

## WIE BEEINFLUSST DIE MECHANISCHE BELASTUNG WÄHREND DES GEHENS DIE FRAKTURHEILUNG?

### >> UNTERSCHIEDLICHE BELASTUNGEN WIRKEN SICH AUF DIE HEILUNG AUS

// **HINTERGRUND:** Adäquate mechanische Belastung ist entscheidend für die Frakturheilung von Femur und Tibia. Diese Studie, durchgeführt von der Berliner Charité in Zusammenarbeit mit der ETH Zürich untersuchte, wie interne Belastungen der langen Knochen während des Gehens die Frakturheilung beeinflussen. Die Wissenschaftler\*innen vermuteten, dass sich die Belastung der langen Röhrenknochen der unteren Extremität je nach Knieflexionswinkel beim Gehen und in der Frontalebene unterscheidet, was den Erfolg der Frakturheilung beeinflusst.

// **METHODIK:** Es wurden muskuloskelettale und mathematische Modelle genutzt, die durch in vivo-Daten von Personen mit instrumentierten Kniegelenksimplantaten validiert wurden. So konnten die internen Belastungen in Femur und Tibia während des Gehens analysiert werden. Die Heilungsverläufe von 178 Patient\*innen mit extraartikulären Frakturen von Femur und Tibia wurden retrospektiv ausgewertet. Die Frakturheilung wurde mittels der modifizierten Radiologischen Union Scale für Tibia (mRUST) beurteilt.

#### // **ERGEBNISSE:**

- Die durchschnittlichen Spitzenkräfte im Femur lagen bei 1.330–1.936 N (Mitte des Schaftes) und betragen etwa die Hälfte der tibialen Kompressionskräfte (2.299–5.224 N).
- Die Biegemomente in der Frontalebene waren im Femur größer (71–130 Nm) als in der Tibia (26–43 Nm).
- In der Sagittalebene waren die Biegemomente im Femur kleiner (–38 bis 43 Nm) als in der Tibia (–63 bis –175 Nm), mit einem Anstieg nach proximal.
- Torsionsmomente zeigten entgegengesetzte Richtungen im Femur (–13 bis –40 Nm) und in der Tibia (15–48 Nm), wobei auch hier die proximalen Werte höher waren.

Patient\*innen mit Femurfrakturen erzielten signifikant schlechtere Werte auf der mRUST beim letzten Follow-up im Vergleich zu Patient\*innen mit Tibiafrakturen. Besonders Kompression, sagittale und frontale Biegung zeigten starke Korrelationen zu den mRUST-Werten. Alter, Körpergewicht oder Lokalisation der Fraktur allein hatten dagegen keinen signifikanten Einfluss.

// **DISKUSSION:** Die Ergebnisse zeigen, dass verschiedene Belastungskomponenten eine unterschiedlich starke Auswirkung auf die Heilung haben. Kompression und Biegemomente in der Sagittalebene fördern die Heilung, während hohe Frontalbiegemomente die Heilung behindern. Zudem trägt nicht nur die Gewichtsbelastung, sondern auch die Muskelkontraktion wie die der Plantarflexoren erheblich zur Kompression der Tibia bei. Die Studie zeigt, dass die Biegemomente in Femur und Tibia tendenziell zur distalen Seite hin abnehmen. In Zukunft sollte die Unterscheidung zwischen förderlichen und schädlichen mechanischen Reizen genauer in die Nachsorge integriert werden.

// **KONKLUSION:** Beim Gehen zeigte die Tibia stärkere Kompressions-Kontaktkräfte als der Femur. Dies hing vor allem mit der Aktivierung der Plantarflexoren in der späten Standphase, besonders beim Abstoßen, zusammen. Die Biegemomente in der Frontalebene waren erwartungsgemäß beim Femur höher als bei der Tibia und nahmen in Richtung der Fußgelenke ab. Für eine optimale Frakturbehandlung sollten spezifische Belastungskomponenten, wie Kompression und sagittale Biegung, berücksichtigt werden, anstatt sich nur auf die Gesamtbelastung zu konzentrieren. Eine gut kontrollierte, angepasste mechanische Belastung könnte einen wesentlichen Bestandteil der Lösung für eine koordinierte Frakturheilung darstellen.

*Heyland M, Deppe D, Reisener MJ et al. Lower-limb internal loading and potential consequences for fracture healing. Front Bioeng Biotechnol. 2023; 11: 1284091.*

