

Christopher Körsgen  
Dr. med.

## **Analyse der Primärstabilität zementaugmentierter kanülierter Schrauben bei der winkelstabilen Plattenosteosynthese osteoporotischer proximaler Humerusfrakturen (AO 11 B1.1)**

Fach/Einrichtung: Orthopädie

Doktorvater: Prof. Dr. med. Gerhard Schmidmaier

Die proximale Humerusfraktur zählt zu den dritthäufigsten Frakturen bei Erwachsenen. Im Zuge der demografischen Entwicklung mit einer immer älter werdenden Bevölkerung wird die Inzidenz der proximalen Humerusfraktur weiter zunehmen. Gerade für die in dieser Altersgruppe häufig bestehende osteoporotische Knochenqualität müssen verbesserte Operationstechniken und Implantatmodifikationen gefunden werden, um das Outcome zu verbessern. Eine der häufigsten postoperativen Komplikationen ist dabei die sekundäre Dislokation.

Neben der erfolgreichen Entwicklung winkelstabiler Implantate gilt die zusätzliche Augmentation der im Humeruskopf befindlichen Schrauben als erfolgsversprechend. Bisherige Untersuchungen zur Primärstabilität der Zementaugmentation erfolgten unter realitätsfremden Bedingungen. Isolierte axiale Belastungen und Rotationen, ein linearer Lastaufbau bis zum Versagen und das alleinige Betrachten des Endpunktes spiegeln nicht die unmittelbaren Belastungen der Patienten wider.

Ziel dieser Studie war es, unter Beachtung der physiologischen Belastung und osteoporotischer Verhältnisse, die Primärstabilität zementaugmentierter plattenosteosynthetisch versorgter proximaler Humerusfrakturen zu untersuchen. Dazu standen 20 Humeruspräparate mit einem mittleren Spenderalter von  $82 \pm 5\frac{1}{2}$  Jahren und einer BMD (bone mineral density) von  $0,578 \pm 0,078$  g/cm<sup>2</sup> zur Verfügung. Nach Durchführung einer standardisierten 3-Fragmentfraktur (AO11 B1.1) und plattenosteosynthetischer Versorgung (PERI-LOC, Smith & Nephew) an 10 gepaarten Humeruspräparaten erfolgte randomisiert unilateral die Zementaugmentation. Eine Besonderheit des Osteosynthesematerials sind die speziell für die Augmentation hergestellten kanülierten Schrauben, die nicht nur an der Spitze, sondern zusätzlich über Bohrungen quer zur Schraubenachse den Zement austreten ließen.

Zur Simulation einer in vivo Situation erfolgte die biomechanische Belastung zyklisch mit zunehmender Kraft und in einem physiologischen Winkel, der durch Bergmann et. al in vivo bestimmt wurde. Unter den gemessenen Bewegungsabläufen wurde die Abduktion bis 90° gewählt und aus der Summe aller dabei auf den Humeruskopf einwirkenden Kräfte die Richtung des Einleitungsvektors berechnet. Über eine speziell angefertigte Halteapparatur konnten die Präparate dem Einleitungsvektor entsprechend in die Testmaschine eingespannt werden. Die Bewegung des Implantat-Knochenverbundes, aufgeteilt in Translation und Rotation, wurde differentiell über die gesamte Belastung aufgezeichnet. Dadurch war es möglich die Mikrobewegungen der Präparate nahezu vollständig abzubilden. Anschließend wurden die Daten statistisch mittels Wilcoxon-rank Test ausgewertet.

Die augmentierten Humeri zeigten unter Belastung einen signifikanten ( $p < 0,05$ ) Stabilitätsunterschied im Vergleich zur Kontrollgruppe. Dabei sind sowohl die Translation wie auch die Rotation der augmentierten Gruppe signifikant geringer. Zwischen den beiden Gruppen bestand in der Knochendichte kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,96$ ). Weiterhin zeigte sich eine zunehmende Differenz der Bewegungen bei steigenden Kräften. Durch die Augmentation konnten die Mikrobewegungen um fast die Hälfte reduziert werden. Die relative Reduktion der Bewegung lag für die Translation bei  $46 \pm 6\%$  und bei  $52 \pm 6\%$  für die Rotation.

In weiteren Analysen zeigte sich kein signifikanter Unterschied in der Knochendichte rechter und linker Humeri. Eine Korrelation zwischen Knochendichte und Mikrobewegungen konnte in dieser Studie nicht festgestellt werden. Bei zunehmender Belastung kam es bei fünf Präparaten zum plötzlichen Versagen durch Bruch im Schaftbereich, bei weiteren fünf Präparaten zu einer deutlichen Änderung der Stabilität, die in den aufgezeichneten Hysteresekurven zu erkennen war.

Das hohe Alter der Spender, die verminderte Knochendichte der Präparate und vor allem die außerordentliche Art der biomechanischen Analyse, welche eine möglichst physiologische Belastung nachstellt, zeigen realitätsnäher als bisherige Arbeiten, dass die Augmentation im Besonderen in der Zielgruppe zu einer Verbesserung der Primärstabilität plattenosteosynthetisch versorgter proximaler Humerusfrakturen führt.