



Nationales Forschungsprogramm NFP 53
«Muskuloskeletale Gesundheit –
chronische Schmerzen»

Ultraschall statt Strahlen für junge Knochen¹

Alan Tyndall^a, Nathalie Farpour-Lambert^b, Didier Hans^c, Dimitri Ceroni^d, René Rizzoli^e, Suzi Kriemler^f,
Urs Zumsteg^g

^a Rheumatologische Universitätsklinik, Felix Platter Spital, Basel, ^b Service of Pediatric Endocrinology and Diabetology, Department of Pediatrics, Children's Hospital, Universität, Genf, ^c Service of Nuclear Medicine, Department of Radiology, Universitätsspital, Genf, ^d Service of Pediatric Orthopedics, Department of Pediatrics, Children's Hospital, Universität Genf, ^e Service of Bone Disease, Departement of Rehabilitation and Geriatrics, Universitätsspital Genf, ^f ETH und Universität Zürich, Gruppe für Sportphysiologie, Zürich, ^g Universitätskinderhospital beider Basel, Endokrinologie/ Diabetologie, Basel

Hintergrund

Die Osteoporose – insbesondere die mit ihr verbundene Morbidität bzw. Mortalität – stellt eines der wichtigsten Probleme dar, mit denen das Gesundheitswesen von Industrieländern konfrontiert ist. Wegen steigender Lebenserwartung wird die Krankheit in den kommenden Jahrzehnten noch häufiger auftreten. Typisch für die Osteoporose ist unter anderem eine geringe Knochenmasse. Die Spitzen-Knochenmasse (Peak Bone Mass, PBM) ist die maximale Knochenmasse, die der Körper bis zum Abschluss der Skelettreifung aufbaut. Sie hängt ab von genetischen Faktoren, aber auch von Umwelteinflüssen wie Diät, körperlicher Aktivität, Medikamenten oder chronischen Krankheiten, die sich auf den Kalziummetabolismus auswirken [2]. Es gibt immer mehr Hinweise darauf, dass viele scheinbar gesunde Kinder die optimale Knochenmasse nicht erreichen – und zwar wegen eines ungesunden Lebensstils [3]. Laut Schätzungen führt eine Zunahme der Spitzen-Knochenmasse um 15% später im Leben zu einer Verminderung des Frakturrisikos um 5 bis 33%. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, Jugendliche zu identifizieren, die ein erhöhtes Risiko für einen zu niedrigen PBM-Wert aufweisen [4].

Zielsetzung

Die Messung der Menge an Kalzium, die sich in einem definierten Knochenvolumen befindet (Bone Mineral Density, BMD), ist ein prognostischer Marker für das Risiko des Auftretens einer osteoporotischen Fraktur. Bei Erwachsenen wird sie mit der Methode der «Dual Energy X-Ray Absorptiometry» (DXA) gemessen. Die BMD kommt für rund 65% der Knochenfestigkeit auf. Weitere Faktoren sind die Elastizität und Geometrie des Knochens. Im unreifen Skelett ist ihre Bedeutung grösser. Bei Jugendlichen liegt das Problem dar-


in, dass ihre individuellen DXA-Werte sowie andere Knochenparameter insbesondere während der Pubertät sehr stark voneinander abweichen. In ihrem Fall ist die Brauchbarkeit der DXA als Screening-Methode auch dadurch eingeschränkt, dass altersabhängige Normwerte fehlen. Ausserdem ist die Methode aufwendig und verursacht eine Strahlenbelastung, die allerdings gering ist. Zumindest bei Erwachsenen hat sich gezeigt, dass die kostengünstigere Ultraschalluntersuchung am Kalkaneus, dem Fersenbein, (Calcaneal Ultrasound, CUS) ebenfalls mit dem Frakturrisiko korreliert. Sie kann mobil, schnell und kostengünstig durchgeführt werden und ist nicht mit einer Strahlenbelastung verbunden. Allerdings fehlen auch hier Normwerte für jüngere Personen. Es stellt sich deshalb die Frage: Wie kann man bei Kindern und Jugendlichen die Knochenqualität möglichst einfach und zuverlässig messen?

Methode

Für die Swiss National Youth Bone Study (SNYBS) wurde in zwei Zentren geprüft, ob ein Screening von gesunden Kindern und Jugendlichen bezüglich ihrer Knochengesundheit machbar ist, und zwar mittels einer Kombination von Fragebogen und objektiven Knochenqualitätsmessungen. Eine bestimmte Anzahl junger Patienten mit einer chronischen Störung, die die Qualität ihrer Knochen beeinflusst, diente als «Krankheitskontrolle». Diese wurden in gleicher Weise untersucht. Die Fragebogen haben die Eltern oder die Kinder selbst beantwortet. Sie umfassten Aspekte der persönlichen Gesundheit, der familiären Gesundheit, des Lebensstils, der Ernährung und der körperlichen Aktivität.

¹ SNYBS: Swiss National Youth Bone Study; Knochenqualitätsmessung bei Kindern und jungen Erwachsenen. Projektnummer: 405340–104850/1.

Als objektive Messungen dienen:

- DXA des Hüftgelenks total, des Schenkelhalses, der Lendenwirbelsäule und des Gesamtkörpers mittels spezialisierter Software für die Pädiatrie.
- Calcaneal Ultrasound (CUS) bei jedem Teilnehmer mittels Achilles-Insight-Gerät (Abb. 1 

Das Pubertätsstadium wurde mit einem Fragebogen zur Selbstbeurteilung bewertet. Er erlaubt den Jugendlichen, die eigene sexuelle Entwicklung mit standardisierten Zeichnungen zu vergleichen.

