

Virtuelle Biopsie schärft den Blick auf brüchige Knochen

Die Bestimmung der Knochendichte ist bislang das einzige Verfahren, mit dem sich eine Osteoporose frühzeitig diagnostizieren lässt. Doch die röntgenbasierten Untersuchungsmethoden gehen nicht nur mit einer Strahlenbelastung einher, ihre Aussagekraft ist auch relativ begrenzt. Deshalb etabliert das Universitätsklinikum Tübingen jetzt die hochauflösende Magnetresonanztomografie (MRT) als strahlenfreie Alternative - und gewinnt gleichzeitig ganz neue Einblicke in die Mikroarchitektur der Knochen.

Die Osteoporose, im Volksmund auch als Knochenschwund bezeichnet, ist eigentlich eine Erkrankung des älteren Menschen. Allerdings können manchmal auch schon Kinder betroffen sein. Sehr oft ist die Ursache dann in der Einnahme bestimmter Medikamente zu suchen. So führt das entzündungshemmende Cortison langfristig zu einer direkten Hemmung der knochenbildenden Zellen (Osteoblasten), was einen schleichenden Verlust an Knochensubstanz nach sich zieht. Die Folgen der Osteoporose sind gehäufte Knochenbrüche (Frakturen) - bevorzugt im Bereich der Wirbelsäule und des Oberschenkels - die lebenslange Beeinträchtigungen zur Folge haben können.



Diplom-Physiker Jürgen Machann erforscht am Universitätsklinikum Tübingen neue Verfahren der MR-Bildgebung. (Foto: BioRegio STERN)

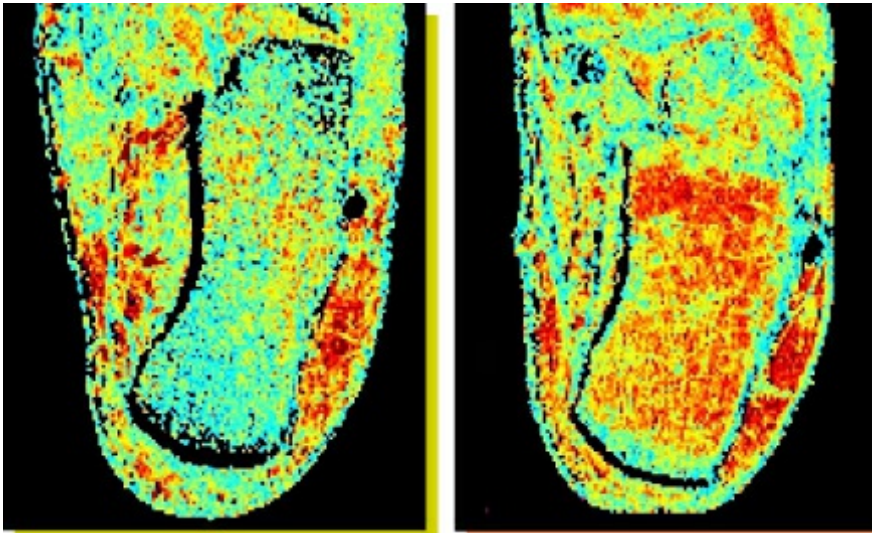
Die Sektion für Experimentelle Radiologie der Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Radiologie am Universitätsklinikum Tübingen (UKT) unter der Leitung von Prof. Dr. Dr. Fritz Schick entwickelt jetzt neue bildgebende MR-tomografische Verfahren, mit denen sich die typischen Veränderungen dieser Skeletterkrankung sehr präzise darstellen lassen. Durch den Blick auf die filigranen Strukturen im Knocheninneren bekommt die Osteoporosediagnostik eine völlig neue Qualität – und ist zudem ohne Risiken für den Patienten.

