

Patric Raiß

Dr. med.

3D Bewegungsanalyse der oberen Extremität bei radioulnaren Synostosen: Validierung und Anwendung eines neuen biomechanischen Modells

Geboren am 10.11.1977 in Groß-Gerau

Staatsexamen am 05.04.2006 an der Justus-Liebig-Universität Gießen

Promotionsfach: Orthopädie

Doktorvater: Prof. Dr. med. habil. Markus Loew

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Entwicklung eines neuen Marker basierten dreidimensionalen Modells, um Gelenkwinkel und Bewegungsmuster bei Gesunden und bei Patienten mit verschiedenen Pathologien an der oberen Extremität feststellen zu können. Bislang sind in der Literatur keine validen Daten bezüglich der dreidimensionalen Bewegungsanalyse an der oberen Extremität bekannt. Um die Richtigkeit der erhobenen Daten zu gewährleisten, bedarf es einer Validierungsmessung des entwickelten Modells mit einer etablierten Referenzmethode. Ein weiteres Augenmerk dieser Studie lag auf Patienten mit radioulnaren Synostosen, bei welchen die Umwendbewegung des Unterarms aufgehoben ist. Anhand von 10 standardisiert durchgeführten Alltagstätigkeiten wurden Ausgleichsbewegungen des Schulter- Armgürtels einer Patientengruppe mit den Bewegungen eines Probandenkollektivs verglichen.

Es konnte gezeigt werden, dass die dreidimensionale Erfassung von Gelenkbewegungen der oberen Extremität mit dem von uns neu entwickelten Modell möglich ist. Erstmals wurde eine Validierungsmessung an der oberen Extremität mit dem klinischen Goldstandard (manuelle Standardgoniometrie) durchgeführt. Hierfür wurden jeweils 5 Probanden (Alter 27, SD 3 Jahre) in 15 Messdurchgängen auf Intersubjekt-, Intertester- und Intratesterreliabilität untersucht. Dies ergab den direkten Vergleich von 1200 klinischen vs. optischen Einzelmessungen. Anschließend wurde standardisiert bei 7 Patienten (mittleres Alter 25 Jahre, SD 15 Jahre) mit kongenitalen proximalen radioulnaren Synostosen und bei 7 Probanden (mittleres Alter 25 Jahre, SD 14 Jahre) das Bewegungsausmaß des Schulter- und Ellenbogengelenks bei 10 Alltagsbewegungen ermittelt.

Der Intra-Class-Korrelationskoeffizient der Gelenkwinkelmessungen klinisch vs. optisch war in allen Untersuchungsgruppen $>0,988$. Messabweichungen von mehr als 10° zwischen beiden Untersuchungsmethoden wurden nur in Einzelfällen beobachtet.

Zur Durchführung von 10 Alltagsbewegungen benötigten die Patienten ein um 5° höheres alltagsbezogenes Bewegungsausmaß (AROM) bei der Ab-/ Adduktion (94° vs. 89°) und 15° mehr Außen-/ Innenrotation (220° vs. 205°). Die Ante-/ Retroversionsbewegung der Schulter war beim Patientenkollektiv um 4° niedriger als bei den Probanden (57° vs. 61°), allerdings mit einem deutlich höheren Maximalwert (102° vs. 91°). Im Ellenbogengelenk wurde bei den Patienten ein um 3° größeres AROM bei der Extension/ Flexion gemessen (113° vs. 110°). Bei allen untersuchten Gelenkbewegungen konnten signifikante Unterschiede bei den einzelnen Alltagsbewegungen festgestellt werden.

Unser neues Modell ermöglicht eine Messung der Gelenkwinkel der Schulter und des Ellenbogens in mindestens vergleichbarer Genauigkeit wie die Messung mit dem Goniometer ($\pm 5-10^\circ$). Prinzip bedingt lässt sich jedoch erwarten, dass die Marker basierte Methode eine deutlich höhere Genauigkeit im Vergleich mit der manuellen Goniometrie aufweist.

Ein entscheidender Vorteil des Modells ist die exakte Erfassung komplex dynamischer Bewegungen zu jedem beliebigen Zeitpunkt. Somit können nicht nur statische Gelenkpositionen erfasst, sondern auch dynamische Verläufe einer Bewegung nachvollzogen werden. Durch die Anwendung des Modells bei Alltagsbewegungen konnten wir Daten gewinnen, die als Grundlage für das anzustrebende Bewegungsausmaß an der oberen Extremität dienen.

Weiterhin konnte gezeigt werden, dass Patienten mit einer Verknöcherung zwischen Elle und Speiche in Bezug auf die Funktionalität der oberen Extremität im Alltag nicht eingeschränkt sind. Die Durchführung der Alltagsbewegungen war allerdings nur anhand der oben genannten Ausgleichsbewegungen in Hand-, Ellenbogen- und Schultergelenk möglich. Aufgrund der permanenten Mehrbelastung angrenzender Gelenke könnte ein erhöhter Verschleiß und Schmerzhaftigkeit bei Patienten mit kongenitalen proximalen radioulnaren Synostosen nachzuvollziehen sein.