass-Indexes der einzelnen Gruppen

Alle drei Gruppen hatten eine ähnliche Verteilung von Rauchern/Nichtrauchern. Gruppe 1 trieb jedoch am meisten Sport, gefolgt von Gruppe 2, das Schlusslicht bildete Gruppe 3. Diese Unterschiede zeigten sich signifikant ($p < 0,001$). Dies stellt sich graphisch entsprechend dar:

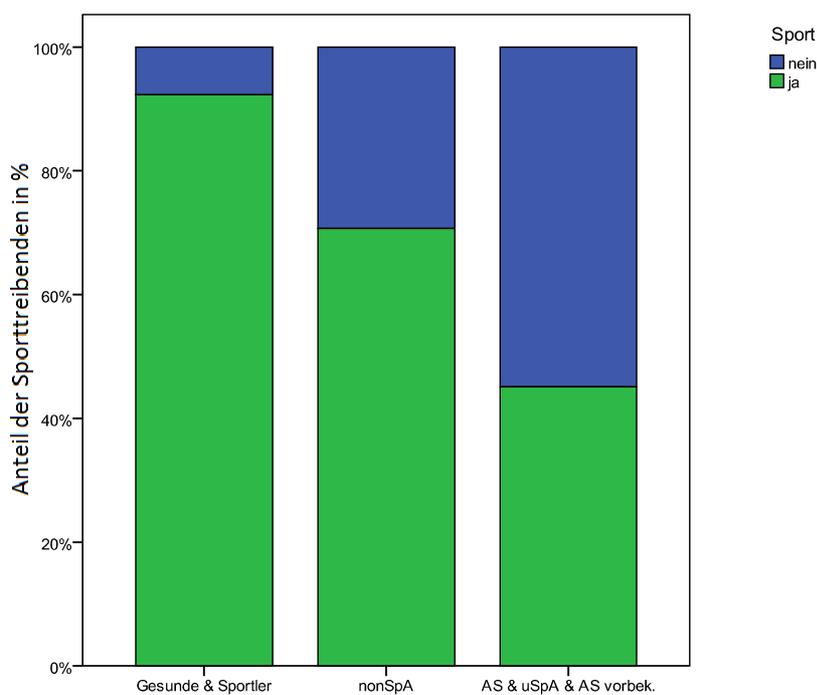


Abbildung 3.3 Verteilung der Sportgewohnheiten innerhalb der einzelnen Gruppen

In allen krankheitsbezogenen Parametern mit Ausnahme der Rückenschmerzdauer und des Ansprechens auf Nichtsteroidale Antirheumatika (im Einzelnen: *Alter bei Krankheitsbeginn, positives HLA-B27, positive Entzündungsparameter, entzündlicher Rückenschmerz, Anamnese SpA-Manifestationen, positives Röntgen der SIG, positive MRT der SIG*) unterschieden sich Gruppen 2 und 3 zueinander dahingehend, dass Gruppe 3 diese Merkmale signifikant häufiger aufwies (siehe Tab. 3-5).

Merkmal	Gruppe 2 „nonSpA“	Gruppe 3 „SpA“	p-Wert
Rückenschmerzdauer in Jahren (MW)	10,8	9,7	-
Ansprechen auf NSAR	44,6 %	54,9 %	-
Alter bei Krankheitsbeginn in Jahren (MW)	34,4	28,9	0,008
HLA-B27 positiv	48,1 %	86,3 %	<0,001
Positive Entzündungsparameter (CRP und/oder BSG)	23,2 %	64,7 %	<0,001
Entzündlicher Rückenschmerz	30,4 %	79,6 %	<0,001
Anamnese SpA-Manifestationen	19,7 %	43,2 %	0,04
Positives Röntgenbild (nach m NY-Kriterien)	0,0 %	52,9 %	<0,001
Positive MRT (Vorliegen eines Knochenödems)	0,0 %	84,4 %	<0,001

Tabelle 3-5 Erkrankungsmerkmale Gruppe 2 im Vergleich zu Gruppe 3

Bezüglich der Skalen-Messwerte fanden sich lediglich zwei Werte, in denen sich die drei Gruppen überhaupt unterschieden, nämlich in der Tiefe der Bursitis subachillae und der des unteren Sprunggelenkes. Beide Parameter zeigten sich jedoch nur bei der Gruppe der Gesunden kleiner als in den beiden anderen Gruppen. Die beiden Gruppen entzündlicher und nicht entzündlicher Rückenschmerz unterschieden sich auch in diesen Werten nicht voneinander.

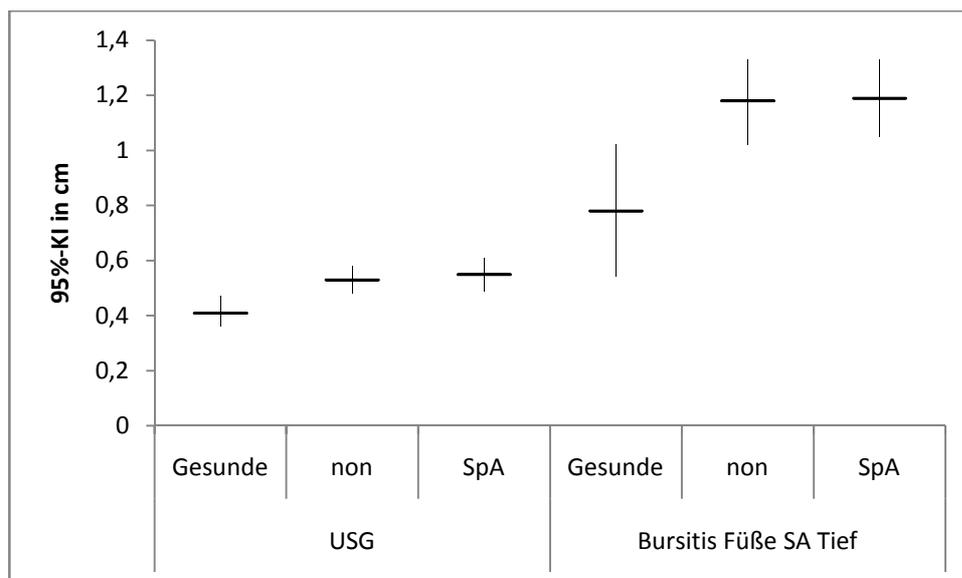


Abbildung 3.4 Verteilung der signifikant unterschiedlichen Skalen-Messwerte innerhalb der Gruppen (95%-Konfidenzintervall und Mittelwert)

Bezüglich der verschiedenen ja/nein und semiquantitativ gemessenen Merkmale ergaben sich einige weitere Parameter: Teilruptur in der Achillessehne, Vorhandensein einer Bursitis subachillae, Vorhandensein eines positiven Power-Doppler-Signals innerhalb einer vorliegenden Bursitis subachillae, Vorhandensein eines Calcaneus-Defekts oder Sporns an der Plantarfaszie und Vorhandensein eines Ergusses im USG. Hier verhält es sich jedoch genauso wie bei den Skalen-Messwerten: es ergibt sich kein Unterschied zwischen den beiden Rückenschmerzgruppen, lediglich kommen alle diese Merkmale in der Gruppe der Gesunden insgesamt weniger häufig vor als in der gesamten Rückenschmerzkohorte.

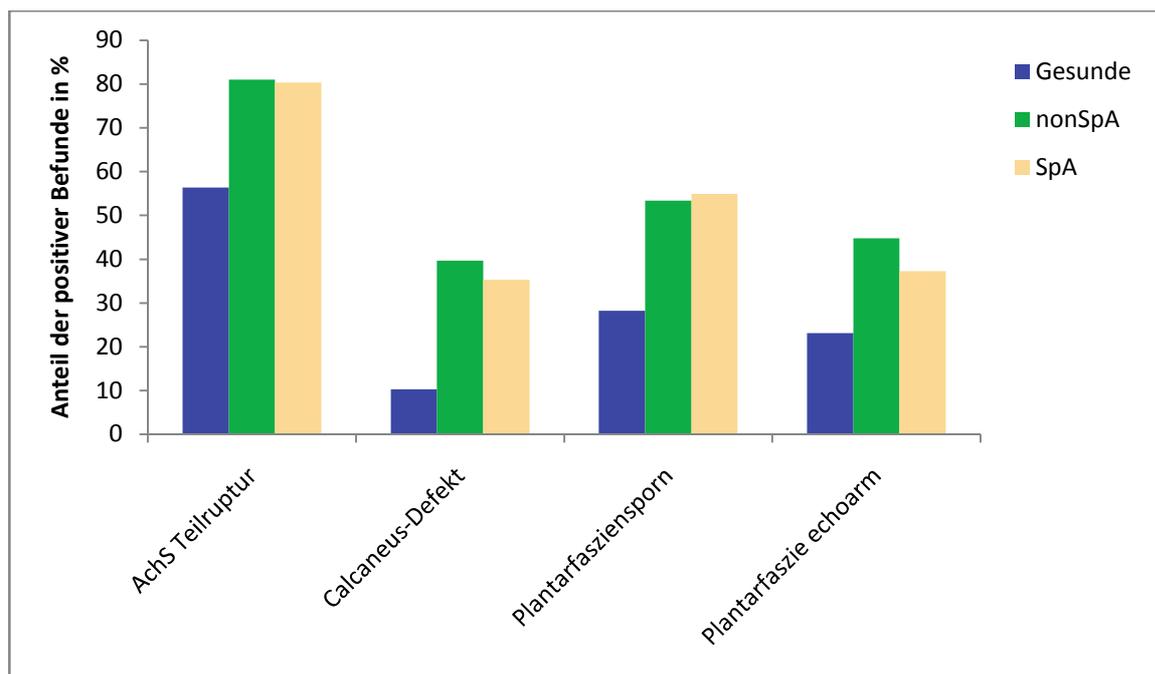


Abbildung 3.5 Verteilung der signifikant unterschiedlichen ja/nein-Merkmale nach Gruppen

