

3. Material und Methoden

Patienten:

Es wurde eine retrospektive Analyse von Magnetresonanztomografien sowie Röntgenbildern (bzw. Computertomogrammen) von 186 SIG in 93 Patienten mit entzündlichem Rückenschmerz durchgeführt (56 Männer, 37 Frauen, Durchschnittsalter 32.2 Jahre, mindestens 16 Jahre; siehe **Tabelle 2**).

Der entzündliche Rückenschmerz wurde nach der bereits oben ausgeführten Definition von Calin et al. durch ambulant tätige Rheumatologen diagnostiziert. Ebenfalls wurden der Status für HLA-B27 und die Krankheitsdauer erfaßt (der Beginn der Schmerzsymptomatik wurde als Krankheitsbeginn unterstellt). Alle Patienten erfüllten die o.g. ESSG-Kriterien für Spondyloarthritiden. Entsprechend trafen erwähnten New York Kriterien für AS-Patienten zu. Die Psoriasis wurde nach Bestätigung durch einen Dermatologen diagnostiziert; eine chronisch entzündliche Darmerkrankung bedurfte entsprechender klinischer Beschwerden und typischer Histologie in der Schleimhautbiopsie. ReA wurde bei Fällen diagnostiziert, wenn eine klinisch symptomatische Infektion des Urogenital- oder Gastrointestinaltraktes dem Beschwerdebeginn vorausgegangen war ⁽⁶³⁾.

Basierend auf der radiologischen Klassifikation nach den o.g. New York Kriterien erfolgte die Einteilung der untersuchten Patienten in zwei Gruppen (siehe **Tabelle 2 auf Seite 30**, sakroiliakale Veränderungen < oder ≥ Grade II bilateral):

- Gruppe 1: 62 Patienten in frühen Stadien der SpA (Krankheitsdauer 1 Monat bis 7 Jahre). Radiologische Veränderungen überschritten nicht Grad 2 unilateral bzw. Grad 1 bilateral. Davon hatten 48 Patienten eine uSpA. Eine Untergruppe wurde als nonAS/uSpA bezeichnet und umfaßte 5 Patienten mit PsA, 4 Patienten mit ReA sowie 5 Patienten mit AIBD.
- Gruppe 2: 31 Patienten mit fortgeschrittener Erkrankung, welche die modifizierten New York Kriterien für Ankylosierende Spondylitis erfüllten. Alle

Patienten dieser Gruppe hatten mindestens eine 4jährige Krankheitsdauer und außerdem die zur Diagnosestellung erforderlichen radiologischen Veränderungen der SIG mind. Grad II bilateral oder \geq Grad III unilateral.

- Im weiteren wurde eine Subgruppe aus der Gruppe 1 mit sehr frühem Erkrankungsstadium gebildet, dazu war die Krankheitsdauer auf maximal $\frac{1}{2}$ Jahr begrenzt. In dieser Subgruppe gab es 28 Patienten.
- Eine weitere statistische Betrachtung beobachtete nur die MR-tomografisch akut entzündlich veränderten SIG.

Technik:

Zur Untersuchung der Patienten wurden 1,5-Tesla-MR-Tomografen (Magnetom sowie Magnetom Vision; beide Firma SIEMENS, Erlangen) verwendet. Die Untersuchung erfolgte jeweils mittels der Körperspule.

Die Bilddokumente folgendes in der Routinediagnostik gewöhnlich angewandten Sequenzprotokolls (⁶⁴) wurden verwandt:

Sequenzprotokoll der MRT-Untersuchungen

- Ausgangsmessung (Localizer) in sagittaler Richtung; daran Ausrichtung der folgenden Messungen, welche mit etwa 45° paraxial zur Körperlängsachse entlang der Vorderkante des Os sacrum gekippt wurden, um möglichst einen maximalen Verlauf der Sakroiliakalgelenke darzustellen.
- T1-gewichtete Turbospinechosequenz: Repetitionszeit (repetition time, TR) 500 ms, Echozeit (echo time, TE) 10 ms, Schichtdicke(slice, SL) 4 mm, 2 Wiederholungen (acquisitions), Matrix 360*512, Dauer 3'40".
- T2*-gewichtete opposed-phase Gradienten-Echosequenz: TR 350 / TE 12 ms, Flap-Winkel (flap angle) 30° , SL 4 mm, 2 Wdh., 256*256, 6'.
- STIR-Sequenz (=short tau inversion recovery): TR 4000 / Inversionszeit (inversion time, TI) 150 / TE 60 ms, SL 4 mm, 1 Wdh., 242*256, 3' (aus technischen Gründen erst seit 1996 bei 62 Patienten durchgeführt).