Frakturrisiko hängt nicht allein von der Knochendichte ab

Bislang wird die Diagnose nämlich ausschließlich über eine Verminderung der Knochenmineraldichte gestellt. Doch die dafür etablierten Röntgenverfahren haben zwei entscheidende Nachteile: „Zum einen gehen sie mit einer Strahlenbelastung einher, die es insbesondere bei Kindern zu vermeiden gilt. Zum anderen machen sie keine Aussage über die Mikroarchitektur der untersuchten Knochen“, erläutert Dipl.-Physiker Jürgen Machann, der am UKT für die Weiterentwicklung der MR-Methodik verantwortlich ist. „Doch gerade die für die Stabilität so wichtige Struktur der haarfeinen Knochenbälkchen (Trabekel) kann bei einer Osteoporose empfindlich gestört sein“, so der Naturwissenschaftler.

Um das komplexe Zusammenspiel von Knochendichte und Mikroarchitektur zu veranschaulichen, stellt Machann den Vergleich mit berühmten Bauwerken an: „Ein gutes Beispiel ist der Eiffelturm, der mit wenig Material eine sehr hohe Stabilität erreicht. Denn letztlich ist die Stabilität nicht primär von der Masse, sondern von deren Verteilung abhängig.“ Und ähnlich verhält es sich auch beim menschlichen Skelett. „Es ist durchaus möglich, dass ein Knochen mit einer stark erniedrigten Knochendichte, aber gut erhaltener Mikroarchitektur, wesentlich stabiler ist als ein Knochen, bei dem

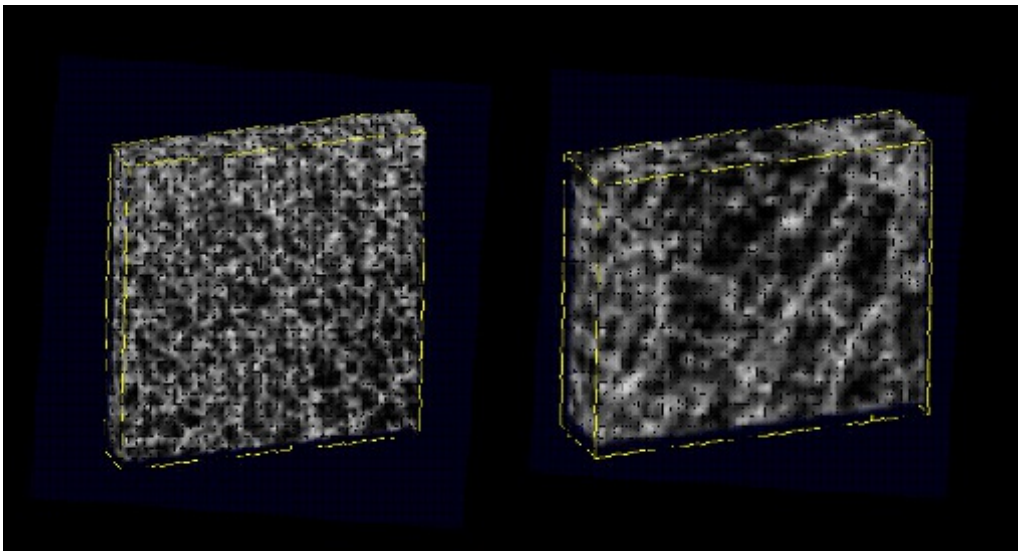
sich diese beiden Parameter gerade entgegengesetzt verhalten“, erklärt Machann.



MR-Bildgebung am Fersenbein einer gesunden Person (links) und einer Osteoporose-Patientin (rechts): Areale mit geringem Anteil an trabekulären Strukturen sind rot dargestellt. (Foto: Universitätsklinikum Tübingen)

Damit in Zukunft eine bessere Einschätzung des osteoporosebedingten Frakturrisikos möglich ist, muss also nicht nur die Dichte, sondern auch die Verteilung und Struktur der Knochenbälkchen beurteilt werden. Die bildgebenden MR-Verfahren liefern jetzt äußerst vielversprechende Ansätze. „Damit ist es uns möglich, den Anteil der trabekulären Strukturen im Knochen sehr genau zu bestimmen und auf den Schichtaufnahmen farblich darzustellen“, so Machann.

