

## 1. Einleitung

Mit dem Phänomen der Frakturheilung, die ihrem Resultat nach eine Regeneration, i. e. eine vollständige strukturelle und funktionelle Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes, darstellt (Braun et al., 1996), beschäftigen sich Wissenschaftler seit Jahrhunderten. Frakturen des Tibiaschaftes treten beim humanen Patienten häufig als Folge von Hoch-Energie-Traumata auf und betreffen deshalb größtenteils junge, aktive Menschen (Markmiller et al., 2000; Ong et al., 2002). Da trotz aller Fortschritte im klinischen Alltag in zehn bis zwanzig Prozent der Frakturtherapien immer noch Heilungsstörungen auftreten, gleichzeitig aber Patienten und Gesellschaft nach immer schnellerer Rehabilitation ohne Funktionsverlust verlangen, ist eine intensive und aufwändige unfallchirurgische Forschung zur Verbesserung der Frakturheilung auch heutzutage noch angezeigt (Haas, 2000). Wird die Frakturheilung iatrogen unterstützt, hängt der Heilungsverlauf und das Heilungsergebnis von der Art der gewählten Fixation ab (Yamagishi et al., 1955; Webb, 2000).

Zwei für die Versorgung von Tibiaschaftfrakturen gebräuchliche Osteosynthesysteme sind der Fixateur externe und die unaufgebohrte Marknagelung. Der externe Fixateur wird häufig als Erstversorgung zur Frakturstabilisierung bei schwerstverletzten Patienten eingesetzt (Schmickal et al., 1999), da das System schnell, unkompliziert und vergleichsweise atraumatisch zu implantieren ist (Chao et al., 1989). Dabei wird die Montageebene des Konstruktes durch anatomische Begebenheiten, aber auch die spezielle Patientensituation, die durch frakturbegleitende Weichteiltraumata gekennzeichnet sein kann, diktiert (Anderson et al., 1996; Claes, 1990). Die Variationsmöglichkeit des externen Fixateurs ist aber nicht auf seine Montageebenen beschränkt, vielmehr kann auch seine Steifigkeit definiert beeinflusst werden (Haas et al., 1993). Zum optimalen, d. h. die Frakturheilung begünstigenden Steifigkeitsgrad externer Fixateure gibt es noch immer keine experimentelle Daten (Terjesen et al., 1986). Auch sind die Möglichkeiten zur Veränderung der Steifigkeit des Fixateursystems innerhalb der Behandlung noch lange nicht angedacht und ausgeschöpft, dies unter anderem auch, weil viele biomechanischen Grundlagen zur Fixation und Knochenheilung noch nicht detailliert bekannt sind (Aro et al., 1993). Beispielsweise gibt es keine Untersuchungen darüber, wie sich die definierte Änderung der Montageebene auf die Frakturheilung unter einem Fixateur externe auswirkt. Deshalb soll in dieser Studie der Einfluss der Montageebene auf die Frakturheilung untersucht werden. Die Montageebene wird um  $45^\circ$  von medial nach kranio-medial verlagert. Der Änderungswinkel wird bewusst klein gehalten, um eine Übertragbarkeit in die

klinische Situation zu gewährleisten. Der Chirurg kann aufgrund anatomischer und traumabedingter Gegebenheiten die Montageebene nicht beliebig variieren.

Die unaufgebohrte Marknagelung ist ein in der Klinik weit verbreitetes System zur Therapie von Frakturen der Tibiadiaphyse (Bone et al., 1994; Haas et al., 1993; Klemm, 1977; Stürmer, 1996 a). Der Marknagelung wird eine große Steifigkeit zuerkannt (Schandelmaier et al., 1996), wobei die hier verwendete unaufgebohrte Marknagelung, im Gegensatz zur aufgebohrten Nagelung, die Biologie des Knochens auf Kosten der Steifigkeit der Osteosynthese begünstigt (Duda et al., 2001). Der Marknagel wurde einst als lasttragendes Osteosyntheseimplantat entworfen, bei dessen Implantation unbedingt auf die genaue Repositionierung der Frakturfragmente zueinander und auf die komplette Reduktion des Frakturspalts geachtet werden sollte (Küntscher, 1965; Markmiller et al., 2001). Dennoch werden Marknägel heutzutage vermehrt auch zur osteosynthetischen Versorgung von Frakturen eingesetzt, die durch den Verlust von Knochengewebe gekennzeichnet sind und in denen die geforderte Reduktion des Frakturspalts nicht verwirklicht werden kann (Bhandari et al., 2001; Runkel, 1999; Schandelmaier et al., 1997 b). Die Auswirkung der Ausweitung der klinischen Indikation auf die Frakturheilung ist bisher nicht untersucht.

Daher sollen in dieser Studie ein Marknagel und ein externer Fixateur in einem standardisierten Defektmodell im Schaf bezüglich ihrer Fähigkeit, die Heilung des osteotomierten Knochens positiv zu beeinflussen, untersucht werden. Zusätzlich soll die Sensitivität der Fixateur externe-Versorgung untersucht werden, indem erstmalig die Auswirkung der Montageebene des Fixateurs auf die Frakturheilung untersucht wird.

Das Heilungsergebnis, das durch die verschiedenen Osteosynthesen erreicht wird, soll biomechanisch, radiologisch und histologisch untersucht und verglichen werden. Daraus soll auf die Eignung der Implantate zur Unterstützung der Heilung einer Fraktur, die durch Knochenverluste charakterisiert ist, geschlossen werden.