

Der Einfluss des Muskel-Skelett-Systems auf die Stabilität der lumbalen Wirbelsäule

H. Wagner¹, Ch. Anders², Ch. Puta³ und R. Blickhan¹

¹Institut für Sportwissenschaft, Bewegungswissenschaften, Friedrich-Schiller-University Jena, D-07749 Jena

²Institut für Pathophysiology, Motorik, Friedrich-Schiller-University Jena, D-07743 Jena

³Institut für Sportwissenschaft, Sport Medizin, Friedrich-Schiller-University Jena, D-07749

Einleitung

Rückenschmerzen werden in vielen Fällen mit dem Auftreten von sogenannten ‚Instabilitäten‘ in Verbindung gebracht. Im Bereich der Radiologie wird ein Wirbel als instabil bezeichnet, wenn seine Beweglichkeit ein bestimmtes Maß überschreitet. Im Bereich der Ganganalyse treten Instabilitäten auf, wenn die Bewegung eines Körpersegments sehr variabel erscheint. Es könnten an dieser Stelle noch weitere Beispiele angeführt werden. Es scheint, dass eine gewisse Stabilität für das ‚richtige‘ bzw. ‚gesunde‘ Funktionieren des Bewegungsapparates notwendig ist. Auch in der Physik hat der Begriff Stabilität eine fest definierte Bedeutung und es existieren mathematische Methoden, diese Stabilität zu quantifizieren. Eine dieser Methoden ist von Ljapunov (Ljapunov 1892) entwickelt worden. Mit dessen Methode können Zahlen berechnet werden - die Eigenwerte der Bewegungsgleichung – die ein Maß für die Stabilität des betrachteten Systems sind. Wir haben diese Methode auf die Bewegungsgleichung eines Muskel-Skelett-Systems angewendet, um ein Maß für dessen Stabilität zu berechnen.

Für die Berechnung der Bewegungsgleichungen sind neben der geometrischen Anordnung der Muskeln innerhalb des Skeletts (Ansatz und Ursprung) sowie der Lage des momentanen Drehzentrums auch die Eigenschaften der betrachteten antagonistischen Muskeln (isometrische Maximalkraft, Faserverteilung, Muskellänge...) und deren intermuskuläre Koordination notwendig.

In der Literatur wird die Faserverteilung der lumbalen Muskulatur mit ungefähr 60:40 langsamer bezüglich schneller Muskelfasern angegeben (Thorstensson and Carlson 1987). Für die Berechnung der Krafterzeugung der Muskel ist der prozentuale Flächenanteil die bedeutendere Angabe. Betrachtet man den prozentualen Flächenanteil der Fasertypen ergeben sich etwas andere Werte ca. 64:36 (Fidler, Jowett et al. 1975). Diese Verteilungen sind keine Naturkonstanten, sondern sie variieren zum Teil sehr stark. Diese Variationen können z.B. zwischen Männern und Frauen aber auch zwischen Individuen eines Geschlechts festgestellt

werden, ca. 40% mehr FT-Fasern bei Männern gegenüber Frauen (Rantanen, Rissanen et al. 1994). Auch das Alter scheint eine Rolle zu spielen, 44% FT-Fasern bei Jungen gegenüber 31% bei Älteren (Fidler, Jowett et al. 1975). Der Flächenanteil von FT-Fasern eines Muskels beeinflusst dessen Eigenschaften, was bereits am Tier (Herzog 1994) als auch beim Menschen (Sust, Schmalz et al. 1997) gezeigt werden konnte.

Mit dem hier dargestellten Modell kann u.a. der Einfluss des Flächenanteils schneller bzw. langsamer Fasern des betrachteten Muskels auf die Stabilität einer lateralen Beugebewegung untersucht werden.