

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Material

#### 2.2.1 Patienten und Probanden

301 männliche Patienten und Probanden wurden einer Knochendichtemessungen unterzogen und zu Vorerkrankungen und Ernährung befragt. Diese Zahl entspricht ca. 20 % des gesamten Patientenkollektivs, welches in diesem Zeitraum eine Knochendichtemessung erhielt. Bei 63 dieser 301 Männer handelte es sich um Teilnehmer an epidemiologischen Studien. Insgesamt sind 526 Untersuchungen mit mindestens 2 der 3 beschriebenen Osteodensitometrie – Methoden durchgeführt worden (QCT-LWS, p-QCT Radius, SPA Calcaneus).

238 Männer wurden mit verschiedenen Diagnosen zur osteodensitometrischen Untersuchung überwiesen (Tab.1):

Tabelle 1: Diagnosegruppen

<u>Überweisungsindikation</u>	<u>N</u>	<u>Überweisungsindikation</u>	<u>N</u>
Wirbelsäulenerkrankung	5	Kortisontherapie	37
Hyperparathyreoidismus	7	Hypophysenerkrankungen	34
Frakturen, multiple	9	Epidemiologische Studien	63
Osteoporoseverdacht	23	Gastrointestinale Störungen	64
Hormonmangel (Testosteron)	23	Sonstige	<u>8</u>
Chemotherapie (M. Hodgkin)	28	Insgesamt	301

5 Patienten mit Wirbelsäulenerkrankungen litten an Spondylitis ankylopoetica oder an Morbus Scheuermann. Bei 7 Patienten wurde ein Hyperparathyreoidismus diagnostiziert. Sie wiesen alle einen Parathormonspiegel über dem oberen Normwert von 72 ng/l auf. "Multiple Frakturen" (d.h. Frakturen, die an mindestens 3 verschiedenen Skelettlokalisationen auftraten und ohne adäquates Trauma entstanden waren) lautete die Überweisungsindikation bei 9 Patienten.

23 Patienten wurden zur Knochendichtemessung überwiesen, weil anhand von Röntgenbildern der Verdacht auf eine Osteoporose ohne nachweisbare Wirbelkörperfraktur gestellt wurde. Unter den männlichen Patienten mit

Hormonstörungen wurden 23 Patienten zusammengefaßt, die einen Testosteronmangel bei primärem Hypogonadismus, Klinefelter Syndrom oder nach bilateraler Kastration aufwiesen. 28 Patienten hatten eine Chemotherapie bei Morbus Hodgkin nach dem COPP/ABVD -( Cyclophosphamid, Vincristin = Oncovirin, Procarbazin, Prednison / Doxorubicin = Adriablastin, Bleomycin, Velbe, Dacarbazin) Schema erhalten. Die Gruppe der Kortisontherapierten bestand überwiegend aus Männern mit Lungenerkrankungen oder chronischer Polyarthritits (N=37). Zu den 34 an Hypophysenerkrankungen leidenden Patienten gehörten diejenigen mit Hypophysenvorderlappen - Tumoren nach entsprechender Therapie oder Patienten mit Akromegalie. Das größte Patientenkollektiv, das zur Knochendichtemessung einbestellt wurde, bestand aus 64 Patienten mit gastrointestinalen Störungen. Von ihnen war der überwiegende Anteil gastrektomiert (N=42) oder magenteilresiziert (N=16). Die restlichen 6 Patienten litten an entzündlichen Darmerkrankungen, wie M. Crohn, bzw. Colitis ulcerosa. Die letzte Gruppe formierte sich aus 63 männlichen Teilnehmern von epidemiologischen Studien. 56 davon wurden als sogenanntes "überdurchschnittliches Normkollektiv" gewertet und waren im gleichen Jahr Teilnehmer des Berlin Marathons. Die Daten weiterer 5 Männer entstammten der Berliner Altersstudie und die letzten 3 einer europäischen Studie zur Wirbelsäulenosteoporose (EVOS = European Vertebral Osteoporosis Study)

## 2.2 Methoden

### 2.2.1 SPA-Kalkaneus

Die Ein- Energie- Absorptiometrie- (Single Photon Absorptiometry = SPA) Messung des Kalkaneus wurde mit einem von Banzer/Schneider entwickelten Gerät vorgenommen [54]. Hierzu wurde standardmäßig der rechte Kalkaneus (sofern dort keine bereits bekannten pathologischen Veränderungen, wie z.B. Frakturen zu verzeichnen waren) in eine mit destilliertem Wasser gefüllte Plastikwanne plaziert. Somit war eine konstante Wasser-/Weichteilschicht von 11 cm garantiert. Entlang dieses Wasserbades befand sich eine Radionuklidquelle (J 125) und ein NaJ-Szintillationszähler, die mittels eines Schrittmachermotors mit einer Scangeschwindigkeit von 0,2 mm/sec am Kalkaneus vorbeigeführt wurden. Vor der Messung wurden zur späteren Berechnung der Mineraleichte zwei Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen mit eingeblendeter Meßebenenmarkierung angefertigt. Dazu befand sich am Meßgerät eine um 90° schwenkbare Röntgenröhre. Das Gerät wurde täglich mit einem Hydroxylapatitphantom kalibriert.

