

Elinor Stürmer  
Dr. med.

## **Biomechanische Testung eines neuen Nagels zur Versorgung von proximalen Humerusfrakturen**

Promotionsfach: Chirurgie  
Doktorvater: Prof. Dr. med. Peter-Jürgen Meeder

Frakturen des proximalen Humerus gehören zu den drei häufigsten Frakturen und stellen für den operativ tätigen Arzt insbesondere bei älteren Patienten eine Herausforderung dar. Für eine stabile Osteosynthese in osteoporotischem Knochen am proximalen Humerus gibt es derzeit keine Standardmethode. Vielmehr werden ständig neue Implantate entwickelt, um den Anforderungen der modernen Fraktur-versorgung gerecht zu werden.

Das Ziel der vorliegenden Studie war es, das biomechanische Verhalten eines Implantat-Knochen-Canevasit-Konstruktes am Modell einer Trümmerfraktur am Collum chirurgicum des Humerus zu untersuchen. Ein neu entwickelter Nagel wurde mit einer konventionellen winkelstabilen Kleinfragmentplatte verglichen. Der Nagel verfügte über ein neuartiges Prinzip zur Verankerung im Kopfsegment des Humerus: zusätzlich zu zwei gebräuchlichen winkelstabilen Schrauben in Lokalisation der Tubercula ließen sich vier kleine Flügel ausfahren. Die Verankerung durch die Flügel im spongiösen Knochen soll die Osteosynthese für den Chirurgen möglichst einfach und für den Patienten möglichst schonend machen. Im biomechanischen Testlabor wurden Steifigkeit und Spiel in Rotation, sowie Lang-zeitverhalten in kombinierter Rotation, Kompression und Biegung unter zyklischer Belastung bestimmt. Die Proben wurden zunächst im elastischen Bereich in Innen- und Außenrotation und dann mit zunehmender exzentrischer Kompression in Kombination mit konstanter Rotation zyklisch bis zum Versagen belastet. Die Implantate wurden hinsichtlich Rotationssteifigkeit, Spiel in Rotationsrichtung, Zyklenanzahl und Maximallast beim Versagen sowie benötigte Energie zur plastischen Verformung in Kompressionsrichtung verglichen. Getestet wurde in einem Modell aus humanen Spenderknochen und dem Knochenersatz Canevasit. Die Implantate wurden proximal im menschlichen Humeruskopf verankert und distal in einem Schaft aus Canevasit. Ein Spalt von 10mm zwischen Knochen und Canevasit simulierte den Frakturspalt und wurde durch die Implantate überbrückt.

Die Ergebnisse der biomechanischen Testungen lassen vermuten, dass mit dem Nagel nur eine ähnliche Stabilität wie mit der Platte erzielt werden kann, wenn man zusätzlich zu den Flügeln mindestens eine proximale Verriegelungsschraube ein-bringt. Der Nagel mit einer zusätzlichen Schraube zeigte sich in allen Parametern etwas schlechter als die Platte, signifikant für Rotationssteifigkeit, Rotationsspiel und Arbeitsaufwand für die plastische Verformung; nicht signifikant für Zeit und Last bis zum Versagen. Trotz durchschnittlich qualitativ etwas reduzierterer Ergebnisse, konnte mit dem Nagel mit zwei proximalen Schrauben annähernd gleichwertige Stabilität wie mit der Platte erreicht werden, vergleichbar mit etablierten Nägeln. Eine Korrelation der untersuchten Parameter mit der Knochendichte der Proben konnte nicht nachgewiesen werden. Pilottestungen an Kunststoffknochen weisen darauf hin, dass der Nagel ohne Schrauben nur durch die Flügel eine deutlich reduzierte Stabilität bietet. Dennoch wäre ein klinischer Einsatz des Nagels denkbar. Die Dauer der Operation und möglicher minimal invasiver Zugang sind unter anderem entscheidend für die Wahl des operativen Vorgehens. Gleichzeitig kann insbesondere die Lokalisation der Fraktur die Entscheidung für ein bestimmtes Implantat beeinflussen. Es ist zu erwarten, dass die Flügel dieses Nagelsystems bei Kalottenfrakturen, wo die Platte versagt, eine

verbesserte Stabilität erbringen können, gegebenenfalls auch erst nach Modifikation.

Insgesamt ist das vorgestellte Nagelsystem eine hoffnungsvolle Entwicklung für die operative Therapie komplexer Frakturen, insbesondere für sehr proximale Fraktur-lokalisierungen. Entsprechend den oben vorgestellten Modifikationen sollte es möglich sein, dass sich dieses Implantat durch seine Vorteile einer schonenderen Operation und einer gesicherten Stabilität nach entsprechender experimenteller Testung in der klinischen Praxis bewähren kann.