- kontrastmittelverstärkte dynamische FLASH-Sequenz (nach i.v.-Gabe von 0,1 mmol/kg Körpergewicht Gadolinium-DTPA [Magnevist®]):
TR 50 / TE 7 ms, Fl. 70°, SL 5 mm, 2 Wdh., 256*256, 7 * 53“.

Die Untersuchungssequenzen enthielten die üblichen Vorsättigungspulse, um Artefakte durch den Blutfluß in den großen Beckengefäßen zu unterbinden.

Die Bildgebung wurde in Zusammenarbeit mit Herrn PD Dr. M. Bollow (ehem. Oberarzt der Radiologischen Abteilung der Charité der Humboldt-Universität Berlin; jetzt Chefarzt der Radiologischen Abteilung des Augusta-Krankenhauses Bochum) visuell nach pathologischen Befunden beurteilt. Es erfolgte die Einteilung des Gesamtbefundes entsprechend den von Bollow et al. veröffentlichten Kriterien ⁽⁶⁵⁾.

Im Rahmen der Befundung wurden auch die vom jeweiligen Patienten vorhandenen Röntgenbilder (Röntgen-Beckenübersicht bzw. Knochenfenster der CT der SIG) berücksichtigt.

Beurteilung der Befunde

Besonderes Augenmerk wurde auf die Differenzierung der verschiedenen anatomischen Strukturen gelegt, welche auf anatomischer und histologischer Basis abgegrenzt wurden.

Differenzierte anatomische Strukturen	
1 - ventrales Kavum	2 - dorsales Kavum
3 - ventrale Gelenkkapsel	4 - dorsale Kapsel
5 - Subchondrium ventral	6 - Subchondrium dorsal
7 - Knochenmark (diffuse/fokale Entzündg.)	8 - Enthesien
9 - Ligamente	
iliakale vs. sakrale Veränderungen	

Eine anatomische sowie schematische Übersicht hierzu gibt das auf der folgenden Seite dargestellte **Bild 2**.

