

**2. Workshop  
Automatisierungstechnische  
Verfahren für die Medizin vom  
25. bis 26. Feb. 1999 in  
Darmstadt**



**„Entwicklung und biomechanische Validierung eines  
Finite-Elemente Modells zur Implantatatestung und  
Problemanalyse an der Lendenwirbelsäule“**

T. Pitzen, W. I. Steudel

Abteilung allgemeine Neurochirurgie, Universitätskliniken des Saarlandes, Homburg,  
Deutschland

D. Matthis, H. Müller-Storz

Steinbeis-Transferzentrum, Schwingungs- und Biomechanik, Offenburg, Deutschland

ISBN: 318318317x

Pages: 24-25

# Entwicklung und biomechanische Validierung eines Finite Elemente Modells zur Implantatatestung und Problemanalyse an der Lendenwirbelsäule

T. Pitzen (1), D. Matthis (2), H. Müller - Storz (2), W. I. Steudel (1)

(1) Neurochirurgische Klinik, Universitätsklinik des Saarlandes, 66421 Homburg/ Saar

(2) Steinbeis - Transferzentrum, Schwingungs - und Biomechanik, Badstraße 24 a, 77652 Offenburg

## Fragestellung:

Ziel dieser kombinierten Studie ist die Entwicklung und biomechanische Validierung eines Finite Elemente Modells zur Testung von Lendenwirbelsäulenimplantaten und zur Problemanalyse an der Lendenwirbelsäule.

## Methode:

Das Finite Elemente Modell (Abb. 1) wurde anhand der Computertomographie eines humanen Segmentes L3/4 entwickelt mit der Software ANSYS 5.4.

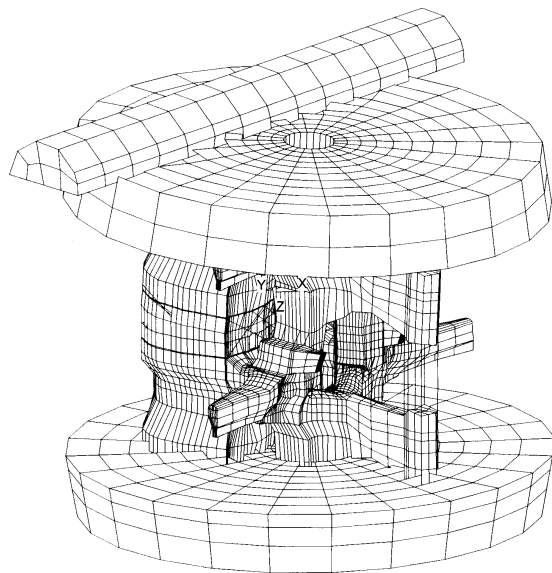


Abb. 1: Finite Elemente Modell ohne Implantate

Entsprechend der chirurgischen Präparationstechnik wurden zwei unterschiedliche Implantate (zwei Titankörbe (Abb. 2) plus Pedikelschrauben - Stab - Osteosynthese nach Harms beziehungsweise zwei threaded Cages nach Bagby und Kuslich (BAK - Cages, Abb. 3)) über eine dorsale Zugangs simulation in das Finite Elemente Modell eingefügt, dann eine Belastung in Kompression (600 N), Torsion (25 Nm) und Schub (250 N) simuliert.

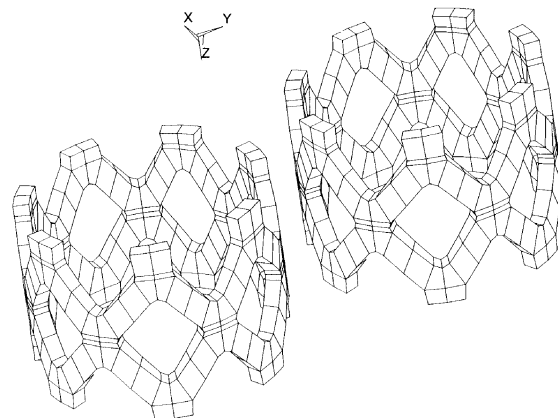


Abb. 2: Finite Elemente Modell der Titan - Cages nach Harms

Parallel dazu wurde mit den gleichen Belastungsparametern ein biomechanischer Versuch an je sechs humanen Lendenwirbelsäulenpräparaten durchgeführt, die mit den beiden unterschiedlichen Implantaten versorgt worden waren. Die Ergebnisse des biomechanischen Experimentes und der Finite Elemente Analyse wurden miteinander verglichen und nach Validierung des Modells Anwendungsbeispiele simuliert.

**Ergebnisse:**

In allen Belastungsmodalitäten zeigten die Ergebnisse, die durch Anwendung der Finite Elemente Methode ermittelt wurden, eine gute Übereinstimmung mit den biomechanisch analysierten Steifigkeiten: Sowohl die biomechanischen Versuche als auch die Finite Elemente Analyse zeigten eine Zunahme der Steifigkeit der Präparate/ Modelle nach Versorgung mit dem Harms - System und eine Abnahme der Steifigkeit nach Versorgung mit den BAK - Cages im Vergleich mit den intakten Präparaten/ Modellen. Die relative Steifigkeit der fusionierten Präparate zeigte insgesamt nur geringe Abweichungen bei einem Vergleich der beiden Methoden: Die mit der Finite Elemente Methode ermittelten Werte lagen immer innerhalb der Messreihe der relativen Steifigkeiten, die im biomechanischen Experiment gefunden worden waren. Da beide Methoden also zu vergleichbaren Resultaten führten, konnte das Modell verwendet werden, um verschiedene Situationen wie Präparationsfehler, Materialversagen, unterschiedliche Knochenqualität und den Einfluß einer zusätzlichen dorsalen Instrumentation nur im Finite Elemente Modell zu untersuchen.

**Schlußfolgerung:**

Dieses biomechanisch validierte Finite Elemente Modell ist geeignet zur vergleichenden Beurteilung unterschiedlicher Implantate, darüber hinaus zur Planung, Korrektur und Nachsorge chirurgischer Eingriffe an der Lendenwirbelsäule.

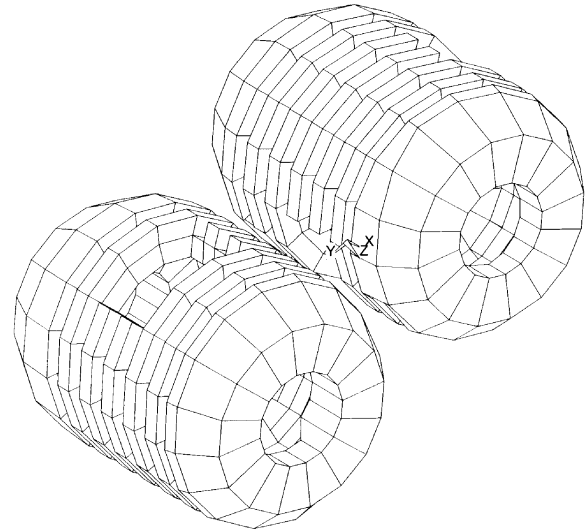


Abb. 3: Finite Elemente Modell der BAK - Cages