

Röntgen von Sehngewebe in Bewegung

Franziska C. Grandt^{1,2}, Sven Reese³, Peter Böttcher⁴, Christoph K.W. Mülling¹

¹Veterinär-Anatomisches Institut, Universität Leipzig, ²Klinik für Kleintiere, Universität Leipzig, ³Lehrstuhl für Anatomie, Histologie und Embryologie, Ludwig-Maximilians-Universität München, ⁴Klinik für Kleine Haustiere, Freie Universität Berlin

Ex-vivo-Dehnungsanalyse der equinen oberflächlichen Beugesehne (OBS) mit biplanarer Hochfrequenz-Fluoreszenz-Kinematografie

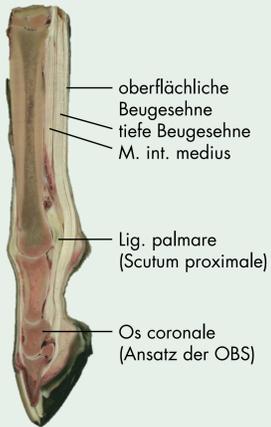


Abb. 1: Längsschnitt einer distalen Gliedmaße, Pferd

Hintergrund

Die OBS (Abb. 1) ist eine der am häufigsten verletzten Strukturen bei Renn- und Springpferden, v.a. an der Vordergliedmaße^{1,2,3,4}. Verletzungen der OBS ziehen eine langandauernde Rekoneszenz zwischen 9 und 18 Monaten nach sich⁵. 40% der Patienten erleiden eine erneute Verletzung innerhalb von zwei Jahren⁶.

Studienziel: Messen der Dehnbarkeit im Bewegungsablauf an gesunden und erkrankten OBS

Methode (A)

FluoKin

Biplanare Hochfrequenz-Fluoreszenz-Kinematografie (FluoKin) ist eine hochpräzise Röntgen-Analysemethode (Abb. 2).

Es können Bewegungen mit bis zu 500 Bildern pro Sekunde und mit einer, unter optimalen Bedingungen, Auflösung von 0,043mm dreidimensional analysiert werden.

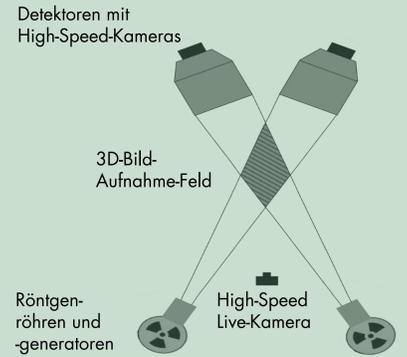


Abb. 2: Schematische Darstellung der FluoKin-Anlage, Aufsicht

Methode (B)

Simulation des Bewegungsablaufes mit einer Zugprüfmaschine

Herausforderung:
Entwicklung einer Einspanntechnik für die OBS

Kronbein-Halterung (Abb. 3):

- ✓ Nachahmung der Gelenkfläche am distalen Fesselbein und des Scutum proximale
- ✓ Stellschieber, um Kronbein zu fixieren
- ✓ 55° Winkelung (\triangle Hauptlast-Phase)

Kryo-Klemme mit eingefrorener OBS (Abb. 4):

- ✓ Lagerung bei -80°C
- ✓ Kühlung mit Flüssigstickstoff in hohlen Klemmen
- ✓ Wellenprofil mit abgerundeten Enden

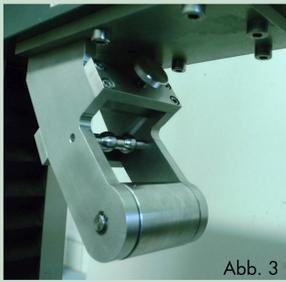


Abb. 3

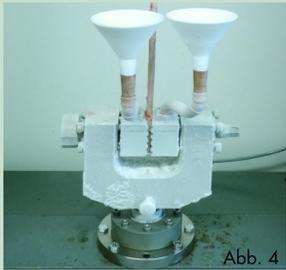


Abb. 4

Methode (A+B)

FluoKin in Kombination mit Zugprüfversuchen (Abb. 5)

In einer Zugprüfmaschine wird die Dehnung der OBS in Schritt und Trab simuliert. Es werden 18 gesunde und Kollagenase-geschädigte Sehnen von Ponys unterschiedlichen Alters verwendet. Zudem werden Rupturversuche durchgeführt.

Problemstellung:

Die OBS ist im Röntgenbild nicht sichtbar (vgl. Abb. 6). Daher kann deren Dehnung mit FluoKin nicht erfasst werden.

