

4 Diskussion

Zur intraoperativen Kontrolle und Minimierung von Drehfehlern bei der Osteosynthese von Oberschenkelschaftfrakturen existieren derzeit keine ausreichend genauen und gleichzeitig einfach anzuwendenden Methoden. Es erfolgt in der Regel intraoperativ eine Schätzung der Minimierung und erst postoperativ eine genaue Kontrolle. Diese wird dann beispielsweise mit einer der in der vorliegenden Studie genutzten CT-Methoden durchgeführt. So werden möglicherweise postoperativ Antetorsionsdifferenzen festgestellt, die einen Korrekturingriff oder gar eine Korrekturosteotomie erfordern.

Ab welcher ATD eine korrigierende Operation notwendig ist, kann jedoch nicht pauschal gesagt werden. Wie bereits in **Kapitel 1.1.2** erwähnt, werden überwiegend Grenzwerte von 15° diskutiert.

Die bisher veröffentlichten, intraoperativ anwendbaren klinischen Techniken sind sehr ungenau, da nur eine grobe Schätzung erfolgt. Konventionell radiologische Verfahren haben den Nachteil, daß mehrere Aufnahmen benötigt werden und die festgestellten ATW stark lagerungsabhängig sind. Des weiteren ist ihr intraoperativer Einsatz sehr aufwendig bzw. nicht möglich. Die Schnittbildverfahren sind genau und anerkannt, allerdings ist, bedingt durch den erforderlichen technischen Aufwand, ist zur Zeit in den meisten Kliniken aber nur ein postoperativer Einsatz möglich und eine sofortige Korrektur nicht durchführbar.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die bekannten Methoden zur Feststellung des ATW folgende Nachteile haben können:

- 1) Ungenauigkeit
- 2) Störanfällig gegenüber Lagerungsfehlern
- 3) Durchführbarkeit nur außerhalb des Operationssaales möglich
- 4) Hoher technischer Aufwand
- 5) Hohe Kosten der benötigten Geräte

Mit den in dieser Arbeit benutzten, allgemein anerkannten CT-Methoden ist es möglich, den Antetorsionswinkel und somit die ATD eines Oberschenkelpaares genau zu bestimmen. Allerdings treffen auf diese Methoden die Punkte 3 bis 5 zu.

Die TMM hat den Vorteil, daß ein intraoperativer Einsatz möglich ist, so daß eine sofortige Korrektur der Fragmente zueinander im gleichen Eingriff durchgeführt werden kann. Des weiteren ist ein zur Anwendung dieser Methode notwendiger RBV in der Regel in jedem Operationssaal verfügbar, es entstehen also keine weiteren Kosten.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse der Varianzanalyse ist festzustellen, daß eine signifikante Dreifach-Wechselwirkung zwischen den Faktoren Methode, Untersucher und Knochenpaar zu sehen ist. Darüberhinaus liegt eine signifikante zufällige Wechselwirkung zwischen den Faktoren Methode und Knochenpaar vor. Systematische Haupteffekte der Faktoren Methode und Untersucher sind aber nicht festzustellen.

Die Varianzanalyse zeigt damit, daß zwischen den Methoden im ermittelten Datenmaterial Unterschiede erkennbar sind, die Werte aber je nach Knochenpaar unterschiedlich nach oben oder unten abweichen. Es ist also zu bedenken, daß möglicherweise bestimmte Eigenschaften der Knochenpaare, wie z.B. Alter des Probanden, Länge o.a. zu differierenden Leistungen der Methoden führen könnten.

Zur Quantifizierung der Intra- und Interobservervariabilitäten wurden Varianz-Komponenten-Schätzungen für die einzelnen Methoden durchgeführt und miteinander verglichen. Dabei waren bei allen drei Methoden die Verhältnisse der Varianz-Komponenten „Untersucher(Paar)“ und „Rest“ zueinander ähnlich, wobei die Restvarianz prozentual den größeren Wert hat. Die absoluten Werte der Varianzkomponenten liegen bei TMM allerdings höher.

