

Stefanos Tsitlakidis
Dr. med.

Untersuchung der Primärstabilität von Schenkelhalsendoprothesen unter physiologischer Belastung

Fach: Orthopädie
Doktorvater: Prof. Dr. med. Rudi Georg Bitsch

Einleitung:

Schenkelhalsprothesen werden seit einigen Jahren klinisch – v.a. bei der Behandlung junger Patienten – eingesetzt. Das Konzept vereinigt eine knochensparende Osteotomie sowie proximale und dadurch physiologischere Lastenleitung. Hierdurch sollen „stress shielding“ vermieden und, da mehr Knochen vorhanden ist, bessere Voraussetzungen für spätere Revisionen geschaffen sowie die Implantation von kleineren Revisionsimplantaten ermöglicht werden. Die Resultate fielen bislang vielversprechend aus, sind jedoch unter kurzen Beobachtungszeiträumen kritisch zu bewerten. Die Osteodensitometrie mittels Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DEXA) stellt aktuell den Goldstandard zur Bestimmung der Knochendichte dar. Die wissenschaftlich erprobte Messung der Torsionsstabilität des trabekulären Knochens stellt jedoch eine gute Alternative dar. Das Verfahren soll direkt im späteren Implantatlager Aufschluss über die lokale Knochenstärke liefern und somit Einfluss auf die Entscheidung bezüglich des zu wählenden operativen Verfahrens nehmen. Aktuell existieren in der Literatur jedoch keine Studien, welche einen statistischen Vergleich beider Verfahren (DEXA vs. Trabekuläre Torsionsstabilität) hinsichtlich ihrer jeweiligen Korrelation mit den nach Implantation einer Schenkelhalsendoprothesen resultierenden Relativbewegungen – im Sinne einer Versagensvorhersage – untersuchten oder den Gangzyklus unter Muskelzugrekonstruktion realisierten.

Methodik:

Es wurden effektiv zehn humane Femora jeweils mit einer Silent- Endoprothese versehen. Im Vorfeld der Implantation erfolgte die Erhebung der Knochendichte sowie der trabekulären Torsionsstabilität. Die Präparate wurden im weiteren Verlauf mittels einer eigens entworfenen Prüfmaschine, welche in der Lage ist die Vektorschleife der Hüftkontaktkraft zu simulieren, biomechanisch unter zwanzigprozentiger, fünfzigprozentiger sowie hundertprozentiger Belastung getestet. Ferner wurden die Abduktoren (Glutealmuskulatur und M. tensor fasciae latae) sowie der Tractus iliotibialis rekonstruiert. Die Quantifizierung der Mikrobewegungen erfolgte mit Hilfe eines optischen Messsystems. Zusätzlich erfolgte ein statistischer Vergleich

von DEXA und trabekulärer Torsionsstabilität miteinander sowie hinsichtlich ihrer Korrelation mit den Relativbewegungen im Knochen-Implantat-Interface.

Ergebnisse:

Die mittleren Relativbewegungen lagen unter zwanzigprozentiger Belastung bei $173,03 \pm 118,19 \mu\text{m}$ (Maximum $297,91 \pm 198,92 \mu\text{m}$). Unter fünfzigprozentiger Belastung zeigte sich ein Anstieg auf $474,70 \pm 327,77 \mu\text{m}$ (Maximum $569,58 \pm 311,79$).

Beim Vergleich von DEXA und trabekulärer Drehmomentmessung ergab sich ein Korrelationskoeffizient von $r=0,875$. Hierbei korrelierte die trabekuläre Drehmomentmessung mit den konsekutiven Relativbewegungen (u.a. max. Gesamtvektor der Relativbewegung unter 20% Belastung, Rel Res Max 20%) signifikant besser als die DEXA ($r=-0,848$ vs. $r=-0,400$, $p=0,042$).

Unter zwanzigprozentiger Belastung ereignete sich keine, unter fünfzigprozentiger Belastung ereignete sich eine und unter hundertprozentiger Belastung ereigneten sich zwei periprothetische Frakturen. Hierbei zeigten sich im Wesentlichen zwei verschiedene Frakturmuster.

Diskussion:

Ziel dieser Studie war die Eruiierung der Primärstabilität der untersuchten Schenkelhalsendoprothesen sowie der Vergleich von DEXA und trabekulärer Drehmomentmessung und Bewertung der jeweiligen Voraussagekraft über den zu erwartenden Erfolg einer endoprothetischen Versorgung unter Verwendung einer Schenkelhalsendoprothese mit rein konischem Design. Das für die Osteointegration kritische Niveau von $150 \mu\text{m}$ konnte unter keinem der untersuchten Belastungszustände eingehalten werden. Es liegt somit eine insuffiziente Primärstabilität vor.

Die Ergebnisse der Korrelationsanalyse von DEXA und trabekulärer Drehmomentmessung zeigen, dass zum einen die trabekuläre Drehmomentmessung aufgrund der hervorragenden Korrelation mit der DEXA eine adäquate Alternative darstellt und zum anderen bzgl. einer Versagensvorhersage die trabekuläre Drehmomentmessung aufgrund der statistisch signifikant besseren Korrelation mit den konsekutiven Relativbewegungen zwischen Implantat und Knochen der DEXA überlegen ist – bedingt v.a. durch die direkte Messung der Knochenstärke im späteren Implantatlager sowie durch die intraoperative Verfügbarkeit der Methode.

Hinsichtlich der Limitationen dieser Studie stellt die effektive Stichprobengröße von $n=6$ den größten Faktor dar. Die hier verwendete Methodik zur Imitation physiologischer Belastungszustände stellt, neben dem Einsatz von Humanfemora, die Stärke dieser Studie dar.

In Zusammenschau der steigenden Frakturhäufigkeit bei höheren Belastungen sowie der deutlich höheren Relativbewegungen empfehlen wir die postoperative Ent- bzw. Teilbelastung. Das Muster periprothetischer Frakturen von Schenkelhalsendoprothesen scheint von komplexem Charakter zu sein und kann einen spiralförmigen Verlauf bis in den subtrochantären Bereich nehmen. Es ist eine valgische Implantation anzustreben, um das Frakturrisiko zu reduzieren. Eine akkurate Indikationsstellung sowie Patientenselektion ist für den Erfolg von Schenkelhalsendoprothesen von großer Bedeutung.