Lösung:

Markieren der OBS durch Implantation von 0,8mm-Tantalkugeln (Abb. 8). Diese sind bioinert und können lebenslang im Organismus verbleiben⁷.

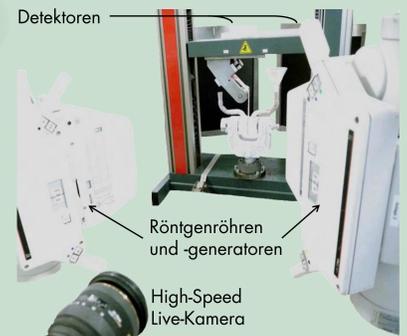


Abb. 5: Zugprüfmaschine Zwick Z 010® in der FluoKin-Anlage



Abb. 6: Röntgenbild der distalen Gliedmaße eines laufenden Ponys in der FluoKin-Anlage
Quelle: Dr. Jenny Hagen, Sandra Geiger

Ergebnisse

✓ Implantationsmethode geeignet

✓ zyklische Zugprüfversuche möglich

✓ Zug bis 10kN (Maximalkraft der Maschine)

✓ Längenänderung der OBS mit FluoKin erfassbar (Abb. 9)

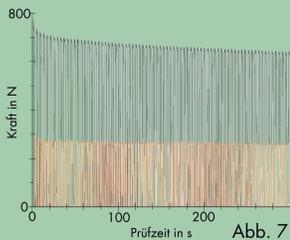


Abb. 7

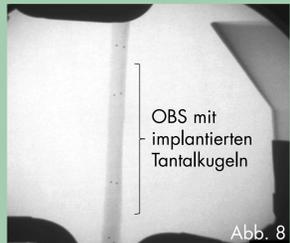


Abb. 8

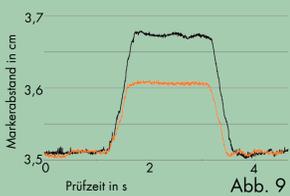


Abb. 9

Abb. 7: Kraft-Zeit-Diagramm eines zyklischen Versuches, Schritt- (orange) und Trabelastung (schwarz)

Abb. 8: Röntgenbild einer eingespannten OBS mit implantierten Tantalkugeln

Abb. 9: Abstand zwischen implantierten Markern unter Schritt- (orange) und Trabelastung (schwarz), FluoKin-Auswertung

Ausblick

Anschubfinanzierung für Folgeprojekt (**In-vivo-Studie**):
Übertragen der Methode auf das lebende Tier

Evaluation von Therapien für OBS-Pathologien hinsichtlich ihres biomechanischen Heilungserfolges

Erweiterung auf **andere Sehnen/ Bänder/ Weichteilstrukturen**



Abb. 10

Danksagung: PD Dr. Kerstin Gerlach (Chirurgische Tierklinik) für Sonografie; Dr. Janina Burk (Sächsischer Inkubator für klinische Translation), Albrecht Jentsch (Werkzeugbau Simon), Dr. Ingmar Kiefer (Klinik für Kleintiere), Institut für Veterinär-Pathologie für technische Unterstützung; Ellenberger-Baum-Förderkreis für finanzielle Unterstützung

Literatur: (1) Smith, R.K.W. et al. A Review of the Etiopathogenesis, and Current Proposed Strategies for Prevention, of Superficial Digital Flexor Tendinitis in the Horse. Proceedings of the Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners 46, 2000; 54-58. (2) Williams, R.B. et al. Racehorse injuries, clinical problems and fatalities recorded on British racecourses from flat racing and National Hunt racing during 1996, 1997 and 1998. Equine Vet J. 2001; 33 (5): 478-86. (3) Butcher, M.T. et al. Superficial digital flexor tendon lesions in racehorses as a sequela to muscle fatigue: a preliminary study. Equine Vet J. 2007 Nov; 39 (6):540-5. (4) Patterson-Kane, J.C., Firth, E.C. The pathobiology of exercise-induced superficial digital flexor tendon injury in Thoroughbred racehorses. Vet J. 2009; 181 (2): 79-89. (5) Davis, C.S., Smith, R.K. Diagnosis and management of tendon and ligament disorders. In: Equine Surgery, 3. Aufl., Hrsgs: Auer, J.A., Stick, J.A. Elsevier Saunders, St. Louis. 2006; 1086-111. (6) Dyson, S.J. Medical management of superficial digital flexor tendonitis: a comparative study in 219 horses (1992-2000). Equine Vet J. 2004; 36 (5): 415-9. (7) Aronson, A.S. et al. Tantalum markers in radiography. An assessment of tissue reactions. Skeletal Radiol. 1985; 14 (3): 207-11.

Kontakt:

Franziska.Grandt@vetmed.uni-leipzig.de
www.fluokin.de