

2 Material und Methoden

2.1 Probandenkollektiv

Zur Darstellung der Prävalenz des M. Scheuermann wurden die Röntgenbilder, die im Rahmen der europäischen Studie zur vertebrealen Osteoporose (EVOS) gewonnen wurden, ausgewertet. Diese Daten wurden im Zeitraum von 1991 bis 1993 als Zufallsstichproben der europäischen Bevölkerung erhoben³¹. Die Stichproben wurden aus 36 Zentren in 19 europäischen Ländern erhoben, im Sinne einer Bevölkerungsquerschnittsstudie. Es wurden 7893 Männer und 9000 Frauen im Alter von 50 bis 85 Jahren untersucht. Insgesamt beteiligten sich 16893 Probanden an der Studie. Von den EVOS-Teilnehmern wurden standardisierte, konventionelle seitliche Röntgenaufnahmen der Brust- und Lendenwirbelsäule angefertigt³².

Tabelle 2.1: Probandenkollektiv.

ID	Zentrum	gesamt	Männer	Frauen
1	Bochum	582	316	266
2	Pellenberg	387	165	222
6	Lyon	555	293	262
8	Berlin/Potsdam	543	284	259
9	Berlin/UKBF	504	253	251
10	Lübeck	441	260	181
11	Heidelberg	594	301	293
13	Athen	286	65	221
14	Budapest	631	307	324
17	Siena	391	195	196
18	Mailand	77	27	50
19	Rotterdam	496	246	250
20	Oslo	599	297	302
21	Warschau	607	303	304
22	Oporto	207	93	114

ID	Zentrum	gesamt	Männer	Frauen
24	Barcelona	80	46	34
25	Madrid	401	185	216
26	Las Palmas	266	65	201
28	Malmö	598	298	300
30	Istanbul	632	276	356
31	Bath	211	105	106
32	Harrow	773	250	523
33	Aberdeen	601	303	298
34	Truro	416	196	220
35	Moskau	414	173	241
36	Zagreb	224	54	170
37	Graz	616	303	313
38	Stettin	514	243	271
39	Jena	605	312	293
40	Oviedo	621	306	315
41	Prag	437	276	161
43	Erfurt	566	272	294
45	Sheffield	375	0	375
46	Piestany	630	318	312
47	Berlin/Charité	497	241	256
58	Azoren	516	266	250
	gesamt	16893	7893	9000

2.2 Methoden

2.2.1 Röntgenaufnahmeverfahren

Die Röntgenaufnahmen der Studienteilnehmer wurden nach einem Standardprotokoll angefertigt³².

Die Röntgenaufnahmen wurden in linker Seitenlage durchgeführt, wobei man darauf bedacht war, Skoliosen auszugleichen. Der Proband wurde so gelagert, dass die Wirbelsäule parallel zur Filmebene zu liegen kam, damit Verprojizierungen der Wirbelkörper reduziert wurden. Es wurde ein Film-Focus-Abstand von 120 cm empfohlen. Der Wirbelsäulen-Film-Abstand wurde protokolliert. Auf anterior-posterior Aufnahmen wurde auf Grund der zusätzlichen Strahlenexposition ganz verzichtet. Die seitliche BWS-Aufnahme erfolgte mittels einer bestimmten Veratmungstechnik, welche speziell dafür entwickelt wurde. Der Proband atmet während der Aufnahme tief ein und aus, die Expositionszeit beträgt ein bis vier Sekunden, wobei durch die Bewegung die Lungenstruktur, die Rippen, sowie die Zwerchfellschenkel verwischt wurden. Dadurch werden die Brustwirbelkörper überlagerungsfrei dargestellt. Trotz der Verwendung von Al- und Cu-Filtern ist die Strahlenexposition gering höher als bei der Routineaufnahme der BWS³³.

Um den thorakolumbalen Übergang ausreichend gut darstellen zu können, wurde der Zentralstrahl in Höhe BWK7 bzw. LWK2 fokussiert. Bei den üblichen Röntgenaufnahmen wird auf den 6. BWK und den 3. LWK fokussiert. Dadurch wird der BWK12 sowohl auf der BWS-, als auch auf der LWS-Aufnahme dargestellt. Die Identifizierung der Wirbelkörper ist dadurch vereinfacht³³.