Virtuelle Biopsie ersetzt Entnahme von Knochenmaterial



Virtuelle Knochenbiopsie liefert detaillierte Einblicke in die knöcherne Mikroarchitektur einer gesunden Person (links) und eines Osteoporose-Patienten (rechts). (Foto: Universitätsklinikum Tübingen)

Machbar wurden diese Fortschritte auch durch die enorme technische Weiterentwicklung der MR-Tomografen. Immer höhere Feldstärken ermöglichen inzwischen immer detailliertere Ansichten. „Vor fünf Jahren erreichten die Geräte eine Feldstärke von 1,5 Tesla (T), mittlerweile sind wir bei drei T angelangt, und bald schon stehen uns sieben T zur Verfügung“, skizziert Machann die rasanten Neuerungen. „Dadurch sind nun Aufnahmen mit einer räumlichen Auflösung von 300 Mikrometer

(μm) möglich – wir bewegen uns da in der Größenordnung der trabekulären Strukturen.“ Nicht umsonst wird dieses Verfahren deshalb als 'Virtuelle Knochenbiopsie' bezeichnet.

Mit dieser hochauflösenden Technik ist es jetzt erstmals möglich, die dreidimensionale trabekuläre Knochenstruktur in vivo zu analysieren. Bisher sind solche Untersuchungen nur mittels einer chirurgisch durchgeführten Biopsie im Bereich des Beckens möglich gewesen. „Mit der 'Virtuellen Knochenbiopsie' schaut man jetzt direkt in das Gewebe hinein, ohne dass ein Stück des Knochens entnommen werden muss“, erläutert Machann einen wichtigen Vorteil der Methode.

Hohe Kosten begrenzen das Einsatzfeld

Bis die neuen MR-tomografischen Verfahren allerdings Eingang in den klinischen Alltag finden, müssen noch einige technische Schwierigkeiten bewältigt werden. So ist die Untersuchung bislang nur in Skelettregionen möglich, in denen kein rotes (blutbildendes) Knochenmark vorkommt. Die eisenhaltigen Blutbestandteile verfälschen die Messergebnisse zu sehr. Die Lendenwirbelsäule, ein Bereich, in dem osteoporotische Frakturen besonders häufig auftreten, kann deshalb mit der neuen Methode noch nicht zuverlässig analysiert werden. Der Physiker Machann ist zuversichtlich, dass sich das Problem lösen lässt, allerdings sind dafür noch zahlreiche aufwendige Experimente nötig.

Ein unlösbares Problem bleiben vorerst die Kosten. Momentan sind die bildgebenden MR-Verfahren noch um ein Vielfaches teurer als alle anderen Untersuchungen. Jürgen Machann glaubt deshalb, dass ein breit angelegtes Bevölkerungs-Screening auf Osteoporose mittels der MR-Tomografie auf absehbare Zeit unbezahlbar bleiben wird. Doch es gibt genügend klinische Szenarien, wo der Einsatz mehr als gerechtfertigt ist. Dazu gehört unter anderem die Verlaufskontrolle einer Osteoporose bei Kindern. Denn die MR-tomografische Bildgebung hat einen unschätzbaren Vorteil – sie kommt gänzlich ohne Röntgenstrahlen aus.

sb - 26.06.08

© BIOPRO Baden-Württemberg GmbH

Weitere Informationen zum Beitrag:

Universitätsklinikum Tübingen

Sektion für Experimentelle Radiologie

Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Radiologie

Dipl.-Phys. Jürgen Machann

Hoppe-Seyler-Str. 3

72076 Tübingen

Tel.: 07071 29-87752

Fax: 07071 29-5392

E-Mail: juergen.machann@med.uni-tuebingen.de

Fachbeitrag

02.07.2008

BioRegio STERN

Der Fachbeitrag ist Teil folgender Dossiers



Molekulare Bildgebung - der tiefe Blick ins Innere