

Vorträge

implantationsbedingter Versatz der an einer künstlichen Bandscheibe angrenzenden Wirbel zu einem verringerten Bewegungsumfang und zu erhöhten Kräften in den Facettengelenken oder Kapselbändern führt.

Methodik: Eine künstliche Bandscheibe wurde in ein validiertes Finite-Element-Modell der Lendenwirbelsäule in das Segment L5-S1 implementiert. Eine vertebrale Fehlstellung, welche sich in einem Versatz der angrenzenden Wirbelkörper in anterior-posteriorer Richtung (± 2 mm) zueinander äußert, wurde in einer Sensitivitätsstudie analysiert. Ferner wurden weitere klinisch relevante Faktoren, wie die Größe des Facettengelenksspalts (0.3-0.7 mm), eine Durchtrennung des hinteren Längsbandes, sowie fünf verschiedene Formen der Lendenwirbelsäule in die Studie eingeschlossen. Alle vier untersuchten Parameter wurden gleichverteilt in 400 Einzelrechnungen variiert (Latin Hypercube Sampling) und das jeweilige Modell mit Hilfe von reinen Momenten in allen anatomischen Hauptebenen belastet.

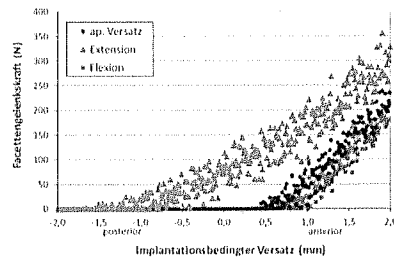
Ergebnisse: Eine Fehlstellung der angrenzenden Wirbelkörper hat von allen untersuchten Parametern den größten Einfluss auf die resultierenden Kräfte in den Facettengelenken oder Kapselbändern. Ein anteriorer Versatz von 2 mm führt bereits ohne äußere Belastung zu einer Zunahme der Facettengelenkskräfte um bis zu 240 N. Eine zusätzliche Flexionsbewegung reduziert die Kräfte leicht, während eine Extension die Kräfte erheblich erhöht (Abb. 1). Im Gegensatz dazu erhöht ein posteriorer Versatz ohne äußere Belastung die Kräfte in den Kapselbändern um 80 N. Ein posteriorer Versatz führt ferner bei Bewegungen in allen anatomischen Hauptebenen zu einer Erhöhung der Kräfte in den Kapselbändern, wie in Abb. 2 beispielhaft für Flexion und Extension gezeigt. Sowohl eine anteriore als auch eine posteriore Fehlstellung führen zu einer Reduzierung des Bewegungsumfanges in allen drei anatomischen Hauptebenen (Abb. 3). Ein vergrößerter Gelenkspalt und ein durchtrenntes hinteres Längsband vergrößern den Bewegungsumfang hingegen.

Schlussfolgerungen: Die oben aufgestellte Hypothese konnte zunächst numerisch bestätigt werden. Die berechnete Reduzierung des Bewegungsumfanges für Flexion-Extension zeigt eine gute Übereinstimmung mit den Untersuchungen von Siepe et al. [1]. Ein vertebraler Versatz stellt somit einen Erklärungsansatz für das gehäufte Auftreten der Facettengelenksdegeneration dar. In einer zweiten bereits abgeschlossenen klinischen Studie an Patienten mit künstlicher Bandscheibe wurde darauf aufbauend deren vertebrale Fehlstellung radiologisch vermessen. Die hier gezeigten Ergebnisse sollen nun mit dem klinischen Ergebnis korreliert und die gefundene biomechanische Erklärung klinisch validiert werden.