2.2.2 Geometrische Vermessung der Wirbelkörper und manuelle, digitale Auswertung der Röntgenfilme

Zur Beurteilung von Wirbelkörperdeformitäten ist die visuelle Unterscheidung von osteoporotischen und degenerativen Veränderungen nötig. Wichtig ist dafür die Ver-

messung der Wirbelkörper, um Höhenminderungen festzustellen. Die Auswertung der Wirbelkörper erfolgte semiautomatisch in fortlaufender Reihenfolge von BWK4 bis LWK4. Auf der BWS-Aufnahme werden die Wirbelkörper BWK4 und BWK12, auf der LWS-Aufnahme BWK12 und LWK4 zur besseren Orientierung gekennzeichnet. Die Definition der Wirbelkörperhöhen wurde durch sechs Punkte gegeben. Um die Meßbereiche festlegen zu können, wurde der Wirbelkörper in fünf vertikale Segmente eingeteilt. Die anteriore Höhe wurde im vorderen Fünftel als kleinster Abstand der Deckplatten berechnet. Degenerative Veränderungen am vorderen Wirbelkörper wurden nicht mit eingerechnet. Die mittlere oder zentrale Wirbelkörperhöhe liegt in den mittleren drei Fünftel des Wirbelkörpers und stellt den geringsten Abstand der Endplatten zueinander in diesem Bereich dar. Im hinteren Fünftel wurde die posteriore Höhe gemessen, indem der größte Abstand der Endplatten zueinander markiert wurde. Anhand der Meßpunkte und der daraus bestimmten anterioren (a), medialen (m) und posterioren (p) Höhe ist es möglich, Wirbelkörperdeformierungen zu bestimmen. Dies erfolgt sowohl anhand des Verhältnisses der Höhen zueinander (a/p und m/p), als auch im Bezug zu den benachbarten Wirbeln. Die semiautomatische geometrische Vermessung erfolgte anhand eines eigens dafür entwickelten Algorithmus. Des Weiteren erfolgt die statistische Auswertung der geometrischen Daten mit verschiedenen Verfahren und Frakturdefinitionen. Eine Wirbelkörperdeformierung ist definiert, wenn die anteriore oder mittlere Höhe um mehr als 25% im Vergleich zur posterioren Höhe vermindert ist. Die Meßdaten wurden in eine Datenbank übertragen und dort errechnet. Anhand eines Wirbelkörperpräparats wurde die Reproduzierbarkeit und Richtigkeit geprüft und eine Genauigkeit von 0,5% vom Nominalwert erreicht³³. Der mittlere Reproduzierbarkeitsfehler liegt bei weniger als 0,9%³³. Anschließend wurden die Wirbelkörper nach radiologischen Zeichen des M. Scheuermann visuell beurteilt.

2.2.3 Radiologische Zeichen des M. Scheuermann

2.2.3.1 Brustwirbelsäulenhyperkyphose

Eine vermehrte Brustwirbelsäulenkyphose ist ein Kriterium für einen M. Scheuermann. Gemessen wird der Kyphosewinkel, indem man Parallelen zur Deckplatte der Wirbel am oberen und unteren Ende der Kyphose zieht. Normale Werte sind 20-40 Grad²⁴. Das Vorliegen einer Hyperkyphose der BWS wurde in diesem Fall nicht ausgemessen, sondern visuell beurteilt.



Abbildung 1: Brustwirbelsäulenhyperkyphose.

2.2.3.2 Schmorlsche Knorpelknötchen

Ein Schmorlsches Knorpelknötchen wurde definiert als ein meist rundlicher Defekt, umgeben von einem Sklerosesaum in den vorderen beiden Dritteln der Deck- oder Grundplatten, welcher einem Vorfall von Bandscheibengewebe durch die knorpelige Deck- bzw. Grundplatte in die Spongiosa des Wirbelkörpers entspricht. Durch die Verkalkung des Bandscheibengewebes stellt sich dies als rundlicher Defekt im Wirbelkörper dar.



Abbildung 2: Schmorlsches Knorpelknötchen.

2.2.3.3 Unregelmäßigkeit der Grund- und Deckplatten

Die unregelmäßige Konturierung der Deck- oder Grundplatten stellt sich durch kleinste Diskusimpressionen dar. Dies entspricht einer minimalen Manifestation von Schmorlschen Knorpelknötchen.

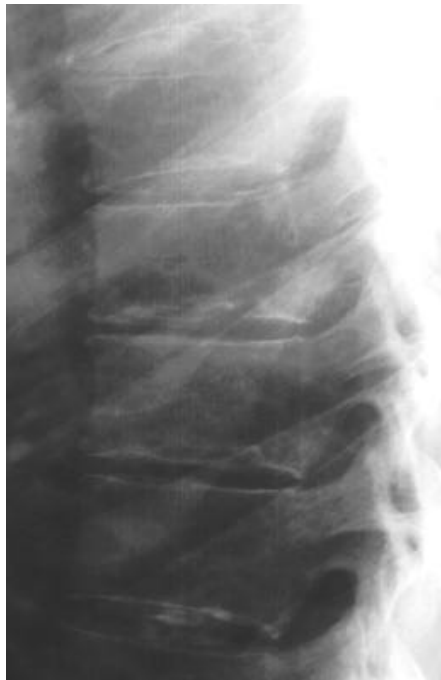


Abbildung 3: Unregelmäßigkeit der Grund- und Deckplatten.

