

APPLICATION SHEET

Biologisch-Medizinische Produkte – DMA EPLEXOR®

Mikrostrukturen und dynamisch mechanische Eigenschaften von Knochen und Implantaten

Das Trabeculae-Knochensystem – biomechanische Aspekte

Mit dem Verfahren der DMA steht eine äußerst aussagekräftige Methode zur Bestimmung der elastischen und viskosen Eigenschaften von Polymeren, Keramiken, Verbundwerkstoffen und Lebensmitteln, aber auch für biomechanische Materialien wie Knochen sowie Knochenersatz oder Implantate zur Verfügung.

Unterdessen sind die Versuche mit dynamisch mechanischen Prüfmethode, biomechanische Eigenschaften an biologischen Systemen wie beispielweise dem menschlichen Skelett oder auch an einzelnen Knochen zu bestimmen, über Ihre Anfänge hinaus weiterentwickelt worden. Ein Hauptziel ist ein besseres Verständnis der Osteoporose.

Leider ist Osteoporose heutzutage eine recht weitverbreitete Erkrankung des menschlichen Skeletts. In der Regel entwickelt sich diese Erkrankung zu einer äußerst schmerzhaften Begleiterscheinung im Leben der betroffenen Patienten, die den Prozess der Fortbewegung, also eine statische und dynamische Belastung des Knochensystems durch Gehen, Laufen, Stehen oder Sitzen, massiv erschweren, wenn nicht unmöglich machen.

Um ein grundlegendes Verständnis für die dynamischen Eigenschaften einer komplexen Knochenstruktur zu gewinnen, wurden DMA-Prüfungen an besonders präparierten Trabeculae-Knochen vom Rind (in diesem Fall eines Kalbes) durchgeführt.

Die ersten Messungen an den Knochen wurden unter einer Kompressionsbeanspruchung ausgeführt. Dabei wurde Wert auf eine insgesamt geringe statische und dynamische Beanspruchung gelegt, um irreversible Veränderungen, z.B. Brüche auf Mikroebene, zu vermeiden.

Dem realen „in vivo“-System kommt am nächsten wohl die Annahme eines „unter Feuchte“ geprüften Knochensystems. Aus diesem Grund wurden „trockene“ und „feuchte“ Knochenprüfkörper präpariert und dann geprüft.

Abbildung 1 zeigt die Probenvorbereitung. Zunächst wurde ein kubisches Knochensegment aus der Trabeculae-Region herausgelöst und in zwei Würfel mit fast identischen Abmessungen zersägt.

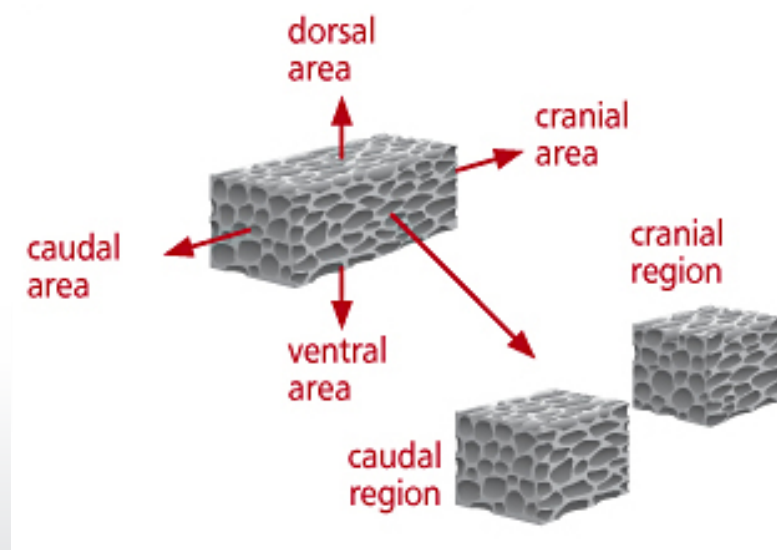


Abb. 1. Probenvorbereitung aus dem Rinderknochen

APPLICATION SHEET

Biologisch-Medizinische Produkte – DMA EPLEXOR®

Zum „Befeuchten“ der Knochenproben wurde Ethanol (Alkohol) verwendet. Die Poren des Knochenmaterials konnten durch die Spülung mit der Flüssigkeit getränkt und letztlich gefüllt werden.

Abbildung 2 zeigt die Messergebnisse der beiden untersuchten Proben. In trockenem Zustand ergibt sich ein komplexer Elastizitätsmodul, der eine Erhöhung um mehr als 60 % im Vergleich zur „feuchten“ Knochenprobe aufweist.

Der Knochen verhält sich wie ein Schwamm, der im nassen Zustand weich und im trockenen Zustand fest wird. Eine Erklärung für die beobachteten Effekte könnte sein, dass die Flüssigkeit in den Kollagenfibrillen zu einer Aufweichung der Trabecularen-Knochenstruktur führt. Während des eigentlichen Trocknungsprozesses, der einfach durch Verdampfung bei Raumtemperatur stattfindet, wird der Kollagenfibrillenstruktur die Flüssigkeit weitgehend wieder entzogen. Die Fibrillen härten aus. Der Elastizitätsmodul steigt an.

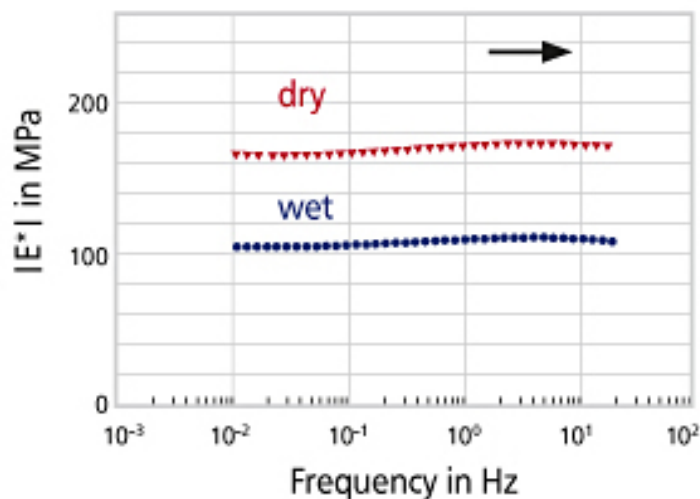


Abb. 2. Komplexer Modul E^* – Vergleich der nassen und trockenen Knochen