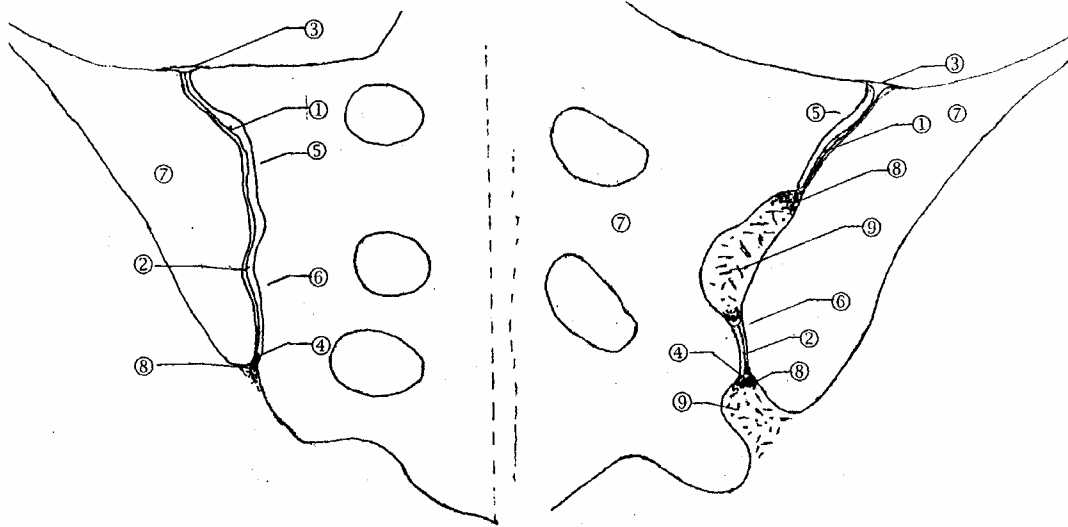
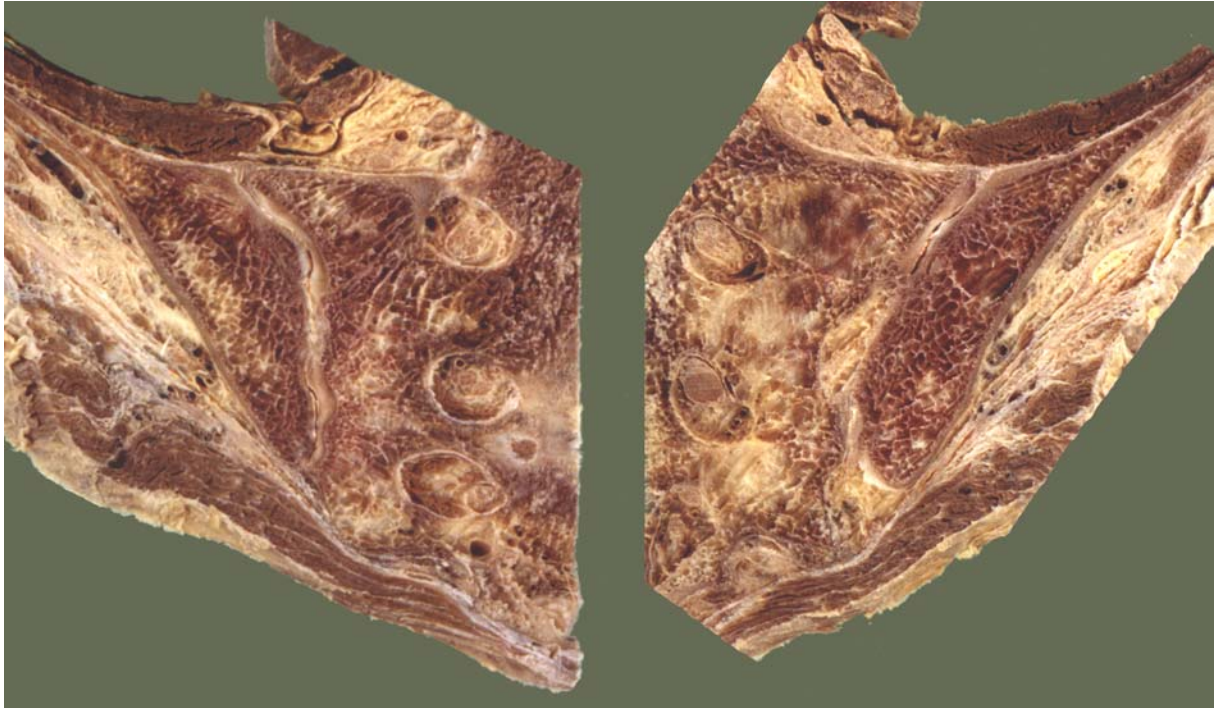


Bild 2 Anatomischer Schnitt durch die Region der Sakroiliakgelenke eines 65 Jahre alten Mannes (oben), darunter skizziertes Schema der Verteilung der in dieser Studie differenzierten Strukturen
linke Bildhälfte = kraniale, rechte Bildhälfte = kaudalere Schnitfführung
Numerierung entsprechend der vorgenannten tabellarischen Aufstellung

Die Einteilung ventral / dorsal wurde spontan getroffen, es gibt keine weitere abgrenzende anatomische Struktur.

Die Gelenkkapsel schließt das Gelenkkavum gegen die Umgebung ab. Eine Kapselbeteiligung geht im Gegensatz zum physiologischen Kapsel-Enhancement mit einer hohen und steil ansteigenden Kontrastierung in der dynamischen, kontrastmittelgestützten Untersuchung und mit einer Kapselverdickung einher. Die perikapsulären Weichteile (subperiostales Fettgewebe und periartikuläre Muskeln) sind immer ausgespart – im Gegensatz zur differentialdiagnostisch wichtigen septischen Sakroiliitis (morphologisch "Lavaspaltenphänomen" durch destruktive Ausbreitung (⁶⁶)).

Als Gelenkkavum wird der von sakraler und iliakaler Seite durch Gelenkknorpel und im sonstigen von der Gelenkkapsel abgeschlossene Raum zwischen Os sacrum und Os ilium bezeichnet. Darin eingebettet kann als Entzündungskorrelat im Sinne eines Pannus ein gefäß- und zellreiches synoviales Gewebe existieren. Im Falle einer Inflammation findet sich ein starkes Kontrast-Enhancement nach Gadolinium-DTPA.