2.2.3.4 Edgren-Vaino-Zeichen

Ein Edgren-Vaino-Zeichen wurde beschrieben, wenn an einem Wirbelkörper ein Schmorlsches Knötchen auftrat und kompensatorisch am gegenüberliegenden Wirbelkörper Knochenwachstum in Form eines vorgebuckelten Knochenvorsprung in das Schmorlsche Knötchen vorlag.

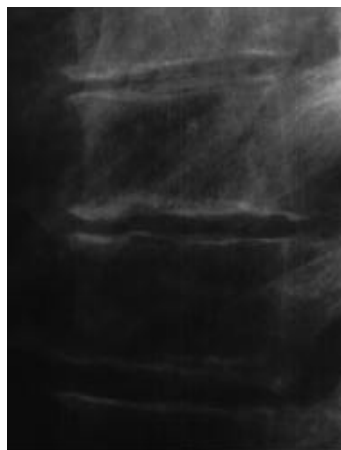


Abbildung 4: Edgren-Vaino-Zeichen.

2.2.3.5 Zwischenwirbelraummindering

Ein weiteres häufig auftretendes Kriterium für einen M. Scheuermann ist die Verschmälerung der Zwischenwirbelabschnitte, welche im Verhältnis zu der Höhe der anderen Zwischenwirbelräumen gesehen wird.



Abbildung 5: Zwischenwirbelraummindering.

2.2.3.6 Keilwirbel

Die Keilwirbel wurden bestimmt, indem man die anteriore Wirbelkörperhöhe durch die posteriore Wirbelkörperhöhe teilt und sich dabei ein Index von unter 75% ergibt. Die Keilwirbelbildung entspricht einer Höhenminderung im Bereich des anterioren

Wirbelkörpers. Es werden die osteoporotischen von den degenerativen Keilwirbeln unterschieden.



Abbildung 6: Keilwirbel.

2.2.3.7 Degenerative Veränderungen nach Kellgren Grad 1-4

Die Einteilung der degenerativen Veränderungen in fünf Schweregraden nach Kellgren¹³ bezieht sich auf das Ausmaß der Spondylophytenbildung, sowie der Verminderung des Zwischenwirbelraums, und wurde in der vorliegenden Arbeit zusammengefasst als Grad 0-1 für keine bis geringe degenerative Veränderungen, als Grad 2-3 für mittelschwere degenerative Veränderungen und als Grad 4 für schwere degenerative Veränderung. Diese Unterteilung ist wichtig im Bezug auf die Beurteilbarkeit der radiologischen Veränderungen des M. Scheuermann. Bei Vorliegen eines Kellgren Grad 4 wird es unter Umständen schwer, die radiologischen Zeichen des M. Scheuermann zu erkennen bzw. richtig zu deuten.