Die Restvarianz bzw. die daraus berechnete Standardabweichung quantifiziert die Intraobservervariabilität, die bezogen auf das vorliegende Problem angibt, in welcher Größenordnung wiederholte Messungen desselben Untersuchers am selben Knochenpaar unterschiedliche Werte hervorbringen. Die Intraobservervariabilität ist also bei allen drei Methoden größer als die zusätzliche Interobservervariabilität, die mit der Varianzkomponenten „Untersucher(Paar)“ bzw. der daraus berechneten Standardabweichung quantifiziert wird. Bei der TMM sind zudem beide noch größer als bei den CT-Methoden.

Inter- wie auch Intraobservervariabilität sind demnach bei der TMM größer als bei den beiden CT-Methoden. Die am selben Knochenpaar erzielten Messungen (desselben Untersuchers, aber auch verschiedener Untersucher) liegen bei den Methoden nach Jend und Waidelich enger beieinander als bei der TMM. Für die TMM ist hier eine geringere Präzision zu verzeichnen.

Die Varianzquelle „Paar“ fügt bei allen drei Methoden eine Varianzkomponente in ähnlicher Größenordnung hinzu , die aufgrund der größeren Inter- und Intraobservervariabilität bei der TMM einen geringeren Anteil an der Gesamtvarianz ausmacht als bei den CT-Methoden. Die Varianz der TMM ist somit größer als die der CT- Methoden.

Die Berechnung der Differenz der Extremwerte aus der TMM und den jeweiligen CT-Methoden für jeden Untersucher und für jedes Knochenpaar zeigte, daß bei dem Vergleich zwischen TMM und Jend bei Untersucher A bei zwei Knochenpaaren ein Wert von über 15° vorliegt , beim Vergleich mit Waidelich bei einem.

Bei Untersucher B ist in beiden Berechnungen der Differenzen zwischen TMM und CT-Methoden kein Wert über diesem Betrag aufgetreten.

Im Fall von Untersucher C beträgt bei der Gegenüberstellung der TMM versus Jend ein Wert mehr als 15°. Bei TMM und Waidelich ist bei diesem Untersucher in 2 Fällen die errechnete Differenz größer dieser Betrag.

Auffällig ist bei dieser Auswertung, daß Knochenpaar 12, welches sowohl bei Untersucher A als auch bei Untersucher C zu einer Überschreitung des Wertes führt. Dies könnte möglicherweise auf anatomische Besonderheiten des Knochenpaares zurückzuführen sein. Insgesamt zeigen die Werte, daß die klinisch relevante Schwelle von 15° mit Anwendung der TMM im Modell kaum überschritten wird.

Es lassen sich somit folgende Schlußfolgerungen ziehen:

- 1) Es bestehen Unterschiede in den mit verschiedenen Methoden zur ATD- Bestimmung gefunden Werte für jedes Knochenpaar, wobei der Faktor Knochenpaar einen Einfluß hat.
- 2) Die Intra- und Interobservervariabilität der TMM liegt höher als bei den CT- Methoden.
- 3) Mit der TMM werden Antetorsionsdifferenzen ermittelt, die nur selten mehr als 15° von den mit den CT- Methoden ermittelten Werten abweicht.

Der Vorteil der TMM ist, daß die Messungen intraoperativ ohne größeren technischen Aufwand durchzuführen sind.

Es sind jedoch weitere klinische Studien zur Evaluation der TMM im klinischen Einsatz erforderlich, um den Einfluß potentieller Fehlerquellen (z.B. Lagerungsfehler, Projektionsfehler, Fixierungsprobleme durch Nagelspiel) auf das Operationsergebnis festzustellen.

Des weitern sollte auch der mögliche Einfluß der anatomischen Besonderheiten der Oberschenkel auf die Methode getestet werden.

5 Zusammenfassung

Bei der Behandlung von Oberschenkelfrakturen durch Marknagelung ist ein postoperativer Drehfehler eine häufige Komplikation, da die intraoperative Einstellung der Fragmente in der Transversalebene schwierig ist und in der Regel auf schätzenden Verfahren beruht.