Subchondrale Knochenbeteiligungen kommen (direkt dem Kavum anliegend) als signalarme bis signalfreie Säume in allen Sequenzen zur Darstellung und weisen nach Applikation von Kontrastmittel keine Signalzunahme auf.

Als Knochenmarksbeteiligung, histologisch auch als Osteitis zu betrachten, werden gelenkbenachbarte Knochenmarkareale mit hohem und steilem Kontrast-Enhancement (durch neugebildete Blutgefäße, histologisch erhöhter Zellgehalt) bezeichnet. Sie zeigen sich hypointens in nativen T₁-gewichteten Bildern, intermediär in T₂*-gewichteten Bildern und hyperintens in STIR-Sequenzen. Bei dem differentialdiagnostisch zu berücksichtigenden reinen Knochenmarködem verläuft im Gegensatz zur Osteitis die Signalintensitäts-Zeit-Kurve nach Kontrastmittelgabe sehr viel flacher. Die Separation von fokaler und diffuser Knochenmarksbeteiligung wurde unter der Hypothese gewählt, daß diffuse Veränderungen eher einem Spätstadium des Entzündungsprozesses entsprechen könnten.

Im Knochenmark können umschriebene bis generalisierte Verfettungen zur Darstellung kommen, welche dem Ersatz des hämatopoetisch aktiven Knochenmarks durch reines Fettmark entsprechen. Sie weisen in T₁-gewichteten Bildern eine

hyperintense, in T_2^* -gewichteten Bildern eine intermediäre bis hypointense Signalcharakteristik auf. Da in der STIR-Sequenz Fettprotonen nicht zum Signal beitragen, stellen sich die periartikulären Fettakkumulationen hypointens bis signallos dar. Diese Verfettungen sind nicht mit einer Beteiligung des Knochenmarks im Rahmen eines aktiven Entzündungsprozesses (s.o.) zu verwechseln.

Der Term „Enthesien“ wurde in dieser Auswertung nur für die unmittelbar gelenknahen Insertionsstellen der Ligamenta sacro-iliacale posterior bezeichnet, da sich selbige dort am leichtesten differenzieren lassen. Formal histomorphologisch können jedoch auch Übergänge von Kapsel-Knochen und Knorpel-Knochen als Enthesien bezeichnet werden. Diese sind aber, auch unter Anwendung der kontrastverstärkten MRT nicht ausreichend sicher von der Umgebung zu trennen, weshalb eine Beschränkung auf die o.g. Lokalisation erfolgte. Die Übergänge von dorsalem Kavum und dorsaler Gelenkkapsel in die Enthesien sind teilweise fließend.

Der Terminus "Ligament" wurde nur für die Bandstrukturen im Bereich des Spatium retroarticulare verwendet. Hier lassen sich bei Entzündungen deutliche Verdickungen und Flüssigkeitseinlagerungen mit Verdrängung des zwischengelagerten Fettgewebes nachweisen.

Als Zeichen der chronischen Entzündung treten periartikuläre Knochenknospen und transartikuläre Knochenbrücken auf, diese Ankylosezeichen sind mittels CT am besten darzustellen. MR-tomografisch zeigen sich signalarme bis signallose Unterbrechungen des Gelenkknorpels und im Zeitverlauf zunehmende transartikuläre Knochenbrücken. Diese Ankylosebezirke sind zunächst in allen Sequenzen hypointens. Bei kompletter Ankylose kann die gesamte neugebildete spongiöse Knochenstruktur fettig degeneriert sein und ein entsprechendes MR-tomografisches Muster abgeben (siehe oben).

Die separate Betrachtung von iliakal- und sakralseitiger Beteiligung fand statt, da sich in diversen radiologischen Publikationen führende iliakale Sklerosierungen nachweisen ließen.

Auswertung:

Die gewonnenen Daten wurden mittels der PC-Software „SPSS für Windows, Version 9.0“ statistisch ausgewertet. Es wurden Standard-Methoden verwendet: Chi-Quadrat-Test, McNemar-Test (mit Bonferroni-Korrektur für Mehrfachtests) und Mann-Whitney-U-Test. Eine diesbezügliche fachlich-statistische Beratung erfolgte freundlicherweise durch Herrn Dr. rer. nat. Gösta Poch (seinerzeit am Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie des Universitätsklinikums Benjamin Franklin der Freien Universität Berlin).