

Arik Rehani Musagara

Dr. sc. hum.

## **Präzision transversaler Gelenkwinkel der 3D-Ganganalyse im Kontext femoraler Umstellungsosteotomien**

Fach/ Einrichtung: Orthopädie

Doktorvater: apl. Prof. Dr. rer. nat. Sebastian Wolf

Diese Arbeit diente der Untersuchung des Verhältnisses zwischen zwei unterschiedlichen Methoden zur Definition der Kniegelenksachse, die einen Einfluss auf die Ergebnisse in der 3D-Ganganalyse, insbesondere in der Transversalebene, haben. Hierbei handelte es sich um eine konventionelle Methode, welche sich in ihrer Definition auf die knöchernen Anatomie bezog, und eine funktionelle Kalibration, in der sich die entsprechende Achse aus der Bewegung zwischen dem Femur- und Tibiassegment ergab. Bisherige Publikationen, die beide Methoden miteinander verglichen haben, basierten größtenteils auf Messungen mit unauffälligen Normproband\*innen und boten hinsichtlich Patient\*innen mit knöchernen Fehlstellungen, die einen Innenrotationsgang zur Folge haben, keine Informationen. In dieser Gruppe kann bei einer entsprechend hohen Betroffenheit eine femorale Derotationsosteotomie indiziert sein, bei der die Resultate der 3D-Ganganalyse, insbesondere der Parameter Hüftrotation, Einfluss auf das Ausmaß der knöchernen Korrektur nehmen können. Da sich das Ergebnis der Umstellungsosteotomie im Sinne einer Über- oder Unterkorrektur teils deutlich von der präoperativen Planung unterscheiden kann, sollte in dieser Arbeit untersucht werden, inwiefern die angewandte Methode zur Definition der Kniegelenksachse Auswirkungen auf die Beurteilung vor und nach der OP haben könnte.

Diese Arbeit sah zunächst vor, grundsätzliche Differenzen sowie Gemeinsamkeiten zwischen den Methoden zu beleuchten. Hierfür wurde ein breites und heterogenes Kollektiv zusammengetragen, das Fälle von einem vermehrten Innen- bis hin zu einem vermehrten Außenrotationsgang umfasste. Es zeigte sich, dass eine erhöhte internale oder externale Hüftrotation während des Gehens ebenso mit einer größeren, systematischen Differenz zwischen konventioneller und funktioneller Kniegelenksachsenkalibration einherging – ein Effekt, der bis dato noch nicht in der Literatur beschrieben worden war. Es konnte zudem aufgezeigt werden, dass die systematische Abweichung zwischen den Methoden nicht gänzlich anhand des stochastischen Fehlers bei Messwiederholung erklärt werden kann. Des Weiteren war in Bezug auf die funktionelle Kalibration festzuhalten, dass diese eine höhere Präzision als die konventionelle Kalibration lieferte. Die Wiederholbarkeit beider untersuchten Bewegungen zur funktionellen Kalibration, einer Flexion-Extensionsbewegung sowie eines Squats, lagen deutlich innerhalb des Bereiches der klinischen Akzeptanz.

Anschließend wurden die konventionelle und funktionelle Methode im Kontext einer femoralen Derotationsosteotomie betrachtet, wobei prä- und postoperative Ergebnisse in der Kinematik mit der knöchernen Korrektur und den Messungen zur Bestimmung der Antetorsion in Zusammenhang gesetzt wurden. Die Veränderungen in der Gangfunktion wurden in beiden

Methoden als geringer angesehen als das Ausmaß der knöchernen Korrektur; wobei nach Anwendung der funktionellen Methode diese Diskrepanz ausgeprägter war als bei konventioneller Methode, sodass es mit Blick auf die vorherigen Ergebnisse überraschenderweise festzuhalten galt, dass die konventionelle Bestimmung der Kniegelenksachse im Vergleich zur funktionellen die akkuratere Methode darstellte. Darüber hinaus fiel auf, dass für eine adäquate Beschreibung des Innenrotationsganges eine zusätzliche Betrachtung der Knierotation erforderlich erscheint, da sich mögliche Differenzen zwischen den Methoden nicht isoliert auf die Hüfte bezogen, sondern im Sinne einer kinematischen Kette und rotatorischen Fortpflanzung der Unterschiede auch das Knie betrafen.

Um abschließend die möglichen Ursachen für den Unterschied zwischen konventioneller und funktioneller Methode zu untersuchen, wurde die strukturelle Rotation im Knie anhand eines bildgebenden Verfahrens, dargestellt durch den femorotibialen Winkel, mit der Diskrepanz zwischen konventioneller und funktioneller Methode verglichen, sowie das Verhältnis der Differenzen in der Hüftrotation mit denen in verschiedenen Antetorsionsbestimmungen untersucht. Die Diskrepanz zwischen den Methoden entsprach dem Verhältnis zwischen den Verfahren zur Bestimmung der Antetorsion, was den Eindruck eines Unterschiedes zwischen Struktur und Funktion zu unterstützen schien und andeutete, dass die strukturellen Eigenschaften des Kniegelenks kein passender Indikator für die Funktion des Kniegelenks bei Patient\*innen mit stärkeren Rotationsfehlstellungen sind.

Insgesamt richtete sich die femorale Derotationsosteotomie bisher nach dem Ausmaß der Antetorsion und dem Outcome in der Ganganalyse nach konventioneller Kniegelenksachsenkalibration. Der in dieser Arbeit aufgezeigte Unterschied zwischen Struktur und Funktion lässt darauf schließen, dass in bestimmten Fällen das Maß der funktionellen Kalibration relevant sein könnte, um zukünftig Über- oder Unterkorrekturen nach femoraler Derotationsosteotomie zu reduzieren. Demzufolge würde sich unter Voraussetzung der Durchführbarkeit eine Implementation und regelmäßige Anwendung in der klinischen Praxis als eindeutig erstrebenswert erweisen, aus beiden Methoden lassen sich wichtige Informationen für die 3D-Ganganalyse gewinnen und eine Anwendung beider Verfahren erscheint im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung ratsam.