Mit der Trochanter-Minor-Methode steht ein empirisch entwickeltes Verfahren zur Verfügung, das intraoperativ ohne zusätzlichen apparativen Aufwand das Auftreten dieser Komplikation verringern soll.

In einer experimentellen Studie sollte folgendes untersucht werden:

- 1) Kann durch eine seitenvergleichende Konturanalyse des Trochanter minor femoris im p.a.-Strahlengang eines Röntgenbildverstärkers (RBV) eine klinisch signifikante Antetorsionsseitendifferenz von über 15° sicher erkannt werden ?
- 2) Wie groß sind Intra- und Interobservervariabilität ?

Zur Überprüfung der TMM wurde eine experimentelle Studie an 27 humanen Leichenfemurpaaren mit einem durchschnittlichen Spenderalter von 75,5 Jahren (51 bis 99 Jahre) durchgeführt. Femora mit Veränderungen in Form von verheilten Frakturen oder Implantaten wurden von der Studie ausgeschlossen.

Die ATW der Oberschenkelknochen wurden mit zwei anerkannten CT-Methoden (Jend 1986 [12] und Waidelich 1992 [31]) gemessen. Aus diesen Daten erfolgte die Berechnung der intraindividuellen Antetorsionsdifferenz jeden Femurpaares.

Die Vermessung der Antetorsionsdifferenzen der Femurpaare mit der TMM wurde mittels eines speziell konstruierten Meßaufbaus durchgeführt. Mit Hilfe dessen war es möglich, die Femora auf Ebene der Kondylenhinterkantentangente auszurichten. Von dieser Stellung ausgehend wurden die proximalen Enden der Femora im p.a.-Strahlengang eines RBV betrachtet und ein Femur gegen den anderen soweit verdreht, bis sich die Konturen des Trochanter minor glichen. Der Winkel der Drehung wurde als TMM-Antetorsionsdifferenz definiert und konnte an einer Skala in Winkelgraden abgelesen werden.

Alle drei Methoden wurden von drei Untersuchern je zweimal im Abstand von 2 Wochen angewendet. Dabei war der Untersucher C in der Methode TMM ungeübt.

In der Varianzanalyse zeigte sowohl der Faktor Methode als auch der Faktor Untersucher keine signifikanten systematischen Abweichungen der Antetorsionsdifferenzen (Signifikanz > 0,05). Der Faktor Knochenpaar zeigte allerdings eine signifikante zufällige Wechselwirkung mit dem Faktor Methode (Signifikanz < 0,05). Es ist demnach ein Unterschied zwischen den

Methoden zu sehen, wobei die Richtung der Abweichung der Werte der TMM von Knochenpaar zu Knochenpaar aber unterschiedlich ist.

Aus diesem Ergebnis läßt sich die These ableiten, daß möglicherweise die anatomisch-physiologische Beschaffenheit der Oberschenkel einen entscheidenden Einfluß auf die gemessenen Werte hatte.

Der Vergleich der Varianz- Komponenten- Schätzungen zeigt, daß die Interobservvariabilität bei den CT- Methoden geringer ist als bei der TMM. Auch die Intraobservvariabilität der etablierten Methoden ist kleiner.

Mit der TMM war es trotzdem möglich, für jedes Knochenpaar Antetorsionsdifferenzen zu ermitteln, die -innerhalb des klinisch relevanten Grenzwertes von 15°- den mit den CT- Methoden ermittelten Werten entsprachen.

Auch bei einem mit der Methode nicht vertrauten Untersucher ließen sich Ergebnisse innerhalb dieses Grenzwertes ermitteln.

Die Ergebnisse dieser experimentellen Studie zeigen, daß die TMM sich zur intraoperativen Minimierung der ATD eignet. Ihre Anwendbarkeit sollte in einer klinischen Studie überprüft werden. Des weiteren wäre eine Evaluation der Einflußnahme der anatomisch-physiologischen Beschaffenheit der Oberschenkel auf die Messungen empfehlenswert.