

Medizinische Fakultät der Charité – Universitätsmedizin Berlin  
Campus Benjamin Franklin  
aus der Klinik und Hochschulambulanz für Radiologie und Nuklearmedizin  
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. h.c. Karl-Jürgen Wolf

Evaluation einer neuen Methode der quantitativen  
Ultraschallmetrie in der pädiatrischen Osteologie –  
Methodische Reproduzierbarkeit, Referenzdaten und Darstellung der Messergebnisse  
in Abhängigkeit von Alter und Pubertät bei  
kaukasischen Mädchen im Alter von 7-18 Jahren

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der  
medizinischen Doktorwürde  
der Charité – Universitätsmedizin Berlin  
Campus Benjamin Franklin

vorgelegt von

Anja Christina Oldenburg  
aus Berlin

Referent: Prof. Dr. med. Dieter Felsenberg

Korreferent: Prof. Dr. med. Brigitte Stöver

Gedruckt mit der Genehmigung der Charité – Universitätsmedizin Berlin  
Campus Benjamin Franklin

Promoviert am 2.9.2005

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	4
1.1	Osteoporose.....	4
1.2	Osteoporose im Kindes- und Jugendalter .....	6
1.3	Diagnostik .....	8
1.3.1	Anamnese und körperliche Untersuchung.....	8
1.3.2	Bildgebende Verfahren .....	8
1.3.3	Basislabor.....	9
1.3.4	Biopsie .....	9
1.4	Der quantitative Ultraschall .....	9
1.5	Ultraschallverfahren .....	12
1.6	Einsatz des quantitativen Ultraschalls im Kindes- und Jugendalter .....	15
1.7	Zielpunkte der Studie .....	16
2	Probandinnen und Methoden .....	18
2.1	Probandinnen.....	18
2.2	Fragebogen.....	18
2.3	Bestimmung des Pubertätsstadiums.....	21
2.4	Gerätebeschreibung.....	24
2.5	Qualitätssicherung und Präzisionsbestimmung.....	24
2.5.1	Qualitätssicherung des Gerätes (in-vitro Präzisionen).....	24
2.5.2	In-vivo Präzisionen .....	24
2.6	Untersuchungsablauf .....	25
2.6.1	Training des Untersuchers.....	25
2.6.2	Doppelmessungen.....	26
2.6.3	Messung am Radius .....	26
2.6.4	Messung an der Tibia .....	26
2.6.5	Messung an der proximalen Phalanx Digitus III.....	26
2.7	Statistik.....	27
3	Ergebnisse .....	29
3.1	Qualitätskontrolle und methodische Reproduzierbarkeit .....	29
3.1.1	In-vitro Präzisionen .....	29
3.1.2	In-vivo Präzisionen .....	29

3.2	Patientencharakteristik .....	30
3.3	Partiell ausgeschlossene Probandinnen .....	31
3.4	Normalverteilung .....	32
3.5	Tabellarische Darstellung in Abhängigkeit vom Alter .....	33
3.5.1	Radius .....	33
3.5.2	Tibia.....	34
3.5.3	Phalanx.....	35
3.6	Graphische Darstellung der Altersabhängigkeit .....	35
3.6.1	Radius .....	36
3.6.2	Tibia.....	37
3.6.3	Phalanx.....	39
3.7	Mittelwertvergleich von Alter, Größe, Gewicht, BMI und SOS bezüglich der Pubes- und Brustentwicklung.....	41
3.8	Abhängigkeit vom Stadium der Pubertätsentwicklung .....	43
3.8.1	Radius .....	44
3.8.2	Tibia.....	45
3.8.3	Grundphalanx Digitus III .....	47
3.9	Darstellung der SOS-Ergebnisse gruppiert nach Tanner-Stadien der Brust im Verhältnis zum reellen Alter .....	48
3.9.1	Radius .....	49
3.9.2	Tibia.....	51
3.9.3	Grundphalanx Digitus III .....	54
3.10	Stufenweise Regressionsanalyse .....	56
3.11	Andere Einflussgrößen.....	57
3.11.1	Kalziumaufnahme .....	57
3.11.2	Körperliche Aktivität.....	57
3.11.3	Positive Familienanamnese für Osteoporose .....	58
4	Diskussion .....	59
4.1	In-vitro- und in-vivo Präzision .....	62
4.2	Referenzwerte.....	63
4.3	Abhängigkeit der SOS-Ergebnisse von Alter und Pubertätsstadium.....	67
4.4	Andere Einflussgrößen.....	73
4.4.1	Sport.....	73
4.4.2	Kalzium.....	74

4.4.3	Mögliche genetische Prädisposition für Osteoporose .....	76
4.4.4	Frakturen .....	77
4.5	Limitationen.....	77
5	Zusammenfassung.....	80
6	Literatur .....	83
7	Häufig verwendete Abkürzungen .....	91
	Danksagung .....	92
	Lebenslauf.....	93
	Publikationsliste / Vorträge .....	94