

## Hochauflösende periphere quantitative Computertomographie: Präzisionsfehler der Messungen des Knochenmineralgehaltes und der Analyse der Mikroarchitektur des Knochens

Frieling, I., Achner, L., Kruse, H-P  
Osteoporosezentrum Hamburg-Neuer Wall, Hamburg, Germany

### Einleitung:

Mit der hochauflösenden peripheren quantitativen Computertomographie (hrpQCT, XtremeCT®) können der volumetrische Knochenmineralgehalt von Corticalis und Spongiosa sowie verschiedene Parameter der trabekulären Knochenstruktur gemessen werden. Für die Interpretation von Verlaufskontrollen beim Patienten ist es erforderlich, den Präzisionsfehler der Methode und die daraus resultierende kleinste signifikant erfassbare Veränderung (least significant change) zu kennen. Der Präzisionsfehler wird dabei nicht nur durch das Gerät, sondern auch durch die Besonderheiten der Patienten (z. B. Alter, Beweglichkeit) und die Sorgfalt des Untersuchers bestimmt.

### Patienten und Methode:

Die Messungen erfolgten mit dem XtremeCT® (Scanco Medical Zürich Bassendorf, Schweiz) am distalen Radius und an der proximalen Tibia bei jedem Probanden dreimal innerhalb eines Tages mit jeweils kurzen Unterbrechungen und erneuter Lagerung der Extremitäten. Untersucht wurden insgesamt 29 Patienten ohne und mit verschiedenen Schweregraden einer Osteoporose. Dabei handelte es sich bei der Radiusmessung um 10 Männer und 18 Frauen, mittleres Alter 52,4 Jahre (21 bis 81 Jahre), bei der Tibiamessung um 10 Männer und 19 Frauen, mittleres Alter 53,7 Jahre (21 bis 87 Jahre).

Aus den Messergebnissen wurden Präzisionsfehler und kleinste signifikante Veränderungen für jeden einzelnen Parameter berechnet:

#### Bestimmung des absoluten Präzisionsfehlers eines Einzelnen:

##### - Mittelwert:

- Addition aller Messwerte eines Patienten ( $x_i$ )
- Division durch die Anzahl der Messungen ( $n$ )

##### - Standardabweichung:

- Subtraktion jedes Messwertes ( $x_i$ ) vom Mittelwert ( $x$ )
- Differenzen quadrieren und addieren
- Division durch die Anzahl der Messungen - 1 ( $n-1$ )
- Quadratwurzel ziehen

#### Bestimmung des absoluten Präzisionsfehlers einer Gruppe:

- Präzisionsfehler der Einzelpersonen quadrieren und addieren
- Division durch die Anzahl der Patienten ( $m$ )
- Quadratwurzel ziehen

### Ergebnisse:

Die Tabelle zeigt die Präzisionsfehler (%) und die kleinsten signifikanten Veränderungen (%) bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5%.

Die Ergebnisse zeigen niedrige Präzisionsfehler für die Knochendichte. An der Tibia sind diese noch geringer als am Radius, wahrscheinlich bedingt durch die stabilere Lagerung des Unterschenkels bei der Messung.

