

Robert Christian Bertheau  
Dr. med.

## **Bone Marrow Adipose Tissue and its Association with Physical Activity: The KORA FF4 - Whole-Body MR Imaging Study in a Population-Based Cohort**

Fach/Einrichtung: Radiologie

Doktorvater: Priv.-Doz. Dr. med. Christopher L. Schlett, MPH

### **Ziel**

Ziel dieser Studie war es in einer gesunden Kohorte aus der Allgemeinbevölkerung, (1) die Assoziation verschiedener Grade und verschiedener Arten von körperlicher Aktivität auf Knochenmark-Fettgewebe zu evaluieren, (2) die Wirkung von körperlicher Aktivität auf Knochenmark-Fettgewebe an verschiedenen anatomischen Stellen, nämlich der Wirbelsäule und dem proximalen Oberschenkelknochen, zu untersuchen, und (3) eine Multi-Echo-VIBE-Dixon-Sequenz, die T2\*-Effekte und die spektrale Komplexität von Fett berücksichtigt, gegen eine 2-Punkt-VIBE-Dixon-Sequenz bei der Beurteilung der Beziehung von Knochenmark-Fettgewebe und körperlicher Aktivität zu testen.

### **Material und Methoden**

Im Rahmen der bevölkerungsbasierten KORA - der "Kooperativen Gesundheitsforschung im Raum Augsburg" - Studie wurden weitgehend gesunde Probanden einer Ganzkörper-Magnetresonanztomographie mit einer 2-Punkt T1- gewichteten VIBE-Dixon-Sequenz und einer Multi-Echo-VIBE-Dixon-Sequenz für Oberbauch und Lendenwirbelsäule unterzogen. Der Knochenmarkfettanteil wurde in den LWK1- und LWK2-Wirbelkörpern und den proximalen Femuren (Oberschenkelköpfe, -hälse und intertrochantäre Bereiche) quantifiziert. Der Prozentsatz der Fettfraktion des Knochenmarks wurde berechnet als Mittelwert des Fettbildes dividiert durch die Summe der Mittelwerte des Fett- und Wasserbildes für die 2-Punkt-Dixon-Sequenz. Die Multi-Echo-Dixon-Sequenz lieferte direkt die Protonendichte-Fettfraktion. Die körperliche Aktivität wurde durch Selbsteinschätzung mittels eines standardisierten Fragebogens über die wöchentliche oder tägliche sportliche Bewegung, das nicht-sportliche Gehen, das nicht-sportliche Radfahren und die berufsbedingte körperliche Aktivität ermittelt.

### **Ergebnisse**

Insgesamt 385 Probanden (96% von 400 verfügbaren) wurden in die Analyse einbezogen. Das Durchschnittsalter betrug  $56 \pm 9,1$  Jahre. 58% waren männlich. Die Sport-Gruppen war weitgehend gleichmäßig verteilt (29% >2Stunden/Woche; 31% ~1Stunde/Woche (regelmäßig); 15% ~1Stunde/Woche (unregelmäßig); 26% keine körperliche Aktivität). Der Knochenmarkfettgehalt betrug  $52,6 \pm 10,2\%$  in LWK1,  $56,2 \pm 10,3\%$  in LWK2,  $87,4 \pm 5,9\%$  im rechten und  $87,2 \pm 5,9\%$  im linken proximalen Femur (alle  $p < 0,001$ ). Die Korrelation der Fettfraktion des Knochenmarks zwischen Wirbelkörpern und proximalem Femur war schwach ( $r = 0,42-0,46$ ; alle  $p < 0,001$ ). Die Messungen des Knochenmarkfetts in der Lendenwirbelsäule

waren in der aktivsten Sport-Gruppe ( $>2$  Stunden/Woche;  $p \leq 0.02$ ) reziprok assoziiert; am proximalen Femur gab es jedoch keine signifikante Assoziation ( $p \geq 0.35$ ). Diese Assoziationen blieben nach Anpassung an Alter, Geschlecht, Taillenumfang und Glukosetoleranz signifikant. Es wurde kein kohärenter Zusammenhang zwischen Knochenmarkfettgehalt und sehr niedrigen, nicht-sportlichen Aktivitäten wie z.B. nicht-sportlichem Gehen, nicht-sportlichem Radfahren und berufsbedingter körperlicher Aktivität gefunden. Schätzungen des Knochenmarkfettgehalts, die aus der Multi-Echo-Dixon-Sequenz abgeleitet wurden, korrelierten stark mit den Schätzungen aus der 2-Point-Dixon-Methode mit einem Pearson-Koeffizienten von 0,82 bzw. 0,89 bei LWK1 und LWK2 (alle  $p < 0,001$ ). Die Werte aus der Multi-Echo-Dixon-Sequenz waren jedoch um etwa 10 Prozentpunkte niedriger als die aus der 2-Punkt-Dixon-Methode und lagen zwischen verschiedenen Gruppen näher zusammen. Nach Hinzufügen von Taillenumfang zu Alter und Geschlecht in der multivariablen Regressionsanalyse verlor die Differenz des Knochenmarkfettgehalts in der Multi-Echo-Dixon-Sequenz in LWK1 zwischen der aktivsten Sportgruppe und der Referenz ihre Signifikanz ( $p = 0,10$ ).

## **Diskussion**

Die aktuelle Studie zeigt, dass beim Menschen Bewegung reziprok mit Wirbelsäulen-, aber nicht mit proximalem Femur-Knochenmarkfettgehalt assoziiert ist, wenn man mehr als zwei Stunden pro Woche Sport treibt. Die präsentierten Daten unterstützen im Zusammenhang mit früheren Forschungsergebnissen das Konzept, dass Knochenmarkfettgewebe durch mechanische Stoßbelastung der Knochen reguliert wird. Dieser Effekt scheint zumindest bevorzugt in der Wirbelsäule, im Gegensatz zur Hüfte, zu existieren. Diese Studie zeigt auch, dass die Schätzungen des Knochenmarkfettgehalts, die aus der Multi-Echo-Dixon-Methode hervorgingen, generell niedriger und zwischen den einzelnen Gruppen näher beisammen lagen. Mögliche Erklärungen für diese Beobachtung sind die Überschätzung der Fettfraktion in der 2-Punkt-Dixon-Sequenz, die keine kurzen  $T2^*$ -Wasserverbindungen berücksichtigt, die ursprüngliche Entwicklung der Multi-Echo-Sequenz für die Leberfettanalyse, bei der wesentlich geringere diamagnetische Störwirkungen zu erwarten sind, und die spezifische Umsetzung dieser Sequenz in dieser Studie mit Partialvolumeneffekten im Bereich der Wirbelkörperendplatten.