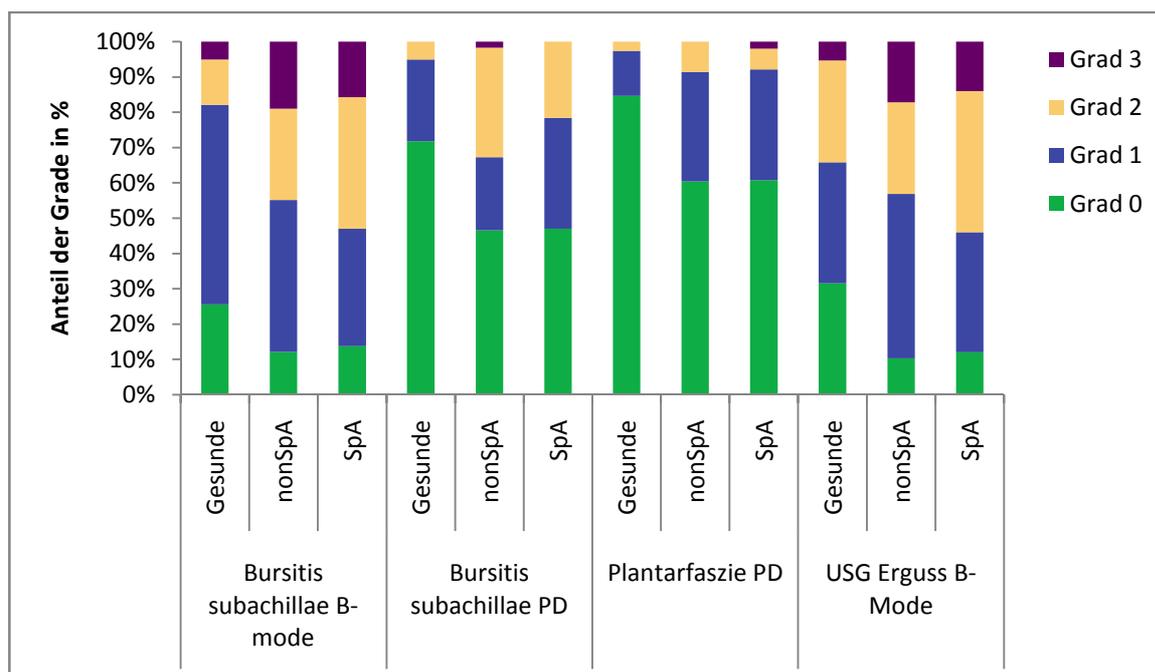


Abbildung 3.6 Verteilung der signifikant unterschiedlichen semiquantitativen Merkmale nach Gruppen

3.4.2 Vergleich der Gruppe 7 („Enthesitis“) mit 1 („Gesunde und Sportler“)

Die Altersverteilung war in beiden Gruppen ähnlich, ebenso die Geschlechterverteilung und das Rauchverhalten. Die Gruppen unterschieden sich jedoch in der Verteilung des BMI: die Gesunden waren signifikant schlanker als die Probanden mit einer Enthesitis ($p=0,009$). Außerdem betrieben sie mehr Sport ($p = 0,000$).

Es bestand ein Unterschied zwischen der Gruppe der Enthesitiden und der der Gesunden für die Ausmaße der Achillessehne: diese war in allen drei Maßen in der Gruppe der Enthesitiden größer ($p = 0,001$). Auch kamen eine Achillessehnentendinitis ($p = 0,16$) und ein ggf. hierbei vorhandenes PowerDopplersignal über der Achillessehne ($p = 0,001$) signifikant häufiger vor. Auch das PowerDopplersignal innerhalb der Bursa subachillae ($p = 0,001$) und das Vorhandensein eines Calcaneusdefekt unterhalb des Ansatzes der Achillessehne ($p = 0,006$) traten signifikant häufiger auf. Zudem zeigte sich die Tiefe der Plantarfaszie ($p = 0,001$) signifikant größer und das Vorhandensein eines Sporns an der Plantarfaszie ($p = 0,001$) signifikant häufiger. Es zeigte sich signifikant häufiger ein PowerDopplersignal über dem Ansatz der Plantarfaszie ($p = 0,001$). Diese Werte waren zu erwarten.

Der einzige Parameter der in der Gruppe der Gesunden größere Ausmaße aufwies, war die Tiefe des unteren Sprunggelenks ($p = 0,006$).

3.5 RÜCKFUßSCORE

Zunächst wurden alle nach gängiger Expertenmeinung (OMERACT) für die SpA typischen Merkmale in die Merkmalsausprägungen „Vorhanden“ und „nicht vorhanden“ bzw. „ja/nein“ aufgeteilt. Dies waren im Einzelnen:

1. Achillessehnentendinitis
2. Power-Doppler-Signal über der AchS
3. Teilrupturen innerhalb der AchS
4. Bursitis subachillae
5. Power-Doppler-Signal innerhalb der Bursa
6. Sporn am Ansatz der Achillessehne
7. Calcaneus-Defekt
8. Sporn am Ansatz der Plantarfaszie
9. Echogenität der Plantarfaszie
10. Power-Doppler-Signal über der Plantarfaszie
11. Erguss im unteren Sprunggelenk

Bei allen binären Merkmalen (z. B. Calcaneus-Sporn) wurde 0 = nicht vorhanden und 1 = vorhanden belegt. Bei allen Merkmalen mit semiquantitativer Ausprägung wurde 0 = nicht vorhanden und 1 = Score größer/gleich 1 und damit vorhanden belegt. Die einzige Ausnahme bildete das Vorhandensein einer Bursitis subachillae: hier wurde nach

Expertenmeinung (Backhaus) Grad 1 noch als normal und damit als „nicht vorhanden“ gewertet, da geringe Flüssigkeitsansammlungen in der Bursa physiologischer Weise vorhanden und sonographisch nachweisbar sind.

In Analogie zum GUESS [86] und SEI [92] wurde nun ein Score gebildet. Somit ergab sich ein maximal zu erreichender Summen-Score von 11. Messdaten wurden nicht berücksichtigt, weil der Score in der Praxis praktikabel sein soll. Da sich in unserer Berechnung keine signifikanten Unterschiede ergaben, ist eine Bereicherung des Scores hierdurch nicht zu erwarten. Die Ergebnisse zeigten zwar wiederum einen Unterschied von Gruppe 1 zu 2 und 3, nicht jedoch zwischen Gruppe 2 und 3:

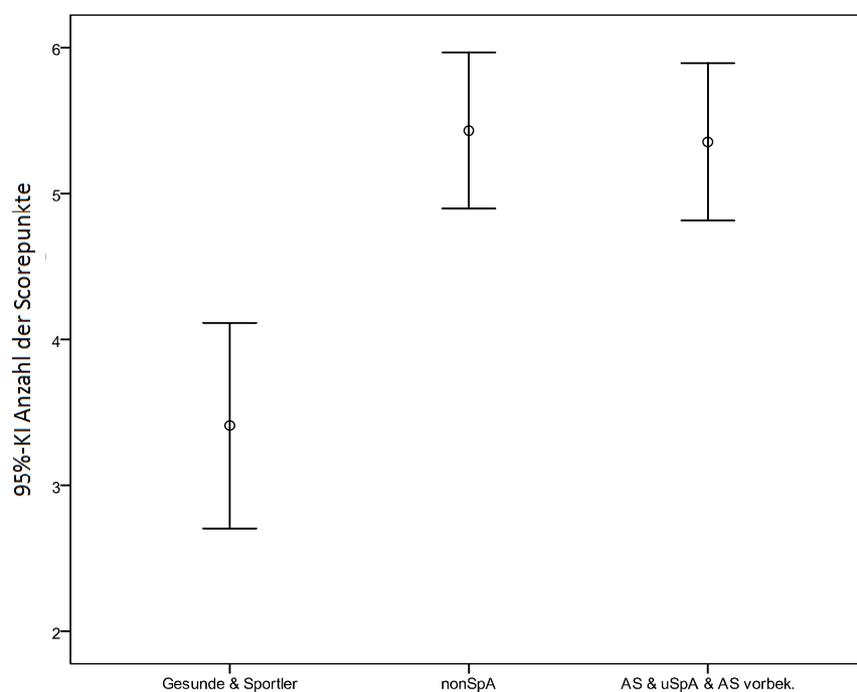
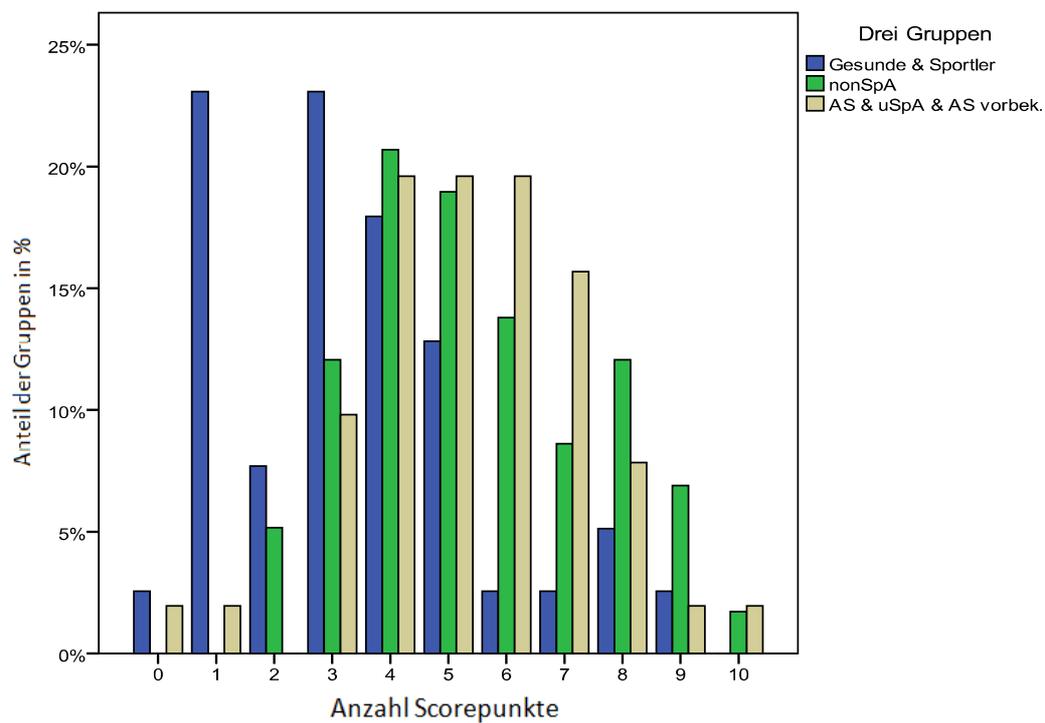


Abbildung 3.7 „11-Merkmale-Score“: Verteilung auf die einzelnen Gruppen (oben) und Darstellung der Unterschiede (unten)

Anschließend wurde nun die gleiche Berechnung nur mit Merkmalen unternommen, in denen sich die Gruppen überhaupt unterscheiden. Im Einzelnen sind dies:

1. Teilrupturen innerhalb der AchS
2. Bursitis subachillae
3. Power-Doppler-Signal innerhalb der Bursa
4. Calcaneus-Defekt
5. Sporn am Ansatz der Plantarfaszie
6. Erguss im unteren Sprunggelenk

Somit ergab sich ein maximal zu erreichender Summen-Score von 6:

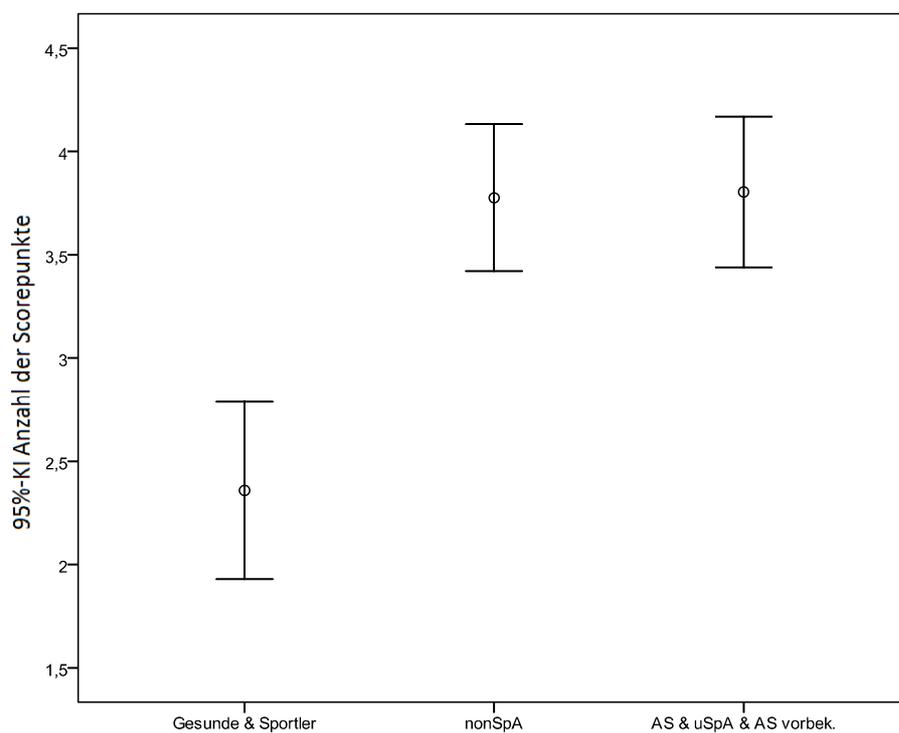
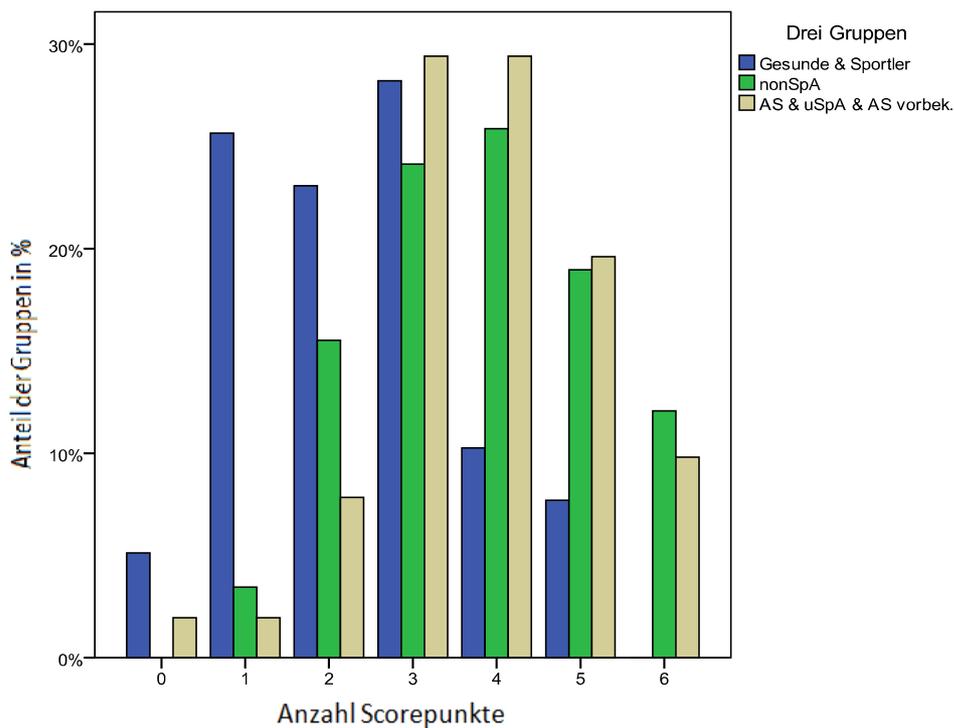


Abbildung 3.8 „6-Merkmale-Score“: Verteilung auf die einzelnen Gruppen (oben) und Darstellung der Unterschiede (unten)

Auch hier zeigten sich keine Unterschiede zwischen Gruppe 2 und 3. Es ergibt sich keine Grundlage zur Berechnung von positivem oder negativem prädiktiven Wert.

4 DISKUSSION

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es zu klären, in wie weit die sonographische Untersuchung der Ferse bei der Diagnosestellung einer axSpA hilfreich ist. Es wurde pro Proband ein kompletter Datensatz mit den jeweils pathologischeren Merkmalen aus den Einzeldatensätzen des rechten und linken Fußes erhoben (vgl. Kapitel 2.2.5). Der Grund hierfür ist, dass Enthesitiden bei der axSpA nicht nur beiderseits, sondern häufiger auch einseitig vorkommen. Außerdem war zu erwarten, dass eine Veränderung der Achillessehne im entzündlichen Sinne eher die Sehne anschwellen und damit dicker werden lässt [26]. Diese Folgerung konnte bei der Auswertung der Gruppe „Enthesitis“ bestätigt werden. Einzelne Teil-Datensätze wurden aus der Wertung genommen, wenn die Probanden Unfälle, Operationen oder anderweitige Interventionen in der untersuchten Region angaben, so dass eine unverfälschte Datenerhebung nicht möglich war.

Es wurden insgesamt 190 Personen mittels Ultraschall untersucht. Davon dienten 20 als Vorlauf und wurden von zwei Sonographeurinnen untersucht (Prof. Dr. med. M. Backhaus und Autorin der vorliegenden Arbeit). Ein Datensatz wurde komplett ausgeschlossen, da diese Person nicht wieder vorstellig wurde, so dass keine abschließende Diagnosestellung möglich war. Auch die Gruppe der Patienten mit der abschließenden Diagnose „V. a. undifferenzierte Spondyloarthritis“ wurde in der vorliegenden Arbeit nicht mit in die Wertung einbezogen, da hier keine eindeutige Zuordnung möglich war. Insgesamt ergaben sich somit 148 auswertbare Datensätze, die sich in etwa gleich auf die drei untersuchten Gruppen (Gesunde, SpA und nonSpA) verteilen. Hier war von unschätzbarem Wert, dass fast 50 % der initial vorgestellten Patienten eine Grunderkrankung im Sinne einer SpA aufweisen [33]. Dieser Anteil ist verhältnismäßig hoch (Prävalenz der Erkrankung ca. 0,6 und 1,9 % nach Braun [29], Prävalenz von mechanisch bedingtem tiefsitzenden Rückenschmerz ca. 14-70 %) [93-95]. Der Grund hierfür ist vermutlich, dass das Berliner Umfeld von zuweisenden Orthopäden und Hausärzten aufgrund der langjährigen Sensibilisierung bereits vorausgewählte Patienten in die Sprechstunde überweist, aus derer die Patienten rekrutiert wurden.

In der vorliegenden Untersuchung konnten keine Unterschiede zwischen Patienten mit entzündlich bedingtem und nicht entzündlich bedingtem Rückenschmerz bezüglich der in der Sonographie ersichtlichen Veränderungen des Rückfußes eruiert werden. Es ergeben sich im Vergleich mit einer gesunden Kontrollgruppe einige Unterschiede dahin-

gehend, dass Patienten mit Rückenschmerzen offensichtlich auch häufiger entzündlich und/oder degenerative Veränderungen an den Füßen aufweisen als Menschen ohne Rückenschmerzen. Möglicherweise liegt eine Ursache hierfür in der durch Schmerzen veränderten Statik und einhergehenden Fehlbelastung der Füße und ihres Halteapparates:

Lamoth et al. konnten demonstrieren, dass sich das Gangbild von Personen mit tiefsitzendem Rückenschmerz deutlich von Personen ohne Rückenschmerzen unterscheidet. Die Arbeitsgruppe unternahm Laufanalysen und konnte zeigen, dass diese Personen insgesamt weniger Körperbewegung aufweisen, die Laufgeschwindigkeit geringer ist, die Schritte kleiner sind und so weniger Variabilität in der Gangkoordination zustande kommt. Diese Merkmale nehmen zu, wenn diesen Personen kognitive Aufgaben während der laufenden Bewegung gestellt werden. Sie schließen daraus, dass Personen mit Rückenschmerzen weniger gut mit unerwarteten Situationen umgehen können, da ihre kognitive Aufmerksamkeit mehr auf das Gehen fokussiert ist, als dies bei Personen ohne Rückenschmerzen der Fall ist [96].

Seay et al. konnten zeigen, dass Personen mit tiefsitzendem Rückenschmerz und selbst solche, die von einem tiefsitzenden Rückenschmerz genesen waren, im Vergleich zu Personen, die nie unter tiefsitzendem Rückenschmerz gelitten hatten, Unterschiede ihrer Bewegungsabläufe im Becken-/LWS-Bereich beim Gehen oder Laufen aufweisen [97]. Dies könnte eine Ursache für eine konsekutive Veränderung der Statik der unteren Extremität sein und damit erklären, dass auch Personen mit mechanisch bedingtem Rückenschmerz entzündliche oder postentzündliche Veränderungen an ihren Füßen aufweisen.

Neuhold et al. untersuchten die degenerative Achillessehne und konnten zeigen, dass Merkmale wie Verdickung der Achillessehne sowie Inhomogenitäten und Teilrupturen innerhalb der Sehne klassische Phänomene bei Patienten mit Anamnese von chronischen Achillessehnenbeschwerden, ob akut oder subakut, sind und diese Merkmale auch bei aktuell asymptomatischen Patienten vorkommen [98].

Benazzo et al. untersuchten Achillessehne von 90 Athleten mit Tendinopathien. Sie konnten einen Unterschied zu normalen Achillessehne dahingehend zeigen, dass kollagene Fasern in normalen Achillessehne gepackt und mit kleinen Filamenten, den Proteoglycanmolekülen, und elastischen Fibrillen durchsetzt sind. Unter Stress, der wiederum eine Hypovaskularisierung der entsprechenden Sehnenareale hervorruft, werden

vermehrt bestimmte Glucosaminglycane (Chondroitinsulfat) gebildet und reichern sich zwischen den Filamenten an. Dies führt zu einem Verlust der gepackten Struktur der Sehne und damit auch ihrer mechanischen Eigenschaften [99].

Eine Schwierigkeit bei der Untersuchung der Ferse liegt sicherlich in den bislang zwar zahlreichen, aber nicht standardisierten Veröffentlichungen zur Beschaffenheit der einzelnen Strukturen des Fußes:

Mathieson et al. fanden in ihrer Studie keinen signifikanten Unterschied in der Größe der Achillessehne bei symptomatischen Athleten und asymptomatischen Probanden. Ebenso wenig einen Unterschied in der Echogenität der Achillessehne. Lediglich bei Probanden mit vorangegangenen (Teil-)Rupturen der Achillessehne konnten Größenunterschiede detektiert werden (20 Patienten, 10 Kontrollen, 5-MHz-Schallkopf) [100]. Dies steht im Widerspruch zu anderen Untersuchungen wie zum Beispiel von Fornage et al. [26]. Movin et al. verglichen US und MRT und histopathologische Merkmale von symptomatischen Achillessehnen: sie fanden heraus, dass die Größe und die intratendinösen Pathologien besser mit der MRT, als mit dem US dargestellt werden können (5-7 MHz Schallkopf, 1,5 Tesla, GD), aber dass auch in Proben ohne Auffälligkeiten in beiden bildgebenden Methoden durchaus moderate histopathologische Abnormalitäten zu finden sind [101]. Das wird auch von Benazzo beschrieben (s. o.). Aström et al. fanden ähnliche Resultate wie Movin. Sie beziehen sich jedoch explizit auf eine Vergleichbarkeit zwischen MRT und US bezüglich der intratendinösen Pathologien [102].