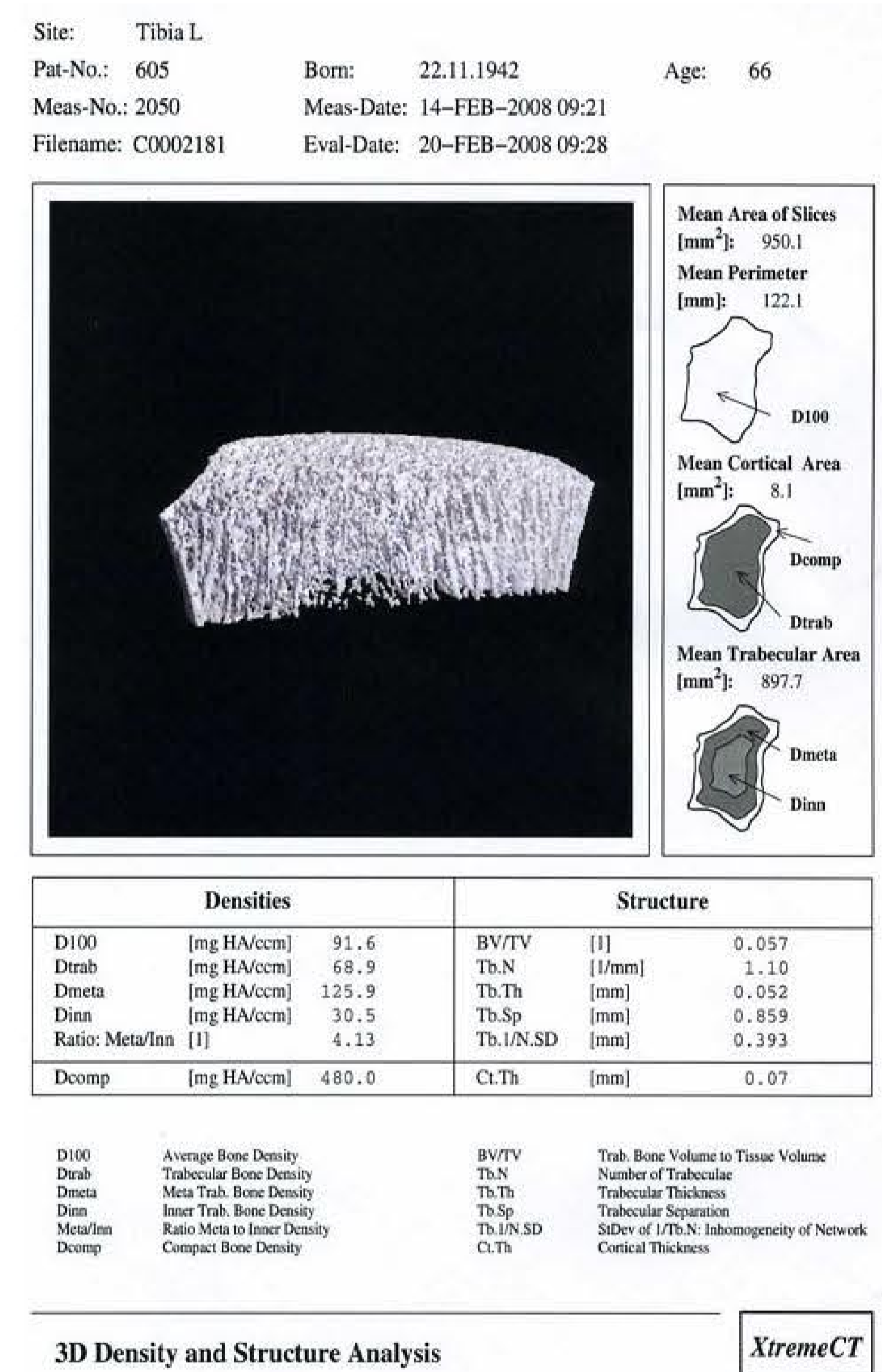


Abb. 1: Ausdruck eines Datenblattes

### Definitionen der Parameter

- D100: Gesamtknochendichte (mgHA/cm<sup>3</sup>)
- Dtrab: Trabekuläre Knochendichte (mgHA/cm<sup>3</sup>)
- Dmeta: Meta-trabekuläre Knochendichte (mgHA/cm<sup>3</sup>)
- Dinn: Innere trabekuläre Knochendichte (mgHA/cm<sup>3</sup>)
- Meta/Inn: Verhältnis meta/innere trabekuläre Knochendichte
- Dcomp: Corticalisdichte (mgHA/cm<sup>3</sup>)
- BV/TV: Trabekuläres Knochenvolumen zum Gesamtvolumen
- Tb.N: Trabekelanzahl (1/mm)
- Tb.Th: Trabekeldicke (mm)
- Tb.Sp: Trabekelabstand (mm)
- Tb.1/N.SD: SD of 1/Tb.N (mm) (Inhomogenität des trabekulären Netzwerks)
- Ct.Th: Corticalisdicke (mm)

Parameter	Radius		Tibia	
	Präzisionsfehler (%)	Least significant change (%) (5% Irrtumswahr=scheinlichkeit)	Präzisionsfehler (%)	Least significant change (%) (5% Irrtumswahr=scheinlichkeit)
D100	0.84	2.34	0.33	0.92
Dtrab	0.93	2.60	0.51	1.44
Dmeta	1.17	3.26	0.60	1.68
Dinn	0.99	2.77	0.68	1.90
Meta/Inn	1.70	4.76	0.84	2.36
Dcomp	0.60	1.67	0.30	0.83
BV/TV	0.91	2.56	0.53	1.48
Tb.N	3.84	10.75	3.80	10.64
Tb.Th	3.81	10.67	3.63	10.16
Tb.Sp	4.17	11.68	3.83	10.72
Tb.1/N.SD	4.54	12.70	3.93	11.00
Ct.Th	1.69	4.74	0.60	1.67

### Diskussion:

Das hrpQCT ermöglicht nicht nur Messungen des Knochenmineralgehaltes am peripheren Skelett, sondern auch die Analyse der trabekulären Knochenstruktur. Der Präzisionsfehler und damit die kleinste signifikante Veränderung für die Messgrößen der Knochendichte liegen deutlich unter denen von DXA-Messungen, so dass Veränderungen frühzeitig erkannt werden können. Zu bedenken ist dabei, dass therapiebedingte Zuwächse der Knochendichte am peripheren Skelett geringer als am Stammskelett ausfallen. Störungen der Knochenstruktur sind mit dem Auftreten von Frakturen bei postmenopausalen Frauen partiell unabhängig von einer erniedrigten Knochendichte korreliert (Sornay-Rendu et al.: J Bone Miner Res 2007; 22: 425-433). Ziel ist es, das Frakturrisiko des einzelnen Patienten durch Einbeziehung von Parametern der Knochenstruktur näher einzugrenzen. Veränderungen der verschiedenen Dichte- und Strukturparameter unter einer spezifischen medikamentösen Osteoporosetherapie könnten weiteren Aufschluss über die Wirkmechanismen der Medikamente auf der Ebene des Knochengewebes geben. Dies würde auch die Möglichkeit eröffnen, das Ansprechen auf eine medikamentöse Therapie im Einzelfall sehr viel früher als bisher zu erkennen und zu quantifizieren.