UNIVERSITÄT LEIPZIG
Medizinische Fakultät

Universitätsklinikum Leipzig
Anstalt öffentlichen Rechts

Fraunhofer IWU

Königsee Implantate

Ein biomechanischer Vergleich zementaugmentierter und nicht augmentierter transiliosakraler Schrauben zur Versorgung osteoporotischer Beckenringfrakturen

Höch, A.[1]; Schimpf, R.[1]; Schleifenbaum, S.[1]; Hammer, N.[2]; Werner, M.[3]; Josten, Ch.[1]; Böhme, J.[1]

[1] Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie- und Plastische Chirurgie, Universitätsklinikum Leipzig
[2] Institut für Anatomie, Universitätsklinikum Leipzig
[3] Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik, Dresden

Hintergrund und Fragestellung: Die wachsende Zahl osteoporotischer Beckenringfrakturen unterstreicht die Notwendigkeit neue Operationsverfahren zu entwickeln. Der Anspruch an eine hohe Stabilität und möglichst minimalinvasive Techniken werden angestrebt um Komplikationen zu minimieren. Zementaugmentierte Schrauben werden regelhaft zur Stabilisierung osteoporotischer Wirbelkörperfrakturen angewandt. Diese Methode erscheint ebenfalls sinnvoll zur Versorgung osteoporotischer Beckenringfrakturen mit sakraler Beteiligung. Mit dieser Biomechanischen Untersuchung soll die Stabilität zementaugmentierter und konventioneller nicht augmentierter transiliosakraler Schrauben verglichen werden.

Material und Methodik: Acht frisch gefrorene osteoporotische (BMD 56.9 ± 3.5 mg/cm³) Spenderbecken wurden im simulierten Einbeinstand zyklisch getestet **(Abb 1a, 1b)**. Es wurde eine transalare Sakrumosteotomie durchgeführt und die Symphyse durchtrennt. Eine Seite des Beckens wurde jeweils mit einer nicht augmentierten transiliosakralen Schraube (7,5 mm, Vollgewinde **(Abb. 2),** Königsee Implants GmbH, Allendorf, Germany), die jeweilige Gegenseite mit Zementaugmentation (3 ml Knochenzement, Fa. G21, San Possidonio, Italy) geprüft. Es erfolgte eine Randomisierung der Seite, begonnen wurde immer mit der nicht augmentierten Seite.
Eingeleitet wurde eine zyklische Kraft zwischen 40 N und 400 N für 10.000 Zyklen nach einem definierten Prüfprotokoll oder bis zum Abbruch.
Erfasst wurden die Weg-/Kraftkurven der hydraulischen Materialtestmaschine (DYNA-MESS Prüfmaschinen GmbH, Aachen, Germany **(Abb. 4)** sowie die optische 3D-Messung (LIMESS Messtechnik & Software GmbH, Krefeld, Germany **(Abb. 5)** der Frakturdislokation. Nach der Testung erfolgte eine weitere CT-Untersuchung zur Beurteilung von Lockerungsäumen oder Zementaustritt **(Abb. 3).**

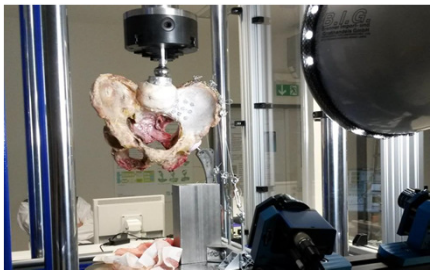


Abb. 1a und 1b: Setup im simulierter Einbeinstand.

Abb. 4: Erfasste Maschinenmessdaten.

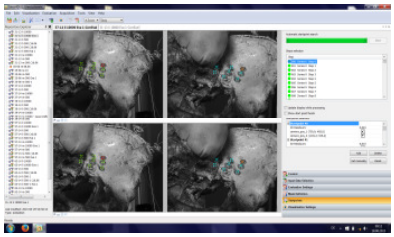


Abb. 5: Optische 3D- Messung und Auswertung.

Abb. 2: 7,5 mm Vollgewindeschraube mit Zementaugmentierung.

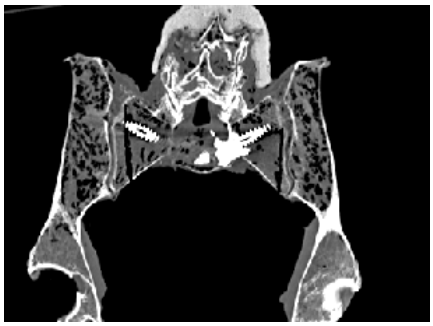
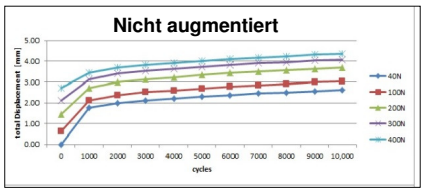


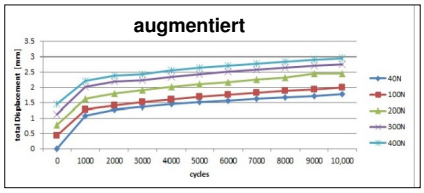
Abb. 3: Coronares CT-Schnittbild nach Testung mit Darstellung der simulierten Frakturen transalar und liegenden Schrauben.