Kamel et al. konnten vom Gegenteil überzeugen: sie fanden heraus, dass sowohl früh auftretende minimale intratendinöse Kalzifikationen und solche am Sehnenansatz als auch fettige Degeneration als Zeichen von ablaufender Entzündung eher und umfassender mit US als mit der MRT detektiert werden können. Sie benutzten allerdings andere Geräte (12 MHz-Schallkopf, 0,5 Tesla mit STIR-Sequenz) und untersuchten SpA-Patienten (unklar ob mit Beschwerden an der untersuchten Stelle oder nicht) anstelle von Patienten mit degenerativer Achillodynie [103].

Es gibt Untersuchungen, die zeigen, dass bei asymptomatischen, gesunden Probanden durchaus „pathologische“ Ultraschallmerkmale vorkommen können: Nazarian et al. konnten schon 1995 zeigen, dass sich in 50 % der untersuchten asymptomatischen retrocalcaneale Bursae Flüssigkeit detektieren ließ. Auch im oberen Sprunggelenk und diversen Sehnenfächern von den untersuchten 30 gesunden Probanden konnte ver-

mehrte Flüssigkeit nachgewiesen werden. In dieser Studie wurden die Füße mit einem 7,5 MHz-Schallkopf untersucht [104].

Insgesamt sind alle diese Studien untereinander und auch mit der Kohorte in der vorliegenden Arbeit nur eingeschränkt vergleichbar, da Unterschiede in den untersuchten Patientenkohorten, in den verwendeten Geräten und damit in der resultierenden Bildgebung und in der statistischen Auswertung (oben nicht dargestellt) bei teilweise sehr kleinen untersuchten Entitäten bestehen.

Jedoch nicht alle Strukturen der Ferse sind vielfach untersucht: So finden sich in der vorliegenden Untersuchung des USG in allen Gruppen >80 % vermehrte Flüssigkeitsansammlungen im Gelenk. Schmidt et al. haben dieses Gelenk nicht untersucht, es gibt kaum Literatur hierzu, da das Gelenk sehr schwer zugänglich ist. In der vorliegenden Untersuchung wurde daher eine nicht-DEGUM-standardisierte Schallebene gewählt (von lateral unterhalb des Malleolus). Hierzu gibt es folglich keine Vergleichsdaten. Diese sind nun nötig, um Referenzwerte aufstellen zu können. Erst dann kann eingeschätzt werden, ob und in wieweit diese vorliegenden Flüssigkeitsansammlungen bzw. Ergüsse im Gelenk als pathologisch anzusehen sind oder nicht.

Verschiedene Arbeitsgruppen unternahmen Versuche, das Vorliegen einer Enthesitis zu quantifizieren: So entwickelten Mander et al. 1986 den ersten klinischen Enthesitis Index. Er korrelierte gut mit der Schmerzstärke und Steifigkeit aber nicht mit systemischen Entzündungsparametern [105].

Mit zunehmendem Gebrauch des Ultraschalls in der Rheumatologie konnte festgestellt werden, dass sich das Vorliegen einer Enthesitis mittels dieser Technik deutlich besser eruieren und auch quantifizieren lässt als mit einer klinischen Untersuchung [1, 85-89]. Diverse Arbeitsgruppen stellten einen Score auch für die Ultraschall-Untersuchung bei SpA-Patienten auf:

Balint et al. stellten 2002 einen Ultraschall-Enthesitis-Index auf (GUESS): Er beinhaltet verschiedene Entesen der unteren Extremitäten. Sie fanden heraus, dass 56% aller Patienten abnormale Ultraschalluntersuchungen zeigten und dass eine Überlegenheit zur klinischen Untersuchung besteht. Hier bestand wiederum keine Korrelation zwischen Index und systemischen Entzündungsparametern. (ESSG-Kriterien, 35 Patienten, keine Kontrollen) [86].

Alcade et al. stellten 2007 einen Ultraschall-Enthesitis-Index auf: Er beinhaltet verschiedene Entesen der unteren Extremitäten. Sie fanden heraus, dass sich 72 % aller pathologischen Veränderungen am Fuß befanden, dass nur 3/44 AS-Patienten einen völlig normalen Untersuchungsbefund aufwiesen und dass es signifikante Unterschiede zwischen Patienten mit ankylosierender Spondylitis und gesunden Kontrollen gab. Es bestand wenig bis kein Zusammenhang zu klinischer und laborchemischer Krankheitsaktivität (NY-Kriterien, 44 Patienten, 10 Kontrollen) [92].

Miguel et al. stellten 2009 einen Enthesitis-Score (MASEI) auf (verschiedene Entesen der unteren Extremität und Trizeps-Sehne): Sie erhielten hohe Werte für Sensitivität (83 %) und Spezifität (83 %) bei einem Score oberhalb des berechneten Cut-off-Wertes. Die Studie umfasste jedoch lediglich 25 Patienten und 29 Kontrollen und untersuchte wiederum bei vorbekannter Diagnose (ESSG-Kriterien), ob ein Zusammenhang zwischen Score und Diagnose besteht. Der Score umfasst die gängigen Einzelparameter inklusive PD-US. Dieser war bei 60 % der Patienten positiv (an mindestens einer Entese), konnte aber auch in der Kontrollgruppe gesehen werden. Es wird nicht berichtet, ob dieser Unterschied signifikant ist [106]. 2010 untersuchte die gleiche Arbeitsgruppe Früh-SpA-Patienten gegen Kontrollen und konnte zeigen, dass bei einem errechneten Cut-off-Punkt mit einer Spezifität von fast 90 % wiederum 67 % der untersuchten Patienten „richtig“ diagnostiziert wurden. Es wurden jedoch auch hier die ESSG-Kriterien für die Diagnosestellung zu Grunde gelegt, was möglicherweise bei Früh-SpA-Patienten zu einer Verfälschung geführt hat. Außerdem bestand die Kontrollgruppe zwar auch zu einem kleinen Teil aus Probanden mit nicht entzündlichem Rückenschmerz. Dieser war jedoch sehr klein (9/57) [107].

Die Arbeitsgruppe um Cobo-Ibanez et al. konnte zeigen, dass bei Patienten mit einem positiven MASEI-Index (≥ 18) kombiniert mit dem Berlin-Algorithmus bezüglich des Vorliegens einer uSpA fast ausnahmslos die richtige Diagnose ermittelt werden konnte. (Positiver prädiktiver Wert 84.8 %, der Index wurde anstelle der MRT der SIG in den Algorithmus eingebaut) [108].

Die Untersuchungen der vorliegenden Arbeit lehnen sich an die beiden Indizes von Balint und Alcade an, da sich diese beiden auf die untere Extremität beschränken. Zudem wurden die in der vorliegenden Arbeit neu berechneten Scores vereinfacht, da sie in der Praxis einfach, schnell und reproduzierbar angewendet werden sollen. Es wurden nur die Merkmale (Bursitis, Tendinitis, Erosion, Osteophyt, PD-Positivität), nicht aber die

Messdaten der einzelnen Strukturen berücksichtigt. Bezüglich der einzelnen Skalenwerte ergab sich statistisch kein Unterschied zwischen der Gruppe mit entzündlichem Rückenschmerz (axSpA) und der Gruppe mit nicht entzündlichem Rückenschmerz (nonSpA). In der Praxis müsste hier mit Cut-off-Werten gearbeitet werden, so dass es praktikabler erscheint, lediglich ja/nein-Merkmale in den Score mit aufzunehmen. Jedoch auch bei dieser Berechnung zeigten sich keine Unterschiede zwischen den beiden Rückenschmerzgruppen.

Bislang sind lediglich zwei Arbeiten mit einer ähnlichen Fragestellung wie in dieser Arbeit erschienen:

D'Agostino et al. veröffentlichten im Jahre 2006 ein Abstract, in dem eine Spezifität von 90% und eine Sensitivität von 88 % bei Untersuchung von verschiedenen Enthesen und mindestens einer PD-positiven Lokalität bei SpA-Patienten erhoben werden konnte [109]. Im Jahr 2011 wurden die Daten vollständig veröffentlicht: Es wurden insgesamt 118 Patienten untersucht, die allerdings mit sehr variablen Verdachtsmomenten für eine Spondyloarthritis in der Sprechstunde vorstellig wurden (sowohl axiale, als auch isoliert periphere SpA, in der nonSpA-Gruppe viele verschiedene, teils auch andere entzündlich-rheumatische Diagnosen). Sie wurden beiderseits an neun verschiedenen Enthesen (Fuß, Knie und Ellenbogen) mittels PD-US untersucht. Der Ultraschall allein zeigte eine Sensitivität von 76 % und eine Spezifität von 81 % zur Ermittlung der Diagnose SpA. Die Ergebnisse wurden mit verschiedenen Klassifikationskriterien korreliert und daraus resultierte ein Diagnosebaum, der die Amor-Kriterien und den PD-US miteinander verbindet. Auch hier finden sich hohe Sensitivitäten und Spezifitäten. Die Limitation dieser Studie sehen wir sowohl in der Inhomogenität der eingeschlossenen Kohorte (Einschlusskriterien: Entzündlicher Rückenschmerz oder Enthesitis/Daktylitis oder Arthritis/Arthralgie oder HLA B27-assoziierte Uveitis; die Kontrollgruppe beinhaltete verschiedene nicht rheumatologische und rheumatologische Diagnosen; keine gesunde Kontrollgruppe, keine Kontrollgruppe mit mechanisch bedingtem Rückenschmerz), als auch in der nicht einheitlichen Diagnosestellung (es wurden keine einheitlichen Kriterien für die Diagnosestellung der SpA verwendet: verschiedene niedergelassene Rheumatologen stellten die Diagnosen, es ist nicht vollständig dokumentiert, wer welche Kriterien benutzte). Außerdem wäre für einen Vergleich mit unseren Daten die MRT der SIG interessant, dies war bei D'Agostinos Studie nur insgesamt in 20 % positiv, davon in

36% bei der SpA-Gruppe. Die Studien sind nicht vergleichbar, da bei D'Agostino et al. viel mehr Gewicht auf die periphere Spondyloarthritis gelegt wurde und außerdem andere Entesen untersucht wurden. Zudem ist zu diskutieren, ob die in dem Artikel bildlich dargestellten positiven PowerDoppler-Signale im Einzelnen zu verwerten sind, da sie sich sehr nah an der Knochenoberfläche befinden und somit unter Umständen als Artefakt gesehen werden müssten. Hier fehlen standardisierte Vorgaben. Es fand zudem kein Vergleich mit gesunden Probanden statt [110].