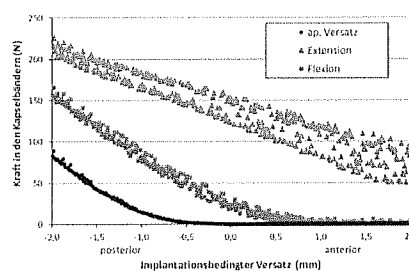
Literatur:

- [1] Siepe et al. 2010, Spine 35: 1991-2003
- [2] Park et al. 2008, Spine 33:1755-1761

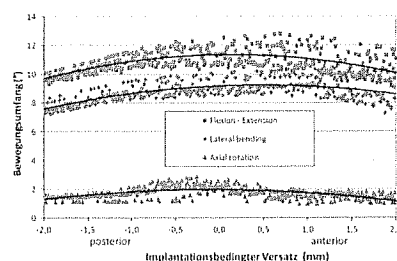
Anhang 1



Anhang 2



Anhang 3



V 13

Einfluss einer „Follower Load“ auf den Bewegungsumfang eines Wirbelsäulensegments mit unterschiedlichen Implantatkonfigurationen.

*D. Volkheimer¹, H.- J. Wilke¹, B. Robie², F. B. Christensen^{2,3}

¹Institut für Unfallchirurgische Forschung und Biomechanik, Ulm, Deutschland

²FBC Device, Aarhus, Dänemark, D|emark

³Aarhus University Hospital, Orthopaedic Research Laboratory, Aarhus, Dänemark, D|emark

Fragestellung Die biomechanische Flexibilitätsmessung der Wirbelsäule unter Applikation reiner Momente gilt aufgrund einer hervorragenden Vergleichbarkeit der Ergebnisse immer noch als weltweit anerkannter Standard. Ein großer Nachteil dieser Methode liegt in der fehlenden Simulation stabilisierender Muskelkräfte. Die Einleitung einer zur Wirbelsäule stets tangentialen Kompressionskraft, der sogenannten „Follower Load“,

Vorträge

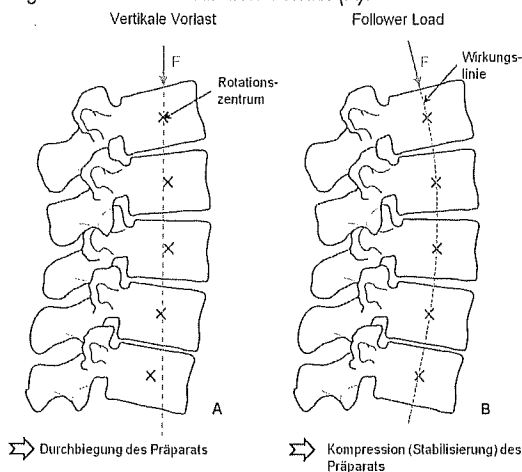
ermöglicht eine physiologischere Testung ohne die hohe Komplexität einer Muskelsimulation in Kauf nehmen zu müssen.

Das Ziel dieser Studie ist es, den Einfluss einer "Follower Load" auf die Beweglichkeit des behandelten Wirbelsäulensegments mit unterschiedlicher Steifigkeit zu untersuchen. Dieses wurde mit einem neuen 2-teiligen ALIF, einem gewöhnlichen ALIF, alleinstehend und zusätzlich kombiniert mit einem Pedikelschraubensystem instrumentiert.

Methodik Es wurden sieben lumbosakrale (L3-S1) humane Präparate (Alter 50-60 Jahre, 4 männlich und 3 weiblich) untersucht. Das Bewegungssegment L4-L5 wurde mit dem 2-teiligen ALIF (Statur-L, FBC Device ApS, Dänemark), sowie einem gewöhnlichen ALIF (Pezo A, Ulrich, Deutschland), beide alleinstehend und in Kombination mit einem Pedikelschraubensystem, instrumentiert. Die Beweglichkeit der Präparate ohne, sowie mit den verschiedenen Instrumentierungen, wurde zuerst unter Einleitung reiner Momente ($\pm 7,5$ Nm) in den Bewegungsrichtungen Flexion/Extension, Seitneigung und axiale Rotation untersucht. In einem zweiten Schritt wurde zusätzlich bilateral eine „Follower Load“ (siehe Abbildung 1) in Höhe von 500 N appliziert und der Flexibilitätstest wiederholt.

Zur Bestimmung der statistischen Signifikanz wurde ein gepaarter t-Test mit einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$ verwendet.

Abbildung 1: Wirkungsweise einer „Follower Load“ (B) im Vergleich mit einer vertikalen Vorlast (A).