Ergebnisse: Zwei Becken zeigten ein Osteosyntheseversagen beidseits (Becken 20-14: augmentiert 2.000 Zyklen, nicht augmentiert 2.000 Zyklen; Becken 37-14: augmentiert 2.000 Zyklen, nicht augmentiert 200 Zyklen). Ein weiteres Becken versagte nur auf der nicht zementierten Seite (Becken 39-14: nicht augmentiert 2.000 Zyklen) **(Tab. 1)**.
Die optisch gemessene Dislokation am Frakturspalt ergab keinen statistischen Unterschied zwischen augmentierten und nicht augmentierten Schrauben bei tendenziell besseren Werten bei der Augmentation **(Abb. 6a und 6b)**. Die Analyse der Weg-/Kraft- Kurven und der Systemsteifigkeit ergab keinen Unterschied zwischen beiden Verfahren bei deutlich differierenden Werten unter den einzelnen Becken.
In der CT-Kontrolle nach Testung lag bei keinem Becken eine Schraubenfehllage oder extraossärer Zementaustritt vor. Lockerungen der Schrauben im Sinne eines Saums oder ein „Zurückdrehen“ konnte für beide Verfahren nicht nachgewiesen werden.

Becken	Seite L/R	Augmentiert (Ja/Nein)	Anzahl getestete Zyklen	Knochendichte (K2HPO4 mg/cm³)	Geschlecht/ Alter	Schraubenlänge
29-14	L	Ja	10.000	58,05	M/ 84 Jahre	80 mm
	R	Nein	10.000			
63-14	R	Ja	10.000	58,85	W/ 85 Jahre	75 mm
	L	Nein	10.000			
31-13	R	Ja	10.000	62,93	W/ 89 Jahre	85 mm
	L	Nein	10.000			
30-13	L	Ja	10.000	54,67	M/ 73 Jahre	75 mm
	R	Nein	10.000			
57-14	L	Ja	10.000	53,76	W/ 81 Jahre	80 mm
	R	Nein	10.000			
20-14	R	Ja	2.000	54,49	W/ 76 Jahre	90 mm
	L	Nein	2.000			
37-14	L	Ja	2.000	58,91	M/ 90 Jahre	85 mm
	R	Nein	200			
39-14	L	Ja	10.000	51,79	M/ 87 Jahre	90 mm
	R	Nein	2.000			

▲*Tab. 1: Übersichtstabelle der getesteten Spenderbecken mit durchlaufenen Zyklen.*





►*Abb. 6a und 6b: Durchschnittliche Dislokation am Frakturspalt als Ergebnis der 3 dimensionellen optischen Messung in Abhängigkeit von der Zyklenzahl und Kraft.*

Diskussion: Unsere Ergebnisse konnten keine statistisch nachweisbare Überlegenheit der augmentierten transiliosakralen Verschraubung im Vergleich zur konventionellen transiliosakralen Verschraubung bei osteoporotischen Beckenringfrakturen zeigen. Wir werten jedoch die höhere Anzahl durchlaufener Zyklen bei zwei Becken und etwas bessere Werte bei der Dislokation als Tendenz hin zu einer Überlegenheit. Ein möglicher Negativeffekt auf die Ergebnisse der zementaugmentierten Verschraubung besteht in einer vermuteten Minderung der Gesamtstabilität der Becken, da dieses Verfahren immer als zweites getestet wurde. Die Ergebnisse weisen zusätzlich auf ein sicheres Verfahren hin, da bei 16 Schrauben (8 zementaugmentiert) keine Fehllagen oder Zementaustritte nachgewiesen wurden.
Fazit für die Klinik: Aufgrund eigener klinischer Erfahrungen und anderen publizierten Daten werden wir an dieser Technik zur Versorgung osteoporotischer Beckenringfrakturen festhalten.

Literatur: Böhme et al. 2012, Osteoporotic fractures of the pelvis. Chirurg.
Schildhauer et al. 2003, Triangular Osteosynthesis and Iliosacral Screw Fixation for Unstable Sacral Fractures: A Cadaveric and Biomechanical Evaluation. JOT.
Wähnert et al. 2013, Cement augmentation of the navigated iliosacral screw in the treatment of insufficiency fractures of the sacrum: a new method using modified implants. Int. Othop.

Korrespondierender Autor:

Dr. med. Andreas Höch
andreas.hoech@medizin.uni-leipzig.de