Die ETERS-Studie von Lavie et al. (bisher nur als Abstract veröffentlicht) zeigte keinen signifikanten Unterschied sowohl in der MRT als auch in der PD-Ultraschalluntersuchung der Ferse bei SpA-Patienten vs. Patienten mit degenerativem tiefsitzenden Rückenschmerz. Diese Arbeitsgruppe legte offensichtlich nur den Ultraschall des Rückfußes und hier namentlich den Ultraschall der Achillessehne und der Plantarfaszie zu Grunde. Die Patienten hatten alle eine SpA laut Amor-Kriterien. Beide Methoden scheinen sich nicht als Screening-Parameter zur Diagnosestellung zu eignen. Es sind allerdings zu wenig Daten im Abstract veröffentlicht, um diese Studie mit den eigenen Ergebnissen vergleichen zu können [111].

An der vorliegenden Arbeit ist zu bemängeln, dass die Altersverteilung nicht ganz homogen ist: die nonSpA Gruppe ist leichtgradig älter als die beiden anderen Gruppen. Da, wie oben beschrieben, auch degenerative Veränderungen zu Läsionen an der Ferse führen können, mag hier eine leichtgradige Verfälschung zu Gunsten der nonSpA-Gruppe vorliegen. In der Praxis dürfte dies jedoch für die Frage nach der Eignung als diagnostisches Kriterium irrelevant sein. Insgesamt ist die Kontrollgruppe im Schnitt im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen etwas schlanker und lebt gesünder (mehr Sport, weniger Raucher). Hier könnte ebenfalls eine Verfälschung vorliegen. Es wurden jedoch bewusst Probanden, die viel und gerade fußbelastenden Sport betrieben (Marathon, Ballsportarten) mit eingeschlossen, um hier eine Verfälschung in die andere Richtung zu vermeiden.

Leider findet sich in der vorliegenden Untersuchung eine insgesamt zu geringe Fallzahl, um einzelne Subgruppen zu analysieren. Selbst die drei Hauptgruppen sind mit <50/Gruppe nicht repräsentativ. So können die hier erhobenen Daten nur Hinweise geben, dass die Untersuchung des Rückfußes allein zwar zwischen Probanden mit und ohne Rückenschmerz unterscheiden kann, aber nicht die Diagnose einer axSpA zulässt.

Als große Schwierigkeit wird zudem die enorme Variabilität der Normwerte angesehen. In der vorliegenden Arbeit wurde die Bursitis Grad 1 im B-Bild als noch normal angesehen, da sie in der Literatur mehrfach auch bei gesunden Probanden beschrieben wird [79, 104]. Es wäre zu überlegen, ob nicht in Zukunft isoliert das positive PD-Signal als wirklich gutes positiv-Kriterium für entzündliche Veränderungen benutzt werden sollte. Kiris et al. untersuchten 2005 den PD-Bild-US im Hinblick auf seine Korrelation mit verschiedenen klinischen und Aktivitätsparametern. Es fand sich keine Korrelation zwischen PD-US und systemischen Entzündungsparametern und verschiedenen Aktivitätsscores, jedoch zwischen PD-US und klinischer Palpation bei Patienten mit AS. (30 Patienten, mNY-Kriterien, Enthesen: Achillessehne, Costochondrale Gelenke, vorderer und hinterer Beckenkamm sowie Processus spinosus des fünften Lendenwirbels) [112]. Allerdings wären weitere Untersuchungen nötig, um zu eruieren, inwieweit postentzündliche Veränderungen gleichzeitig PD-positiv sind. Da die axSpA in „Entzündungsschüben“ abläuft [11], muss in diesem Fall ein Instrument benutzt werden, dass auch im entzündungsfreien Intervall eine eindeutige Diagnostik zulässt. In der vorliegenden Untersuchung zeigte sich insgesamt nur bei 62 % der gesamten untersuchten Probanden ein positives PD-Signal, davon bei 71 % der SpA-Gruppe und bei 67 % der nonSpA-Gruppe. Pathologien im B-Bild waren deutlich häufiger (99 % gesamt, 98 % der SpA-Gruppe, 100 % der nonSpA-Gruppe). Dies lässt die Vermutung zu, dass postentzündliche Veränderungen nicht immer PD-positiv detektieren. Dazu wäre im Grunde ein Vergleich mit dem „Goldstandard“ der histologischen Untersuchung nötig. Solche Untersuchungen wurden nach derzeitigem Kenntnisstand bisher nicht durchgeführt.

Als ein weiterer Kritikpunkt dieser Untersuchung ist die Tatsache zu nennen, dass eine Untersucherin allein alle Ultraschalluntersuchungen durchführte. Es gab nur einen Vorlauf von Doppeluntersuchungen unter Anleitung einer Expertin (Prof. Dr. med. M. Backhaus). Die Inter- und Intrareaderreliabilität wurde nur anhand der von der Untersucherin aufgezeichneten und zufällig eruierten Bilder als Doppelauswertung unternommen. Es fanden keine doppelten Untersuchungen mit verschiedenen Untersuchern statt. Insofern ist die Aussage zur Reproduzierbarkeit in der vorliegenden Untersuchung nur eingeschränkt möglich. Filippucci et al. untersuchten die Inter- und Intrareliabilität in Bezug speziell auf die Ultraschalluntersuchung der Achillessehne. Die schlechteste Übereinstimmung wurde im semiquantitativen Score bezüglich Knochenunregelmäßigkeiten gefunden. Außerdem zeigten sich Schwierigkeiten bezüglich der Beurteilung von

enthesaler Hypoechogenität. Sehr gute Übereinstimmungen konnten u. a. für die PD-Detektion und die Sehnenkalzifikationen gemessen werden [113]. In der vorliegenden Arbeit fanden sich ähnliche Werte. Die größte Übereinstimmung wurde bei der Detektion von Calcaneusdefekten gemessen.

Frau D'Agostino geht in ihrem Übersichtsartikel aus dem Jahre 2010 ebenfalls auf die Schwierigkeiten im Vergleich von verschiedenen Enthesitis-Scoring-Systemen ein. Sie fordert eine höhere Standardisierung und damit bessere Reproduzierbarkeit. Sie stellt in ihrem Artikel die Frage: „Can we use a target enthesis? Or should we examine several sites?“ [109].

Aus den Daten der vorliegenden Arbeit und auch aus den Daten von Lavie et al. [111] lässt sich ein erster Schluss ziehen: Die Sonographie der Ferse allein scheint nicht ausreichend zu sein, um die Diagnose einer axSpA stellen zu können. Auch weist die Inhomogenität aller oben genannten Untersuchungen darauf hin, dass in Zukunft Studien mit homogeneren und einfachen Einschlusskriterien, standardisierten Diagnosemethoden und vor allem mit noch nicht abschließend diagnostizierten Patienten mit insgesamt höherer Fallzahl durchgeführt werden sollten.

Die Sonographie ermöglicht, Pathologien an der Fersenregion zu erfassen, die bei Probanden mit tiefsitzendem Rückenschmerz insgesamt häufiger anzutreffen waren, als bei Probanden ohne Rückenschmerzen. Damit ist sie in der Lage, die periphere Beteiligung bei der axSpA zu objektivieren. Sie ist nach aktueller Studienlage und Ergebnis der vorliegenden Arbeit als alleiniger Baustein für die Diagnosestellung der axSpA jedoch ungeeignet.

5 LITERATURVERZEICHNIS

1. Spadaro A, Iagnocco A, Perrotta FM et al.: **Clinical and ultrasonography assessment of peripheral enthesitis in ankylosing spondylitis.** *Rheumatology (Oxford)* 2011, **50** (11) :2080-2086.
2. Bechterew W: **Steifigkeit der Wirbelsäule und ihre Verkrümmung als besondere Erkrankungsform.** *Neurolog Centralbl* 1893, **12** :426-434.
3. Braun J: **[Epidemiology and prognostic aspects of ankylosing spondylitis].** *Radiologe* 2004, **44** (3) :209-210, 212-206.
4. Sieper J, Rudwaleit M, Khan MA et al.: **Concepts and epidemiology of spondyloarthritis.** *Best practice & research Clinical rheumatology* 2006, **20** (3) :401-417.
5. Zochling J, van der Heijde D, Burgos-Vargas R et al.: **ASAS/EULAR recommendations for the management of ankylosing spondylitis.** *Annals of the rheumatic diseases* 2006, **65** (4) :442-452.
6. Resnick D, Niwayama G: **Entheses and enthesopathy. Anatomical, pathological, and radiological correlation.** *Radiology* 1983, **146** (1) :1-9.
7. Gerster JC, Vischer TL, Bennani A et al.: **The painful heel. Comparative study in rheumatoid arthritis, ankylosing spondylitis, Reiter's syndrome, and generalized osteoarthritis.** *Annals of the rheumatic diseases* 1977, **36** (4) :343-348.
8. McGonagle D, Marzo-Ortega H, O'Connor P et al.: **Histological assessment of the early enthesitis lesion in spondyloarthropathy.** *Annals of the rheumatic diseases* 2002, **61** (6) :534-537.
9. McGonagle D, Khan MA, Marzo-Ortega H et al.: **Enthesitis in spondyloarthropathy.** *Curr Opin Rheumatol* 1999, **11** (4) :244-250.
10. Ball J: **The enthesopathy of ankylosing spondylitis.** *Br J Rheumatol* 1983, **22** (4 Suppl 2) :25-28.
11. Schett G, Rudwaleit M: **Can we stop progression of ankylosing spondylitis?** *Best practice & research Clinical rheumatology* 2010, **24** (3) :363-371.

12. Kane D, Greaney T, Shanahan M et al.: **The role of ultrasonography in the diagnosis and management of idiopathic plantar fasciitis.** *Rheumatology (Oxford)* 2001, **40** (9) :1002-1008.
13. Ball J: **Enthesopathy of rheumatoid and ankylosing spondylitis.** *Annals of the rheumatic diseases* 1971, **30** (3) :213-223.
14. Kainberger F, Nehrer S, Breitenseher M et al.: **[Ultrasound morphology of the Achilles tendon and differential diagnosis].** *Ultraschall Med* 1996, **17** (5) :212-217.
15. Fornage BD: **Achilles tendon: US examination.** *Radiology* 1986, **159** (3) :759-764.
16. Qvistgaard E, Rogind H, Torp-Pedersen S et al.: **Quantitative ultrasonography in rheumatoid arthritis: evaluation of inflammation by Doppler technique.** *Annals of the rheumatic diseases* 2001, **60** (7) :690-693.
17. Rubin JM, Bude RO, Carson PL et al.: **Power Doppler US: a potentially useful alternative to mean frequency-based color Doppler US.** *Radiology* 1994, **190** (3) :853-856.
18. Kainberger F, Czerny C, Trattinig S et al.: **[MRI and ultrasound in rheumatology].** *Radiologe* 1996, **36** (8) :609-616.
19. Backhaus M: **[Value of arthrosonography in early arthritis diagnosis].** *Z Rheumatol* 2002, **61** (2) :120-129.
20. Gibbon WW: **Ultrasound in Arthritis and Inflammation.** *Semin Musculoskelet Radiol* 1998, **2** (3) :307-320.
21. Schmidt WA, Hauer RW, Banzer D et al.: **[Technique and value of arthrosonography in rheumatologic diagnosis--3: Ultrasound diagnosis of the ankle joint, foot and toes].** *Z Rheumatol* 2002, **61** (3) :279-290.
22. Kane D, Grassi W, Sturrock R et al.: **Musculoskeletal ultrasound - a state of the art review in rheumatology. Part 2: Clinical indications for musculoskeletal ultrasound in rheumatology.** *Rheumatology (Oxford)* 2004, **43** (7) :829-838.

