

## 5 Zusammenfassung

Der quantitative Ultraschall (QUS) stellt eine vergleichsweise neue Methode zur Beurteilung der Knochenstruktur dar, dessen Messergebnisse im Gegensatz zu den bekannten osteodensitometrischen Verfahren wie DXA, QCT und pQCT im Wesentlichen unbeeinflusst von Veränderungen der Knochenmasse bleibt, sondern Veränderungen der Knochenmaterialeigenschaften und –architektur widerspiegelt.

In dieser Arbeit wurden für das Ultraschallgerät Sunlight Omnisense™ Referenzwerte an Mädchen im Alter von 6-18 Jahren für die drei Messorte distaler Radius, mittlere Tibia und Grundphalanx Digitus III erhoben und die in-vitro Präzisionen des Gerätes sowie die in-vivo Präzisionen bestimmt, um den Einsatz des Gerätes im klinischen Alltag zu ermöglichen. Für verschiedene QUS-Geräte verwendbare, einheitliche Referenzbereiche existieren nicht, da die Ergebnisse bislang nicht auf andere Geräte übertragbar sind. Das Sunlight Omnisense™ bestimmt die maximale Schallgeschwindigkeit („speed of sound“, SOS) der sich in longitudinaler Richtung zur Knochenoberfläche in der Kortikalis fortsetzenden Ultraschallwellen (Frequenzspanne: 0.5 – 2.0 MHz; zentrale Frequenz 1,25 MHz).

335 Schülerinnen (7-18 Jahre, mittleres Alter  $12,6 \pm 3,1$  Jahre, mittleres Menarchealter  $12 \pm 1,2$  Jahre) nahmen an der Studie teil, bei denen über einen Fragebogen eine ausführliche Anamnese (persönliche Daten, Körpergröße, Körpergewicht, Menarche, chronische Erkrankungen, regelmäßige Medikamenteneinnahmen, sportliche Tätigkeiten, Verzehr von Milch und Milchprodukten und die Familienanamnese für Osteoporose) erhoben und anhand von Bildertafeln das Pubertätsstadium der Brustentwicklung und Schambehaarung nach Tanner bestimmt wurde.

Die mittels Phantom bestimmten Langzeit-in-vitro Präzisionen betragen für die beiden Schallköpfe 0,25% und 0,28%, die Kurzzeit-in-vivo Präzisionen lagen bei 0,41% (Radius), 0,36% (Tibia) und 0,45% (Grundphalanx Digitus III) und die Langzeit-in-vivo Präzisionen bei 0,85% (Radius), 1,47% (Tibia) und 0,67% (Grundphalanx Digitus III).

Bei einer Normalverteilung der SOS-Mittelwerte an allen Messorten stiegen diese mit dem Alter kontinuierlich an. Die Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung der 7-18-jährigen

Mädchen lagen am Radius zwischen  $3719,63 \pm 90,73$  m/s und  $4001,40 \pm 69,87$  m/s (Durchschnitt  $3816,90 \pm 123,11$  m/s) mit einem jährlichen Zuwachs von  $26,50 \pm 3,14$  m/s, an der mittleren Tibia zwischen  $3517,38 \pm 144,00$  m/s und  $3819,17 \pm 99,62$  m/s (Durchschnitt  $3680,75 \pm 159,91$  m/s) mit einem jährlichen Zuwachs von  $32,68 \pm 4,19$  m/s und an der Grundphalanx Digitus III zwischen  $3823,21 \pm 214,82$  m/s und  $4028,60 \pm 126,43$  m/s (Durchschnitt  $3931,93 \pm 150,41$  m/s) mit einem jährlichen Zuwachs von  $16,12 \pm 5,40$  m/s. An Radius und Tibia ist ein starker Anstieg der Schallgeschwindigkeit ab dem Alter von 13 bzw. 14 Jahren zu verzeichnen und es konnten ab diesem Alter signifikante Unterschiede der Mittelwerte zwischen zahlreichen, auch benachbarten Altersstufen nachgewiesen werden. An der Grundphalanx Digitus III unterschieden sich bei größerer Streubreite der Konfidenzintervalle nur die Mittelwerte von wenigen, weit auseinander liegenden Alterstufen. Im Mittelwertvergleich der SOS-Ergebnisse in Abhängigkeit von den Tanner-Stadien der Brustentwicklung unterschieden sich signifikant am distalen Radius die Mittelwerte der Stadien 1-3 von denen der Stadien 4 und 5 sowie die des Stadium 4 vom Stadium 5, an der Tibia die Mittelwerte der Stadien 1-3 von den Stadien 4 bzw. 5 sowie Stadium 1 von Stadium 3 und an der Grundphalanx Digitus III die Mittelwerte der Stadien 1-3 von denen des Stadium 5 sowie Stadium 3 vom Stadium 4.

Vergleichbar mit anderen Studien, in denen ebenfalls Referenzwerte erhoben wurden, konnte in dieser Arbeit eine starke Altersabhängigkeit nachgewiesen und ein enger Zusammenhang des Anstieges der Schallgeschwindigkeit mit der Pubertät und damit einhergehenden hormonellen Veränderungen (Anstieg von Östrogen und dessen Metaboliten) postuliert werden. In einem Regressionsmodell konnte gezeigt werden, dass an allen drei Messorten die Variable Alter die Varianz der Messwerte der Mädchen im Pubertätsstadium 4 oder 5 besser als der anderen Tanner-Stadien erklärt. Signifikante Änderungen der Messwerte können bei den in dieser Studie gemessenen jährlichen Änderungen etwa nach 3,4 (Radius) bzw. 4,6 (Tibia und Grundphalanx Digitus III) Jahren erwartet werden. Bezüglich weiterer, potentieller Einflussgrößen wie regelmäßigem Milchkonsum, sportliche Aktivität, Frakturanamnese und einer positiven Familienanamnese für Osteoporose konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Mädchen mit und ohne das betreffende Merkmal nachgewiesen werden.

Mit dieser Studie wurden für das Sunlight Omnisense™ erstmals Referenzwerte für drei unterschiedliche Messorte erhoben und können bei kaukasischen weiblichen Kindern und Jugendlichen im Alter von 7-18 Jahren verwendet werden. Für den klinischen Einsatz des QUS sind jedoch noch weitere Kenntnisse über die tatsächlich mit dem QUS erfassbare Knochenentität als auch Kreuzkalibrierungssysteme nötig.