

Praktikum I „Druckfolien“

Messung der Kontaktzonen und Druckverteilung in Gelenken mittels Fuji-Folien

Wozu dient die Messung der Kontaktzonen und der Druckverteilung ?

Informationen über Kontaktzonen und Druckverteilung können Aufschluß über die Funktion und Wirkungsweise eines Gelenkes sowie über Veränderungen nach operativen Eingriffen geben. Durch Messung der Druckverteilung beispielsweise vor und nach einer Meniskusresektion oder Umstellungsosteotomie, können die Auswirkungen solcher Eingriffe beurteilt werden.

Aufbau und Wirkungsweise

Fuji-Folien werden zwischen zwei, sich berührende Flächen eingefügt. Der auf sie einwirkende Druck wird als pink-farbige Verfärbung mit unterschiedlicher optischer Intensität aufgezeichnet. Unterhalb eines unteren Druckgrenzwertes werden keine Verfärbungen erzeugt, während bei Überschreitung eines oberen Grenzwertes eine Sättigung eintritt. Daher ist vor einer Anwendung zu beachten, daß man den zu messenden Druckbereich abschätzt.

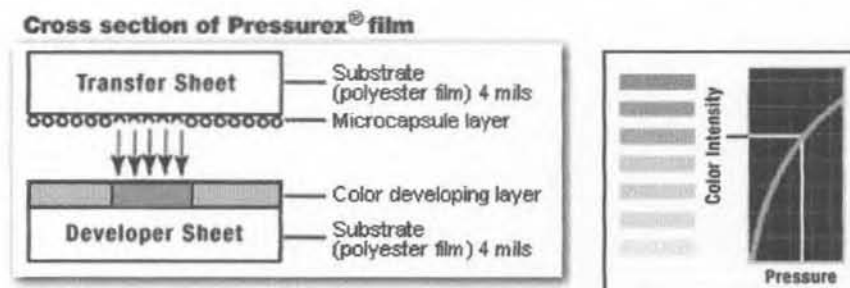


Abbildung 1: Querschnitt durch Fuji-Folie (links), Zusammenhang zwischen resultierender Verfärbung und Druck (rechts).

Quelle: [1].

Abbildung 1 zeigt links den schematischen Aufbau von Fuji-Folien. Sie sind aus zwei Teilen aufgebaut: Zum Einen gibt es das „Transfer Sheet“, das in zufälliger Verteilung flüssigkeitsgefüllte Blasen im Durchmesser von 2 bis 25µm [2] enthält. Zum Anderen gibt es ein „Developer Sheet“ auf dem sich Flecken abzeichnen, wenn die farblose Flüssigkeit der ersten Schicht (beim Platzen der Blasen) mit dem „Developer Sheet“ in Berührung kommt.

Da die Blasen mit unterschiedlichem Durchmesser auch bei unterschiedlichen Drücken platzen, ist die Intensität der pink-farbenen Verfärbungen vom lokal wirkenden Druck abhängig. Die Verfärbungen werden feinkörnig abgebildet. Ihr Durchmesser reicht von 0.01 bis zu 0.1mm.

Bei der *Kalibrierung* und *Anwendung* der Fuji-Folien ist zu beachten, daß die resultierenden Verfärbungen außer von dem lokal wirkenden Druck auch noch von der Umgebungstemperatur und vor allem von der relativen Luftfeuchtigkeit abhängen. Unter Berücksichtigung dieser Parameter, kann eine Kalibrierkurve erstellt werden, indem man Fuji-Folien unterschiedlichen, bekannten Drücken aussetzt und die dabei resultierenden Verfärbungen auswertet.

Versuchsvorbereitung

Für diesen Versuch wurden zwei linke Knie von Schafen präpariert. Das proximale Ende des Femurs, sowie das distale Ende der Tibia wurden abgesägt und in Technovit® eingegossen (Abbildung 2). Es wurde darauf geachtet, den Bandapparat und die Gelenkkapsel des Knies möglichst intakt zu halten. Es wurde ein parapatellarer Zugang zur lateralen Femurkondyle präpariert (Abbildung 2). Bei einem Knie wurde der *meniscus lateralis* im Knie belassen, bei dem anderen wurde er entfernt, so daß man nun die Druckverteilung mit und ohne *meniscus lateralis* anhand der Druckmessfolien untersuchen kann.