23. Manger B, Backhaus M: **[Ultrasound diagnosis of rheumatic/inflammatory joint diseases]**. *Z Arztl Fortbild Qualitatssich* 1997, **91** (4) :341-345.
24. Grassi W, Cervini C: **Ultrasonography in rheumatology: an evolving technique**. *Annals of the rheumatic diseases* 1998, **57** (5) :268-271.
25. Wakefield RJ, Gibbon WW, Emery P: **The current status of ultrasonography in rheumatology**. *Rheumatology (Oxford)* 1999, **38** (3) :195-198.
26. Fornage BD, Rifkin MD: **Ultrasound examination of tendons**. *Radiol Clin North Am* 1988, **26** (1) :87-107.
27. Backhaus M, Burmester GR, Gerber T et al.: **Guidelines for musculoskeletal ultrasound in rheumatology**. *Annals of the rheumatic diseases* 2001, **60** (7) :641-649.
28. Manger B, Kalden JR: **Joint and connective tissue ultrasonography--a rheumatologic bedside procedure? A German experience**. *Arthritis Rheum* 1995, **38** (6) :736-742.
29. Braun J, Bollow M, Remlinger G et al.: **Prevalence of spondylarthropathies in HLA-B27 positive and negative blood donors**. *Arthritis Rheum* 1998, **41** (1) :58-67.
30. Rudwaleit M, Sieper J: **[Early diagnosis of spondyloarthritis with special attention to the axial forms]**. *Z Rheumatol* 2005, **64** (8) :524-530.
31. Rudwaleit M, van der Heijde D, Khan MA et al.: **How to diagnose axial spondyloarthritis early**. *Annals of the rheumatic diseases* 2004, **63** (5) :535-543.
32. Rudwaleit M, Jurik AG, Hermann KG et al.: **Defining active sacroiliitis on magnetic resonance imaging (MRI) for classification of axial spondyloarthritis: a consensual approach by the ASAS/OMERACT MRI group**. *Annals of the rheumatic diseases* 2009, **68** (10) :1520-1527.
33. Brandt HC, Spiller I, Song IH et al.: **Performance of referral recommendations in patients with chronic back pain and suspected axial spondyloarthritis**. *Annals of the rheumatic diseases* 2007, **66** (11) :1479-1484.

34. van der Linden S, Valkenburg HA, Cats A: **Evaluation of diagnostic criteria for ankylosing spondylitis. A proposal for modification of the New York criteria.** *Arthritis Rheum* 1984, **27** (4) :361-368.
35. Rudwaleit M, Khan MA, Sieper J: **The challenge of diagnosis and classification in early ankylosing spondylitis: do we need new criteria?** *Arthritis Rheum* 2005, **52** (4) :1000-1008.
36. Dougados M, van der Linden S, Juhlin R et al.: **The European Spondylarthropathy Study Group preliminary criteria for the classification of spondylarthropathy.** *Arthritis Rheum* 1991, **34** (10) :1218-1227.
37. Amor B, Dougados M, Mijiyawa M: **[Criteria of the classification of spondylarthropathies].** *Rev Rhum Mal Osteoartic* 1990, **57** (2) :85-89.
38. Rudwaleit M, Landewe R, van der Heijde D et al.: **The development of Assessment of SpondyloArthritis international Society classification criteria for axial spondyloarthritis (part I) : classification of paper patients by expert opinion including uncertainty appraisal.** *Annals of the rheumatic diseases* 2009, **68** (6) :770-776.
39. Rudwaleit M, van der Heijde D, Landewe R et al.: **The development of Assessment of SpondyloArthritis international Society classification criteria for axial spondyloarthritis (part II) : validation and final selection.** *Annals of the rheumatic diseases* 2009, **68** (6) :777-783.
40. Rudwaleit M, Braun J, Sieper J: **[ASAS classification criteria for axial spondyloarthritis].** *Z Rheumatol* 2009, **68** (7) :591-593.
41. Rudwaleit M, Taylor WJ: **Classification criteria for psoriatic arthritis and ankylosing spondylitis/axial spondyloarthritis.** *Best practice & research Clinical rheumatology* 2010, **24** (5) :589-604.
42. van der Heijde D, Landewe R, Baraliakos X et al.: **Radiographic findings following two years of infliximab therapy in patients with ankylosing spondylitis.** *Arthritis Rheum* 2008, **58** (10) :3063-3070.

43. van der Heijde D, Landewe R, Einstein S et al.: **Radiographic progression of ankylosing spondylitis after up to two years of treatment with etanercept.** *Arthritis Rheum* 2008, **58** (5) :1324-1331.
44. Maksymowych WP, Chiochanwisawakit P, Clare T et al.: **Inflammatory lesions of the spine on magnetic resonance imaging predict the development of new syndesmophytes in ankylosing spondylitis: evidence of a relationship between inflammation and new bone formation.** *Arthritis Rheum* 2009, **60** (1) :93-102.
45. Baraliakos X, Listing J, Rudwaleit M et al.: **The relationship between inflammation and new bone formation in patients with ankylosing spondylitis.** *Arthritis Res Ther* 2008, **10** (5) :R104.
46. van der Heijde D, Sieper J, Maksymowych WP et al.: **2010 Update of the international ASAS recommendations for the use of anti-TNF agents in patients with axial spondyloarthritis.** *Annals of the rheumatic diseases* 2011, **70** (6) :905-908.
47. van den Berg R, Stanislawska-Biernat E, van der Heijde DM: **Comparison of recommendations for the use of anti-tumour necrosis factor therapy in ankylosing spondylitis in 23 countries worldwide.** *Rheumatology (Oxford)* 2011, **50** (12) :2270-2277.
48. Sieper J, Rudwaleit M: **How early should ankylosing spondylitis be treated with tumour necrosis factor blockers?** *Annals of the rheumatic diseases* 2005, **64** Suppl 4:iv61-64.
49. van Holsbeeck M, Introcaso JH: **Musculoskeletal ultrasonography.** *Radiol Clin North Am* 1992, **30** (5) :907-925.
50. Jacobson JA, van Holsbeeck MT: **Musculoskeletal ultrasonography.** *Orthop Clin North Am* 1998, **29** (1) :135-167.
51. Grassi W, Filippucci E, Farina A et al.: **Ultrasonography in the evaluation of bone erosions.** *Annals of the rheumatic diseases* 2001, **60** (2) :98-103.
52. Grassi W, Filippucci E, Farina A et al.: **Sonographic imaging of tendons.** *Arthritis Rheum* 2000, **43** (5) :969-976.

53. Martinoli C, Bianchi S, Derchi LE: **Tendon and nerve sonography.** *Radiol Clin North Am* 1999, **37** (4) :691-711, viii.
54. Mellerowicz H, Hauer RW, Schmidt WA et al.: **[Technique and diagnostic value of musculoskeletal ultrasonography in rheumatology. Part 5: Ultrasonography of the shoulder].** *Z Rheumatol* 2002, **61** (5) :577-589.
55. Bruyn GAW, Schmidt WA: **Introductory Guide to Muskuloskeletal Ultrasound for the Rheumatologist.** Houten, the Netherlands 2006.
56. Murphy KJ, Rubin JM: **Power Doppler: it's a good thing.** *Semin Ultrasound CT MR* 1997, **18** (1) :13-21.
57. Wakefield RJ, Brown AK, O'Connor PJ et al.: **Power Doppler sonography: improving disease activity assessment in inflammatory musculoskeletal disease.** *Arthritis Rheum* 2003, **48** (2) :285-288.
58. Rubin JM, Adler RS: **Power Doppler expands standard color capability.** *Diagn Imaging (San Franc)* 1993, **15** (12) :66-69.
59. Rubin JM, Adler RS, Fowlkes JB et al.: **Fractional moving blood volume: estimation with power Doppler US.** *Radiology* 1995, **197** (1) :183-190.
60. Newman JS, Adler RS, Bude RO et al.: **Detection of soft-tissue hyperemia: value of power Doppler sonography.** *AJR Am J Roentgenol* 1994, **163** (2) :385-389.
61. Breidahl WH, Newman JS, Taljanovic MS et al.: **Power Doppler sonography in the assessment of musculoskeletal fluid collections.** *AJR Am J Roentgenol* 1996, **166** (6) :1443-1446.
62. Baenkler HW, Fritze D, Fießl HS et al.: **Innere Medizin.** Hippokrates Verlag im Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1999.
63. Wakefield RJ, Balint PV, Szkudlarek M et al.: **Musculoskeletal ultrasound including definitions for ultrasonographic pathology.** *The Journal of rheumatology* 2005, **32** (12) :2485-2487.
64. Szkudlarek M, Court-Payen M, Jacobsen S et al.: **Interobserver agreement in ultrasonography of the finger and toe joints in rheumatoid arthritis.** *Arthritis Rheum* 2003, **48** (4) :955-962.

65. Scheel AK, Hermann KG, Kahler E et al.: **A novel ultrasonographic synovitis scoring system suitable for analyzing finger joint inflammation in rheumatoid arthritis.** *Arthritis Rheum* 2005, **52** (3) :733-743.
66. Naredo E, Wakefield RJ, Iagnocco A et al.: **The OMERACT ultrasound task force--status and perspectives.** *The Journal of rheumatology* 2011, **38** (9) :2063-2067.
67. Klauser AS, De Zordo T, Bellmann-Weiler R et al.: **Feasibility of second-generation ultrasound contrast media in the detection of active sacroiliitis.** *Arthritis Rheum* 2009, **61** (7) :909-916.
68. Klauser A, Halpern EJ, Frauscher F et al.: **Inflammatory low back pain: high negative predictive value of contrast-enhanced color Doppler ultrasound in the detection of inflamed sacroiliac joints.** *Arthritis Rheum* 2005, **53** (3) :440-444.
69. Unlu E, Pamuk ON, Cakir N: **Color and duplex Doppler sonography to detect sacroiliitis and spinal inflammation in ankylosing spondylitis. Can this method reveal response to anti-tumor necrosis factor therapy?** *The Journal of rheumatology* 2007, **34** (1) :110-116.
70. Hu Y, Zhu J, Xue Q et al.: **Scanning of the sacroiliac joint and entheses by color Doppler ultrasonography in patients with ankylosing spondylitis.** *The Journal of rheumatology* 2011, **38** (8) :1651-1655.
71. Fornage BD, Rifkin MD: **Ultrasound examination of the hand and foot.** *Radiol Clin North Am* 1988, **26** (1) :109-129.
72. Cheung Y, Rosenberg ZS, Magee T et al.: **Normal anatomy and pathologic conditions of ankle tendons: current imaging techniques.** *Radiographics* 1992, **12** (3) :429-444.
73. Fessell DP, van Holsbeeck M: **Ultrasound of the Foot and Ankle.** *Semin Musculoskelet Radiol* 1998, **2** (3) :271-282.
74. Fessell DP, Vanderschueren GM, Jacobson JA et al.: **US of the ankle: technique, anatomy, and diagnosis of pathologic conditions.** *Radiographics* 1998, **18** (2) :325-340.