### 2.2.2 pQCT- Radius

Die pQCT- Messung wurde am distalen Radius (möglichst am rechten Arm) mit einem J 125- Unterarmscanner durchgeführt (SCT 900, Stratec Electronic, Birkenfeld) durchgeführt. Die Strahlenquelle (1 mm Durchmesser) besaß eine Aktivität von 18,5 Gbq (500 mCi) und eine Gammaenergie von 27-35 keV. Als Detektor diente ein Halbleiterdetektorsystem mit Vorverstärker, wovon insgesamt 6 Detektoreinheiten zur Messung eingesetzt wurden. Vor der Messung wurde zur Lokalisation des Meßortes die Unterarmlänge vom Processus styloideus ulnae bis zum Olecranon gemessen. Anschließend folgte ein Übersichtsscan im antero-posterioren Strahlengang in 1 mm Schritten. Der Arm wurde während der Messung mit einer aufblasbaren Blutdruckmanschette fixiert, um Bewegungsartefakte zu vermeiden. Zur Standardisierung und Verbesserung der Reproduzierbarkeit der Messungen wurde die Meßebene automatisch 4 % proximal des distalen

Berührungspunktes zwischen Radius und Ulna festgelegt. Beim darauf folgenden eigentlichen Meßvorgang rotierte die Strahlenquelle und das Detektorsystem in Winkelabständen von  $2,5^\circ$  in 75 Winkelschritten um die festgelegte Meßebe. So erhielt man ein Querschnittsbild vom distalen Radius. Nach der ca. 5 minütigen Messung erfolgte die manuelle Festlegung einer rechteckigen ROI (region of interest) um den Radiusquerschnitt. Ein Schwellenwertprogramm definierte anschließend die Radiuskontur, um dann konzentrisch den nicht zum Knochen gehörenden Bildinhalt rechnerisch zu eliminieren. Das Programm gibt anschließend die Knochendichte für kortikalen und trabekulären Knochen getrennt als linearen Schwächungskoeffizienten (1/cm) und als hydroxylapatit-kalibrierten Mineralwert in mg HA/ cm<sup>3</sup> an.

### 2.2.3 QCT-LWS

Die quantitative Computertomographie der LWS wurde mit dem Somatom DRH (Siemens Erlangen) durchgeführt. Sie ermöglicht eine überlagerungsfreie Darstellung von Kortikalis und Spongiosa. Das Gerät war mit einer Zwei-Energie- (dual-energy) Option ausgestattet, die während des Scanvorgangs ein schnelles Umschalten der Hochspannung zwischen 85 kVp und 125 kVp ermöglicht. Die Umschaltung erfolgt von Puls zu Puls alle 6 – 10 msec. Man erhält dann über das Prinzip der Basismaterialzerlegung CT-Bilder des jeweilig untersuchten Abschnitts, die kalziumdichte- und weichteildichte Gewebe darstellen. Der Mineralgehalt wird in mg Hydroxylapatit / cm<sup>3</sup> angegeben. Mit dieser Zwei-Energie-Methode kann der sogenannte Fettfehler (bedingt durch das Fettmark im trabekulären Knochen), der zu einer Unterschätzung des Mineralgehalts der einzelnen Wirbelkörper führt, von 10 % auf 5% reduziert werden [55].

Die Zwei-Energie-Option ermöglicht somit eine Reduktion des Fettfehlers, hat jedoch eine dreifach höhere Strahlenexposition gegenüber der Ein-Energie-Option zur Folge. Im Rahmen dieser Studie wurden nur die 125 kVp - Untersuchungen ausgewertet. Hierbei wurde zunächst ein laterales digitales Radiogramm des Patienten in Rückenlage angefertigt. Hierin wurden die Untersuchungsschichten festgelegt. Sie sollten in mittvertebraler Position in den LWK 1-3 liegen. Die Schichtdicke betrug 8 mm. Die Wahl der

auszuwertenden Schicht und der ROI erfolgte weitgehend automatisiert (manuelle Korrektur war möglich). So wurde eine gute Reproduzierbarkeit gewährleistet. Das dafür notwendige Computerprogramm definierte eine möglichst große Spongiosafläche und wertete die trabekulären und kortikalen Knochenanteile getrennt aus. Das Gerät wurde mittels eines in der Untersuchungsunterlage eingelassenen Festkörperphantoms, bestehend aus einem wasser- und weichteiläquivalenten Kunststoff, kalibriert.