Versuchsdurchführung



Abbildung 2: Eingegossenes Präparat.

An den eingegossenen Enden sind Flansche befestigt. Mit diesen lassen sich die Präparate in den Wirbelsäulenbelastungssimulator (WISI) einspannen (Abbildung 3 links). Dort wird dann ein bestimmter Flexionswinkel eingestellt. Nun kann man die Druckmessfolie vorsichtig einführen (Abbildung 3 rechts) und das Präparat mit 200 N in axialer Richtung belasten. Nach anschließender Entlastung können die Folien entnommen und ausgewertet werden (Abbildung 4).

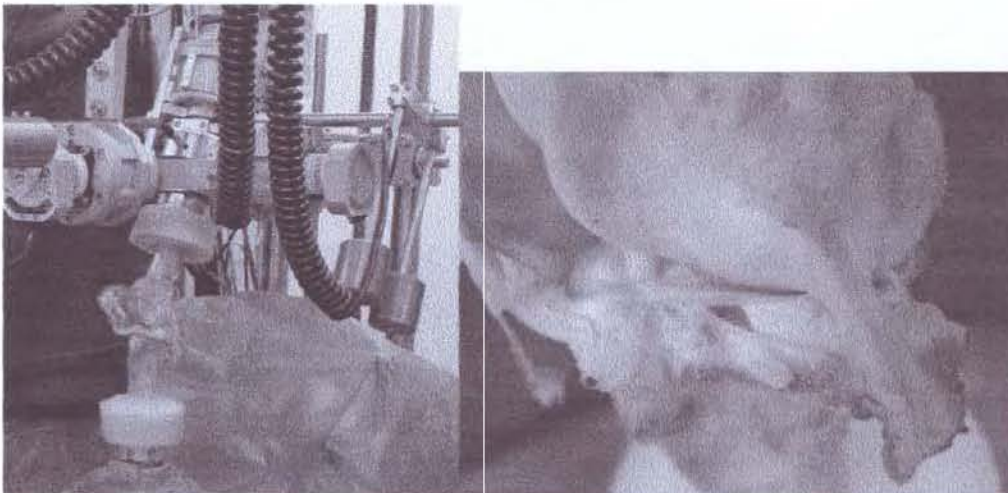


Abbildung 3: Einspannung in WISI (links); Eingeführte Folie (rechts)



Abbildung 4: Druckverteilung ohne (links) und mit (rechts) Meniskus.

Literatur:

1. Sensor Products, I., *Pressurex tactile indicating film*. 2001.
2. Liggins, A.B., *The practical application of Fuji Prescale pressure-sensitive film.*, in *Optical measurement methods in biomechanics*, J.C.S.a. J.F., Editor. 1997, Chapman and Hall: London.
3. Bay, B.K., et al., *Statically equivalent load and support conditions produce different hip joint contact pressures and periacetabular strains*. *J Biomech*, 1997. **30**(2): p. 193-6.
4. Bylski-Austrow, D.I., et al., *Knee joint contact pressure decreases after chronic meniscectomy relative to the acutely meniscectomized joint: a mechanical study in the goat*. *J Orthop Res*, 1993. **11**(6): p. 796-804.
5. Fukubayashi, T. and H. Kurosawa, *The contact area and pressure distribution pattern of the knee. A study of normal and osteoarthrotic knee joints*. *Acta Orthop Scand*, 1980. **51**(6): p. 871-9.
6. Harris, M.L., et al., *An improved method for measuring tibiofemoral contact areas in total knee arthroplasty: a comparison of K-scan sensor and Fuji film*. *J Biomech*, 1999. **32**(9): p. 951-8.
7. Inaba, H. and M. Arai, *A method for measuring contact pressures instantaneously in articular joints*. *J Biomech*, 1989. **22**(11-12): p. 1293-6.