75. Morvan G, Busson J, Wybier M et al.: **Ultrasound of the ankle.** *Eur J Ultrasound* 2001, **14** (1) :73-82.
76. Balint GP, Korda J, Hangody L et al.: **Regional musculoskeletal conditions: foot and ankle disorders.** *Best practice & research Clinical rheumatology* 2003, **17** (1) :87-111.
77. Bertolotto M, Perrone R, Martinoli C et al.: **High resolution ultrasound anatomy of normal Achilles tendon.** *Br J Radiol* 1995, **68** (813) :986-991.
78. Koivunen-Niemela T, Parkkola K: **Anatomy of the Achilles tendon (tendo calcaneus) with respect to tendon thickness measurements.** *Surg Radiol Anat* 1995, **17** (3) :263-268.
79. Schmidt WA, Schmidt H, Schicke B et al.: **Standard reference values for musculoskeletal ultrasonography.** *Annals of the rheumatic diseases* 2004, **63** (8) :988-994.
80. Astrom M, Westlin N: **Blood flow in chronic Achilles tendinopathy.** *Clin Orthop Relat Res* 1994 (308) :166-172.
81. Astrom M, Westlin N: **Blood flow in the human Achilles tendon assessed by laser Doppler flowmetry.** *J Orthop Res* 1994, **12** (2) :246-252.
82. Richards PJ, Win T, Jones PW: **The distribution of microvascular response in Achilles tendonopathy assessed by colour and power Doppler.** *Skeletal Radiol* 2005, **34** (6) :336-342.
83. Richards PJ, Dheer AK, McCall IM: **Achilles tendon (TA) size and power Doppler ultrasound (PD) changes compared to MRI: a preliminary observational study.** *Clin Radiol* 2001, **56** (10) :843-850.
84. Ruta S, Gutierrez M, Pena C et al.: **Prevalence of subclinical enthesopathy in patients with spondyloarthropathy: an ultrasound study.** *Journal of clinical rheumatology : practical reports on rheumatic & musculoskeletal diseases* 2011, **17** (1) :18-22.
85. Lehtinen A, Taavitsainen M, Leirisalo-Repo M: **Sonographic analysis of enthesopathy in the lower extremities of patients with spondylarthropathy.** *Clin Exp Rheumatol* 1994, **12** (2) :143-148.

86. Balint PV, Kane D, Wilson H et al.: **Ultrasonography of enthesal insertions in the lower limb in spondyloarthritis.** *Annals of the rheumatic diseases* 2002, **61** (10) :905-910.
87. D'Agostino MA, Said-Nahal R, Hacquard-Bouder C et al.: **Assessment of peripheral enthesitis in the spondylarthropathies by ultrasonography combined with power Doppler: a cross-sectional study.** *Arthritis Rheum* 2003, **48** (2) :523-533.
88. Borman P, Koparal S, Babaoglu S et al.: **Ultrasound detection of enthesal insertions in the foot of patients with spondyloarthritis.** *Clin Rheumatol* 2006, **25** (3) :373-377.
89. Fodor D, Simon S, Felea I et al.: **Painful Heel in Spondylarthropathies - Clinical and Ultrasonographic Examination.** *Annals of the rheumatic diseases* 2006, **65** (Suppl II) :649.
90. Olivieri I, Barozzi L, Padula A et al.: **Retrocalcaneal bursitis in spondyloarthritis: assessment by ultrasonography and magnetic resonance imaging.** *The Journal of rheumatology* 1998, **25** (7) :1352-1357.
91. Gibbon WW, Long G: **Ultrasound of the plantar aponeurosis (fascia) .** *Skeletal Radiol* 1999, **28** (1) :21-26.
92. Alcalde M, Acebes JC, Cruz M et al.: **A sonographic enthesitic index of lower limbs is a valuable tool in the assessment of ankylosing spondylitis.** *Annals of the rheumatic diseases* 2007, **66** (8) :1015-1019.
93. Papageorgiou AC, Croft PR, Ferry S et al.: **Estimating the prevalence of low back pain in the general population. Evidence from the South Manchester Back Pain Survey.** *Spine* 1995, **20** (17) :1889-1894.
94. Deyo RA, Tsui-Wu YJ: **Descriptive epidemiology of low-back pain and its related medical care in the United States.** *Spine* 1987, **12** (3) :264-268.
95. Becker A, Held H, Redaelli M et al.: **Low back pain in primary care: costs of care and prediction of future health care utilization.** *Spine* 2010, **35** (18) :1714-1720.

96. Lamothe CJ, Stins JF, Pont M et al.: **Effects of attention on the control of locomotion in individuals with chronic low back pain.** *J Neuroeng Rehabil* 2008, **5**:13.
97. Seay JF, Van Emmerik RE, Hamill J: **Influence of low back pain status on pelvis-trunk coordination during walking and running.** *Spine* 2011, **36** (16) :E1070-1079.
98. Neuhold A, Stiskal M, Kainberger F et al.: **Degenerative Achilles tendon disease: assessment by magnetic resonance and ultrasonography.** *Eur J Radiol* 1992, **14** (3) :213-220.
99. Benazzo F, Stennardo G, Valli M: **Achilles and patellar tendinopathies in athletes: pathogenesis and surgical treatment.** *Bull Hosp Jt Dis* 1996, **54** (4) :236-240.
100. Mathieson JR, Connell DG, Cooperberg PL et al.: **Sonography of the Achilles tendon and adjacent bursae.** *AJR Am J Roentgenol* 1988, **151** (1) :127-131.
101. Movin T, Kristoffersen-Wiberg M, Shalabi A et al.: **Intratendinous alterations as imaged by ultrasound and contrast medium-enhanced magnetic resonance in chronic achillodynia.** *Foot Ankle Int* 1998, **19** (5) :311-317.
102. Astrom M, Gentz CF, Nilsson P et al.: **Imaging in chronic achilles tendinopathy: a comparison of ultrasonography, magnetic resonance imaging and surgical findings in 27 histologically verified cases.** *Skeletal Radiol* 1996, **25** (7) :615-620.
103. Kamel M, Eid H, Mansour R: **Ultrasound detection of heel enthesitis: a comparison with magnetic resonance imaging.** *The Journal of rheumatology* 2003, **30** (4) :774-778.
104. Nazarian LN, Rawool NM, Martin CE et al.: **Synovial fluid in the hindfoot and ankle: detection of amount and distribution with US.** *Radiology* 1995, **197** (1) :275-278.
105. Mander M, Simpson JM, McLellan A et al.: **Studies with an enthesitis index as a method of clinical assessment in ankylosing spondylitis.** *Annals of the rheumatic diseases* 1987, **46** (3) :197-202.

106. de Miguel E, Cobo T, Munoz-Fernandez S et al.: **Validity of enthesis ultrasound assessment in spondyloarthropathy.** *Annals of the rheumatic diseases* 2009, **68** (2) :169-174.
107. de Miguel E, Munoz-Fernandez S, Castillo C et al.: **Diagnostic accuracy of enthesis ultrasound in the diagnosis of early spondyloarthritis.** *Annals of the rheumatic diseases* 2011, **70** (3) :434-439.
108. Cobo T, Munoz S, de Miguel E et al.: **Ultrasonography in the Berlin's Algorithm for the Diagnosis of Early Spondyloarthropathy.** *Arthritis Rheum* 2007, **56** (suppl) :265.
109. D'Agostino MA, Bechara K, Salliot C et al.: **Evaluation of Power Doppler Ultrasonography (pdus) Performance for the Diagnosis of Spondylarthropathy (spa) in Patients Consulting for Suggestive Clinical Symptoms.** *Arthritis Rheum* 2005, **52** (suppl) :630.
110. D'Agostino MA, Aegerter P, Bechara K et al.: **How to diagnose spondyloarthritis early? Accuracy of peripheral enthesitis detection by power Doppler ultrasonography.** *Annals of the rheumatic diseases* 2011, **70** (8) :1433-1440.
111. Lavie M-C, Gossec L, Lavie F et al.: **Comparative Study of MRI and Power Doppler Ultrasonography (US) of the Heel in Spondyloarthritis (SpA) Patients with and without Heel Pain and in Controls: The ETTERS Study.** *Arthritis Rheum* 2009, **60** (Suppl 10) :1182.
112. Kiris A, Kaya A, Ozgocmen S et al.: **Assessment of enthesitis in ankylosing spondylitis by power Doppler ultrasonography.** *Skeletal Radiol* 2006, **35** (7) :522-528.
113. Filippucci E, Aydin SZ, Karadag O et al.: **Reliability of high-resolution ultrasonography in the assessment of Achilles tendon enthesopathy in seronegative spondyloarthropathies.** *Annals of the rheumatic diseases* 2009, **68** (12) :1850-1855.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund: Die Diagnosestellung der axialen Spondyloarthritis (axSpA) und deren Frühform, der undifferenzierten Spondyloarthritis (uSpA) erfolgt trotz verbesserter Klassifikations-Kriterien auch heute noch häufig zeitverzögert. Da uns inzwischen bessere Therapiemöglichkeiten zur Verfügung stehen als früher, ist es vorrangiges Bestreben der Arbeitsgruppen, Diagnosekriterien zu finden, die eine Frühdiagnose möglich machen. Der Ultraschall nimmt seit einigen Jahren einen hohen Stellenwert in der Rheumatologie ein. Er ist sowohl zu diagnostischen als auch zu therapeutischen Zwecken und auch bei Verlaufskontrollen einsetzbar. Eine Besonderheit des Gelenkulterschalls stellt neben dem klassischen B-Bild der Power-Doppler-Modus (PD) dar. Mit seiner Hilfe ist es möglich, über minimal messbaren Blutfluss Entzündung zu detektieren. Spondyloarthritispatienten zeigen neben anderen peripheren Manifestationen überdurchschnittlich häufig Enthesitiden (insbesondere an den Achillessehnen (AchS)) und Entzündungen der darunterliegenden Bursae subachillae.