Resultate

Zunächst einmal zeigte sich, dass es möglich ist, Jugendliche für eine solche Studie zu rekrutieren. Dazu sind allerdings Anreize wie zum Beispiel CD-Gutscheine zu schaffen. Die Zahl der Teilnehmer an der vorliegenden Pilotstudie war zu klein, um vollständige Normwerte für Jugendliche zu erstellen; dies war indessen gar nie vorgesehen. Die Resultate der DXA-Untersuchungen (Ganzkörper, lumbale Wirbelsäule und Femurhals) bewegten sich innerhalb der erwarteten Bandbreite mit einem Anstieg der Standardab-



Abbildung 1
Achilles-Insight-Gerät zur Ultraschalluntersuchung am Fersenbein (GE Medical).

weichung während der Adoleszenz. Diese Variabilität könnte hauptsächlich aufgrund des Pubertätsstatus entstanden sein, der bei Kindern im gleichen Alter grundlegend verschieden sein kann. Die Resultate der Ultraschallmessungen waren insgesamt weniger stark korreliert mit dem Alter als die DXA-Parameter. Insbesondere die Ergebnisse aus der Tongeschwindigkeit (SOS) waren enttäuschend – sie zeigten eine grosse Streuung um den Mittelwert. Die Breitband-Ultraschall-Abschwächung (BUA) wies in Verbindung mit dem Alter einen guten Korrelationskoeffizienten von über 0,7 auf. Bei der Knochenalterbeurteilung war die Korrelation gut, mit einem Grad der Bestimmtheit (R2) von über 0,9.

Praktische Schlussfolgerung

Mittels einer Kombination von Fragebogen und objektiven Knochenqualitätsmessungen ist es möglich, umfangreiche Informationen über die Knochengesundheit von Kindern und Jugendlichen zu erhalten. Dabei korreliert der Ultraschall am Kalkaneus (BUA, nicht SOS) gut mit dem Alter und den DXA-Werten. Aufgrund dieser ersten Ergebnisse vermuten wir, dass die Ultraschall-Untersuchung für die Knochenalterbestimmung ebenso verlässlich ist wie die traditionelle radiologische Methode, allerdings weniger komplex [5]. Um diesen Eindruck zu bestätigen, müssten noch mehr Personen untersucht werden. Eine Studie wie diese ist aber zeitaufwendig und verlangt Engagement der Teilnehmer. Ein Anreiz ist deshalb empfehlenswert. Wegen des fixen Untersuchungsstandorts, des Zeitaufwands und der ionisierenden Strahlung ist die DXA im Vergleich zum Ultraschall weniger geeignet für die Durchführung von grossen Screeningstudien.

Trotz offensichtlicher Probleme ist die Selbstbeurteilung der Pubertätsstadien mit validierten Fragebogen und Bildern nützlich und präzise. Bei einer Studie wie der vorliegenden ist dieser Aspekt entscheidend, da die Qualität und Funktion der Knochen stark von Auswirkungen der Geschlechtshormone und der Skelettgeometrie abhängig sind. Diese Variablen ändern während der Pubertät sprunghaft. Bei einem Screening von normalen Gesunden können tiefe Parameter für BMD auftauchen, die unter Umständen zu einer neuen Diagnose führen. Auf diese Weise wurden im Rahmen dieser Pilotstudie verschiedene Individuen mit bisher unbekanntem Essstörungen entdeckt.

Ausblick

Auf der Basis dieser erfolgreichen Pilotstudie braucht es nun weitergehende Untersuchungen, um Normwerte für jede Altersgruppe und jedes Pubertätsstadium aufstellen zu können. In einer

vergrösserten Studie müsste ausserdem das Untersuchungsprotokoll so vereinfacht werden, dass mit einem gemeinsamem Fragebogen zur allgemeinen Gesundheit, Ernährung und körperlichen Aktivität diejenigen Individuen entdeckt würden, die eine vertiefte und gezielte Abklärung benötigen. Dafür wären in der Schweiz mindestens drei bis vier engagierte Zentren mit Zugang zu gesunden Schülergruppen nötig.

Die wichtigste Botschaft

Ultraschalluntersuchung am Fersenbein mittels Breitband-Ultraschall-Abschwächung (BUA) ist für die Bestimmung des Knochenalters bei Kindern und Jugendlichen einfacher als die konventionelle Radiologie – und eignet sich vermutlich ebenso gut.

Korrespondenz:

Prof. Dr. med. Alan Tyndall
Chefarzt Rheumatologische
Universitätsklinik
Felix Platter Spital Basel
Burgfelderstrasse 101
CH-4012 Basel
alan.tyndall@fps-basel.ch

Literatur

- 1 Lindsay R. The burden of osteoporosis: cost. *Am J Med.* 1995; 98:9–11.
- 2 Wren TA, Kim PS, Janicka A, Sanchez M, Gilsanz V. Fat Mass is not beneficial to bone in adolescents and young adults. *J Clin Endocrinol Metab.* 2006;92:143–7.
- 3 Harel Z, Gold M, Cromer B, Bruner A, Stager M, Bachrach L, et al. Bone mineral density in postmenarcheal adolescent girls in the United States associated biopsychosocial variables and turnover markers. *J Adolesc Health.* 2007;40:44–53.
- 4 Bachrach LK. Assessing bone health in children: who to test and what does it mean? *Pediatr Endocrinol Rev.* 2005;2 Suppl 3:332–6.
- 5 Hartl F, Tyndall A, Kraenzlin M, Bachmeier C, Guckel C, Senn U, et al. Discriminatory ability of quantitative ultrasound parameters and bone mineral density in a population-based sample of postmenopausal women with vertebral fractures: results of the Basel Osteoporosis Study. *J Bone Miner Res.* 2002;17:321–30.