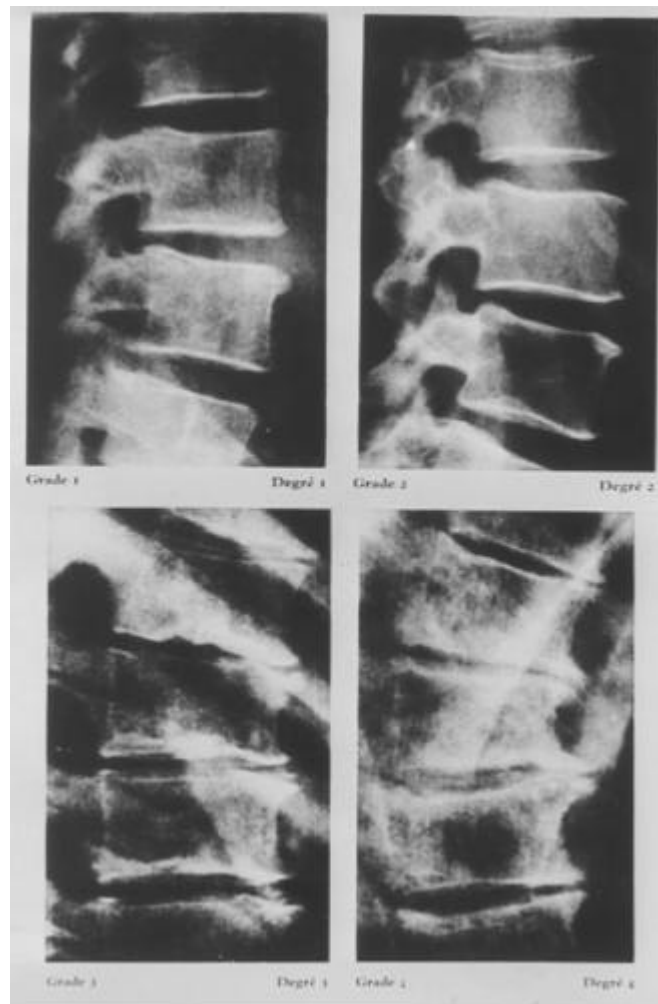


Abbildung 7: Einteilung der degenerativen Veränderungen nach Kellgren Grad 1-4.

2.2.4 Auswertungsverfahren

Die Röntgenbilder (jeweils 16893 der BWS und der LWS) wurden digitalisiert, auf CD's gespeichert und mit Hilfe des PC-Programms Microsoft Photo Editor 97 ® begutachtet. Für die Diagnose konnten die Parameter Helligkeit, Kontrast und Bildgröße eingestellt werden. Die Ergebnisse wurden in die Tabellen mit den Patientendaten, die im Microsoft Excel 97-Format vorlagen, eingetragen.

2.2.5 Datenbank

Die Meßdaten wurden online vom Digitalisierungsboard in eine Datenbank eingelesen. Diese enthält folgende Daten: die absolute Wirbelkörperhöhe (anterior, medial und posterior) der Wirbelkörper BWK4 bis LWK4, die Deformations-Indizes a/p, m/p, p/p1up, p/p2up, p/p1low, p/p2low (siehe 2.2.2), Angaben zu Nebenbefunden und den radiologischen Befund zur Genese der Deformationen. Anschließend wurden die Daten in eine Excel-Datei (Programm Microsoft Excel 97 ®) übertragen. Zusätzliche wurden die folgenden Informationen in die Excel-Datei eingegeben: Ursache der Deformation (osteoporotisch, degenerativ, traumatisch, M. Scheuermann, M. Bechterew, M. Forestier), Anzahl der Frakturen, Deformationsform (keilförmig, konkav, bikonkav, crushed). Bei einer keilförmigen Deformation liegt der a/p-Index unter 75% und es liegt kein Einbruch der Grund- oder Deckplatte vor. Konkav bezeichnet eine mittlere Höhenminderung des Wirbelkörpers mit Einbruch der Grund- oder Deckplatte. Bei der bikonkaven Deformierung ist ebenso die mittlere Höhe des Wirbelkörpers vermindert, allerdings liegt hier ein Einbruch sowohl der Grund- als auch der Deckplatte vor. Bei dem crushed Wirbelkörper sind die anteriore, die mediale und die posteriore Höhe vermindert. Als ergänzende Informationen wurden die jeweilige Screen-Nummer des Studienteilnehmers, das Geburtsdatum und das Geschlecht in die Datei eingetragen³³.

2.2.6 Definition des M. Scheuermann

Ein M. Scheuermann liegt definitionsgemäß vor, sobald entweder drei der unter 2.2.3 genannten röntgenologischen Zeichen oder das Edgren-Vaino Zeichen auftreten²⁴. Allerdings muß eines der drei Kriterien entweder ein Schmorlsches Knorpelknötchen oder Unregelmäßigkeit der Grund- und Deckplatten sein. Wenn lediglich eine Hyperkyphose der BWS, eine Zwischenwirbelraumminde- rung und ein Keilwirbel vorliegen, wäre das zwar laut Definition ein M. Scheuermann, das Röntgenbild entspricht dennoch nicht diesem. Aus diesem Grund muss ein Kriterium der drei genannten zumindest ein Schmorlsches Knorpelknötchen oder die Unregelmäßigkeit der Grund- und Deckplatten sein. Ein weiterer Punkt war die Frage, ob es sich um degenerativ ver-

änderte oder um osteoporotisch veränderte Keilwirbel handelte. Als Kriterium für einen M. Scheuermann zählen nur die degenerativen Keilwirbel. Diese zeigen die typischen Veränderungen wie Spondylophyten in unterschiedlichem Ausmaß und die Verminderung der Wirbelkörperzwischenräume. Zum Teil ist der Durchmesser in anterior-posterior-sagitaler Richtung vergrößert³³.