Zielsetzung: Ziel der Untersuchung ist es, den Ultraschall am Rückfuß im B-Bild und PD-US bei Patienten mit tiefsitzendem Rückenschmerz hinsichtlich der Möglichkeit der Diagnosestellung einer SpA zu evaluieren.

Methoden: Es wurden Patienten eingeschlossen, die mit der Charakterisierung „tiefsitzender Rückenschmerz, aber Diagnose noch unklar“ von hausärztlich und/oder orthopädisch tätigen niedergelassenen Ärzten in die Rheumatologische Fachambulanz überwiesen wurden. Sie wurden doppelblind an beiden Füßen nach EULAR-Guidelines sonographiert. (HD 11, Philips, Deutschland, 12 MHz Linearschallkopf). Es wurden verschiedene Parameter des gesamten Rückfußes bewertet. Die Gradeinteilungen erfolgten semiquantitativ im B-Modus (0 = normal; 1 = mild; 2 = moderat; 3 = schwer) und PD-US (0 = normal, kein Dopplersignal/Fluss; 1 = mild, einzelne Dopplersignale/punktförmiger Fluss; 2 = moderat, mehrere/zusammenhängende Dopplersignale/eindeutiger Fluss; 3 = schwer, >50 % der Gelenkfläche/Entthese/Sehne betreffendes Dopplersignal/starker Fluss). Der Untersuchung wurden Standardreferenzen nach Schmidt zugrunde gelegt, Grad 1 im B-Bild wurde als noch normal gewertet. Anschließend wurden die Ergebnisse miteinander verglichen. Zuletzt wurde ein sog. „Rückfuß-Score“ aufgestellt und untersucht, ob dieser sich zur Diagnosestellung einer SpA eignet.

Ergebnis: Es wurden insgesamt 190 Probanden untersucht. 148 Datensätze wurden für die Hauptauswertung ausgewählt: Hiervon waren 39 (21 %) gesunde Kontrollen. Die Diagnose einer SpA konnte in 27 % (n = 51), die eines Rückenschmerzes anderer, vorwiegend mechanischer Genese (nonSpA) in 31 % (n = 58) gestellt werden. Die restlichen Probanden wurden getrennt ausgewertet oder nicht gewertet, da bis zum Auswertungszeitpunkt keine definitive Diagnose gestellt werden konnte. SpA-Gruppe: Altersmittel 38 Jahre (Spannweite 20-63 Jahre), mittlere Erkrankungsdauer 10 Jahre. NonSpA-Gruppe: Altersmittel 45 Jahre (Spannweite 20-69 Jahre), mittlere Erkrankungsdauer 11 Jahre. Kontroll-Gruppe: Altersmittel 37 Jahre (Spannweite 19-70 Jahre). Es fanden sich folgende Parameter, in denen sich die beiden Rückenschmerzgruppen von der Kontrollgruppe unterschieden: das Vorliegen eines Ergusses im unteren Sprunggelenk (USG) und dessen Tiefe, das Vorhandensein einer Bursitis subachillae, deren Tiefe und das Vorliegen eines PD-Signals innerhalb dieser Bursitis, das Vorhandensein eines Calcaneus-Defektes oder Sporns am Ansatz der Plantarfaszie und das Vorliegen von Teilrupturen in der AchS. Alle diese genannten Parameter kamen in der Kontrollgruppe seltener vor. Die Gruppen SpA und nonSpA unterschieden sich jedoch nicht voneinander. Der anschließend aufgestellte „Rückfuß-Score“ wurde als Summenscore gebildet. Er enthielt folgende elf Parameter: Achillessehnentendinitis, Power-Doppler-Signal über der AchS, Teilrupturen innerhalb der AchS, Bursitis subachillae, Power-Doppler-Signal innerhalb der Bursa, Sporn am Ansatz der Achillessehne, Calcaneus-Defekt, Sporn am Ansatz der Plantarfaszie, Echogenität der Plantarfaszie, Power-Doppler-Signal über der PF, Erguss im unteren Sprunggelenk. Auch die verkürzte Version mit Parametern, die sich zuvor als unterschiedlich erwiesen hatten, zeigte keinen weiteren Erkenntnisgewinn.

Fazit: Es konnten keine Unterschiede zwischen Patienten mit entzündlich bedingtem und nicht entzündlich bedingtem Rückenschmerz bezüglich der in der Sonographie ersichtlichen Veränderungen des Rückfußes eruiert werden. Es ergeben sich im Vergleich mit einer gesunden Kontrollgruppe Unterschiede dahingehend, dass Patienten mit Rückenschmerzen generell häufiger auch entzündliche und/oder degenerative Veränderungen an den Füßen aufweisen, als gesunde Menschen ohne Rückenschmerzen. Möglicherweise liegt eine Ursache hierfür in der veränderten Statik der Wirbelsäule und damit vermehrten Fehlbelastung der Füße und ihres Halteapparates. Die Diagnose einer SpA lässt sich jedoch nicht alleine mit Hilfe der Sonographie des Rückfußes eines

Patienten stellen. Sie kann jedoch zur Diagnostik und Bewertung der peripheren Beteiligung bei Patienten mit Rückenschmerzen und/oder Schmerzen im Fersenbereich nützlich sein.

7 ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS

ABBILDUNGEN

Abbildung 1.1 Modifizierte New York-Klassifikationskriterien für ankylosierende Spondylitis.....	7
Abbildung 1.2 Konzept der axialen Spondyloarthritis.....	8
Abbildung 1.3 ASAS-Klassifikationskriterien für axiale SpA.....	9
Abbildung 2.1 Dokumentationsbogen Rückenschmerzsprechstunde	17
Abbildung 2.2 Fragebogen zu Lebensgewohnheiten.....	19
Abbildung 2.3 Teilrupturen der Achillessehne mit Vernarbung	23
Abbildung 2.4 Calcaneus-Defekt = Knochenerosion.....	23
Abbildung 2.5 Calcaneussporn = Osteophyt am Calcaneus.....	24
Abbildung 2.6 Echogenität der Plantarfaszie	25
Abbildung 2.7 Normale Achillessehne mit normal großer Bursa subachillae	26
Abbildung 2.8 Tendinitis im B-mode Grad 1-3	27
Abbildung 2.9 Bursitis im B-mode Grad 1-3.....	28
Abbildung 2.10 Gelenkerguss im B-mode, Grad 1-3, als Beispiel im USG	29
Abbildung 2.11 Bursitis im PD-mode Grad 1-3	31
Abbildung 2.12 Tendinitis im PD-mode Grad 1-3.....	32
Abbildung 3.1 Altersverteilung der einzelnen Gruppen.....	46
Abbildung 3.2 Verteilung des Body-mass-Indexes der einzelnen Gruppen	47
Abbildung 3.3 Verteilung der Sportgewohnheiten innerhalb der einzelnen Gruppen...47	47
Abbildung 3.4 Verteilung der signifikant unterschiedlichen Skalen-Messwerte innerhalb der Gruppen.....	49
Abbildung 3.5 Verteilung der signifikant unterschiedlichen ja/nein-Merkmale nach Gruppen.....	50
Abbildung 3.6 Verteilung der signifikant unterschiedlichen semiquantitativen Merkmale nach Gruppen	50
Abbildung 3.7 „11-Merkmale-Score“: Verteilung auf die einzelnen Gruppen und Darstellung der Unterschiede.....	53
Abbildung 3.8 „6-Merkmale-Score“: Verteilung auf die einzelnen Gruppen und Darstellung der Unterschiede.....	55

TABELLEN

Tabelle 3-1 Gruppenverteilung mit Zusammensetzung der einzelnen Untergruppen ...36

Tabelle 3-2 Altersverteilung der einzelnen Gruppen36

Tabelle 3-3 BMI-Verteilung der einzelnen Gruppen37

Tabelle 3-4 Vergleich der Gruppe "Gesunde und Sportler" mit den Normwerten von Schmidt et al.38

Tabelle 3-5 Erkrankungsmerkmale Gruppe 2 im Vergleich zu Gruppe 348

8 ABKÜRZUNGEN

AS	Ankylosierende Spondylitis
AchS	Achillessehne
ASAS	A ssessment of S pondylo A rthritis international S ociety
axSpA	axiale Spondyloarthritis
bds.	beiderseits
BMI	Body-mass-Index
BMP's	bone morphogenetic proteins
BSG	Blutsenkungsgeschwindigkeit
CED	chronisch entzündliche Darmerkrankung
CrP	C-reaktives Protein
DEGUM	DE utsche G esellschaft für U ltraschall in der M edizin e. V.
ESSG	EU ropean S pondyloarthropathy S tudy G roup
EULAR	E uropeen L eague A gainst R heumatism
GUESS	G lasgow U ltrasound E nthesitis S coring S ystem
MASEI	MA drid S onographic E nthesis I ndex
Max	Maximum
MEI	M ander E nthesitis I ndex
MHz	MegaHerz
Min	Minimum
mm	Millimeter
mNY-Kriterien	modifizierte New-York-Kriterien
MRT	Magnetresonanztomographie
MW	Mittelwert
N/n	Number, Anzahl
nr-ax SpA	nicht-röntgenologische axiale SpA
NSAR	nichtsteroidale Antirheumatika
OMERACT	O utcome ME asures in R heum A tology C linical T rials
OSG	oberes Sprunggelenk
PD	P ower D oppler
PF	Plantarfaszie
PsA	Psoriasisarthritis

ReA	Reaktive Arthritis
SD	Standard deviation, Standardabweichung
SEI	S onographic E nthesitic I ndex
SIG	Sakroiliakalgelenk
SpA	Spondyloarthritis
TNFalpha-Blocker	Tumornekrosefaktor-alpha-Blocker
TNG	Talonavicular-Gelenk
US	Ultraschall
USG	unteres Sprunggelenk
uSpA	undifferenzierte Spondyloarthritis
Wnt	Wingless

9 SELBSTSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG

Ich, Anna Amtenbrink, erkläre hiermit, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „**Eignet sich die Sonographie der Ferse als Screeningparameter zur Diagnosestellung einer Spondyloarthritis?**“ selbstständig und ohne die Hilfe Dritter verfasst habe. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt.

Ort/Datum

Unterschrift

10 DANKSAGUNG

Ich bedanke mich bei allen, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt haben:

Marina Backhaus, Martin Rudwaleit, Joachim Sieper, Gerd-Rüdiger Burmester, Wolfgang Schmidt, Bernd Schicke, Hildrun Haibel, Inge Spiller, Henning Brandt, Renate Lies, Regina Schlieder, Lydia Naumann, Sarah Ohrndorff, Erik Taupitz, Marie Amtenbrink, Johannes Amtenbrink und Irmgard Janning-Amtenbrink.

11 LEBENS LAUF

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Anmerkung

Teilergebnisse aus der folgenden Promotionsarbeit wurden bereits auf medizinischen Fachkongressen (EULAR – European League against Rheumatism 2007, DGRh – Deutsche Gesellschaft für Rheumatologie 2007) als Posterbeiträge vorgestellt.