Ergebnisse Der Einfluss der „Follower Load“ auf den Bewegungsumfang war in Seitneigung deutlich höher als in den anderen Bewegungsrichtungen. Der Einfluss in Flexion/Extension war am geringsten. Die Reduktion des Bewegungsumfangs umfasste eine sehr große Spanne (zwischen -1,9% und -83,7%).

Bei den unterschiedlichen Implantatkonfigurationen lässt sich zwischen den Bewegungsrichtungen kein konsistenter Zusammenhang zwischen Steifigkeit des Konstrukts und Einfluss der „Follower Load“ finden. Jedoch konnte innerhalb der Bewegungsrichtungen jeweils ein eindeutiges Stabilisierungsmuster gefunden werden.

Schlussfolgerungen Im Gegensatz zu dem theoretischen Ziel der „Follower Load“, einer physiologischen Stabilisierung des Präparats, kam es nicht bei allen Präparatzuständen zu einer signifikanten Abnahme des Bewegungsumfangs. In Seitneigung und axialer Rotation kam es aufgrund der starken Friktion bei der Applikation der ‚Follower Load‘ in diesen Bewegungsrichtungen zu einer unphysiologischen Abnahme des Bewegungsumfangs. Aus diesem Grund ist die Applikation in diesen Bewegungsrichtungen nicht empfehlenswert.

In Flexion/Extension führte die „Follower Load“ vor allem bei den steifen Konstrukten zu einer starken Stabilisierung. Jedoch konnte dadurch im Vergleich zu der Testung mit reinen Momenten keine zusätzliche Information über das Verhalten der Implantate in vivo gewonnen werden, da die Steifigkeiten relativ zueinander unverändert blieben.

V 14

Posturale Ausgleichsstrategien des Beckens und der Wirbelsäule bei Patienten mit Beinlängendifferenz

*D. Geckels^{1,2}, G. De Monte¹, T. Eßer¹, M. Gassen¹

¹Qimoto Zentrum für Sportmedizin, Labor für Bewegungs- und Funktionsdiagnostik, Wiesbaden, Deutschland

²Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Sport und Sportwissenschaft, Karlsruhe, Deutschland

Einleitung: Beinlängendifferenzen (BLD) -reell und funktionell- stellen ein häufiges Problem dar, unter welchem 40% bis 70% der Bevölkerung leiden (Gurney, 2001). In der Literatur werden unterschiedlichste statische Kompensationsmechanismen des Körpers auf eine vorhandene BLD beschrieben. Brady et al. (2003) beschreibt eine skoliotische Abweichung der Wirbelsäule in Richtung des verkürzten Beins als typische Reaktion. Praktischen und bisher nicht ausreichend überprüften Erfahrungen zufolge treten auch gänzlich gegensätzliche Abweichungen der Wirbelsäule in diesem Zusammenhang auf. Die Absicht der vorliegenden Studie besteht darin, herauszufinden, wie sich die Ausgleichsstrategien des Beckens, Kreuzbeins, und der Wirbelsäule in der frontalen Ebene gestalten.

Material/Method: Zur Bewertung der Ausgleichsstrategien wurden 46 Patienten im Alter von 39-69 (52 ± 12) Jahren mit einseitigem Femurkopfhochstand (FKH) von 1mm bis 19mm (7 ± 5 mm) analysiert. Als Testparameter wurden die Richtung der Abweichung und die Höhe der Seitendifferenz der Beckenkämme, des Kreuzbeins, des vierten Lendenwirbels und die Richtung der Lotabweichung der Wirbelsäule ermittelt. Bei allen Patienten wurde eine 4D-Rückenvermessung (4D formetric, Firma Diers-Biomedical Solutions), sowie je eine antero-posteriore Röntgenaufnahme (X-Ray Tube, Typ: DU-304, Firma: Dunlee) der LWS und des Beckens durchgeführt. Die Statistik wurde mit IBM SPSS 19 durchgeführt und das allgemeine Signifikanzniveau auf $\alpha = 0,05$ festgesetzt. Deskriptive Statistiken, Korrelationen (Spearman) und