

Experimentelles Wirbelsäulen-Modell

Die vorliegende Untersuchung hat zum Ziel, ein künstliches Lendenwirbelsäulenmodell herzustellen, welches ein vergleichbares Verhalten wie die humane Wirbelsäule aufweist. Dieses Modell soll anschliessend in einem Simulator auf Flexions- und Extensionsbewegungen getestet werden.

Bei bisher getesteten Modellen löste sich das Interface von Bandscheibe und Wirbelkörper nach einigen Zyklen. Die Schwierigkeit besteht nun darin, ein passendes Material zu wählen sowie das Interface so zu gestalten, dass es den mechanischen Belastungen standhält. Hierfür werden in Zug- und Biegeversuchen die verschiedenen Materialien und das Interface getestet. Es werden Bewegungssegmente mit Wirbelkörpern aus den Materialien PLA und ABS und Bandscheiben aus den Materialien Polyurethan sowie Silikon verwendet. Die Bandscheiben werden mit und ohne Nucleus aufgebaut. Das Interface besteht aus Formschluss oder ist geklebt.

Die Resultate der Vortests zeigen, dass sich Silikon mit einer Shore-Härte von A 28 aufgrund seiner Steifigkeit gut für den Anulus eignet. Der Nucleus soll für genügend Stabilität härter gestaltet werden und wird somit aus Polyurethan der Shore-Härte A40 hergestellt. Das Verkleben der Bandscheibe mittels Loctite hält den Belastungen am besten stand. Anschliessend wird ein Modell der kompletten Lendenwirbelsäule gebaut. Auch wird ein Modell der Lendenwirbelsäule extern bei einer 3D-Druck-Firma bestellt. Vorteilhaft hierbei ist, dass das Interface 3D gedruckt ist und somit beständiger ausfällt, wie sich in den Vortests gezeigt hatte. Diese Modelle werden dann in den bestehenden Simulator am IMES eingebaut und auf Flexion und Extension getestet. Es wird eine «follower load» von 80 N sowie eine Vorlast von 0 kg, 10 kg und 20 kg angebracht.

Die Haupttests zeigen, dass die verwendeten Modelle vergleichbare Resultate liefern. Der Vergleich zur Literatur zeigt jedoch in Bezug auf das Drehmoment mehr Gemeinsamkeiten als im Bereich Muskelkräfte. So liegt zwar das Drehmoment bei beiden Modellen jeweils zu hoch, der Verlauf der Drehmoment-Rotations-Kennlinie weist jedoch ähnliche Eigenschaften auf wie die Kennlinie aus der Literatur. Die unterschiedlichen Vorlasten haben keinen signifikanten Einfluss auf die Muskelkraft im M. erector spinae. Im M. rectus abdominis zeigt sich jedoch mit zunehmender Vorlast eine Zunahme an Muskelkraft. In weiteren Schritten kann nun der Aufbau der Bandscheibe angepasst und der Simulator optimiert werden, um in-vivo Resultaten näher zu kommen.



Diplomierende
Fabienne Kistler
Karin Seba

Dozent
Daniel Baumgartner



3D gedrucktes Lendenwirbelsäulen-Modell, eingebaut im Simulator mit einer Vorlast von 20 kg.