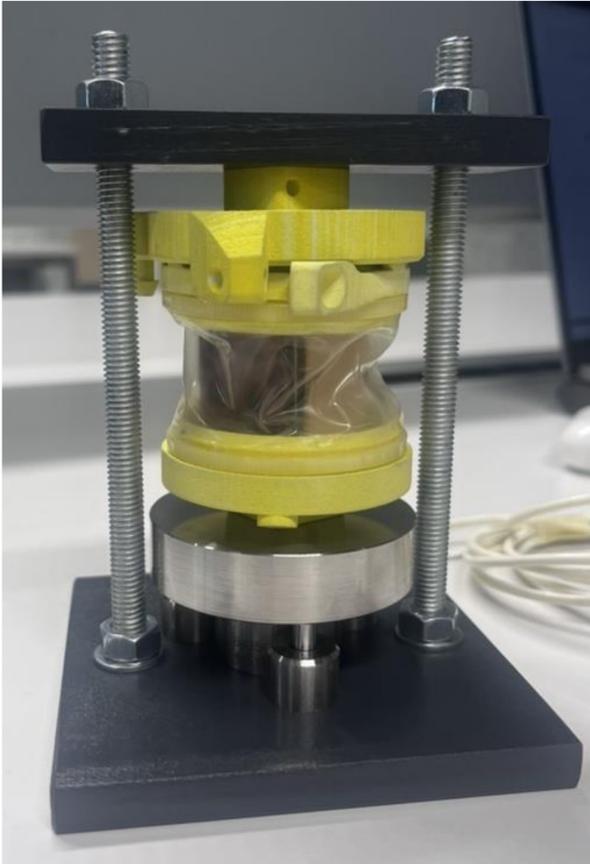
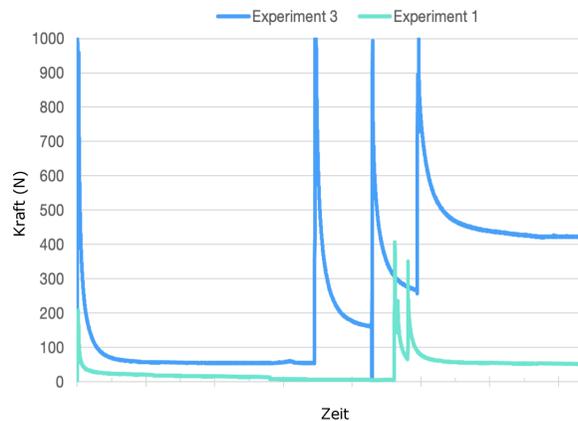


Auswirkung unterschiedlicher Belastungsbedingungen auf die Biologie der Bandscheiben



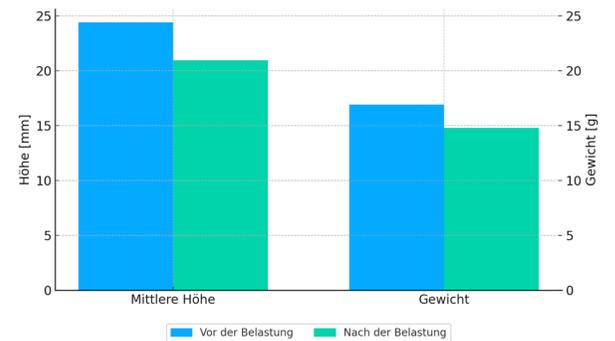
Selbstkonstruiertes Druckmessgerät:

Um die verschiedenen Belastungsmustern auf die Bandscheibe zu simulieren. Es besteht aus einer stabilen Rahmenkonstruktion mit einem Schraubmechanismus für eine gezielte Druckerzeugung und einem darunterliegenden Drucksensor, der die wirkende Kraft misst und aufnimmt.



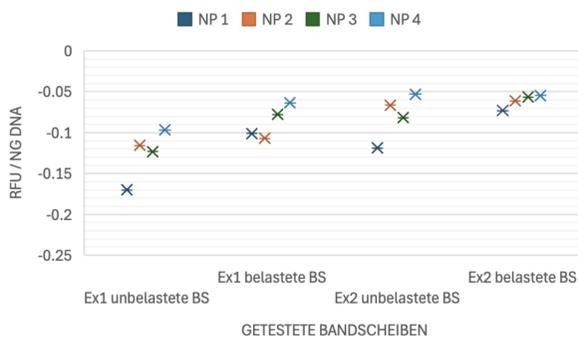
Belastungsprofile der in das Druckmessgerät eingespannten Bandscheiben:

Die Abbildung zeigt den zeitlichen Verlauf der aufgebracht Kraft bei zwei Experimenten mit statischer (blau) und wechselnder (grün) Belastung, wobei unterschiedliche Kraftabfälle und Rehydrierungsverläufe der Bandscheiben sichtbar sind.



Höhe und Gewicht vor und nach Belastung der Bandscheibe im Druckmessgerät

Die Abbildung zeigt den Rückgang von Höhe und Gewicht der Bandscheibe durch mechanische Belastung, was auf Flüssigkeitsverlust und Gewebeverformung hinweist.



Zellviabilität im Nucleus Pulposus (NP) unter verschiedenen Testbedingungen

Die Abbildung links zeigt die Viabilität (RFU/ng DNA) von Zellen aus dem Nucleus Pulposus (NP), dem weichen inneren Kern der Bandscheibe, anhand von vier Proben (NP 1 bis 4) pro Bandscheibe. Verglichen werden unbelastete und belastete Bandscheiben aus Experiment 1 und 2.

Problemstellung

Immer mehr Menschen leiden unter Rücken- und Kreuzschmerzen, die häufig durch den Verschleiss der Bandscheiben (BS) verursacht werden. Dies kann durch Fehlhaltung, Überbelastung oder langanhaltende Entlastung entstehen, wie sie im Weltall auftreten. Um solche Vorgänge besser zu verstehen, wurde ein Bioreaktor entwickelt, in dem Bandscheiben unter kontrollierter Belastung untersucht werden können. Ein Problem dabei: Die Bandscheiben wurden vor der Integration in den Bioreaktor für 2-3 Tage unbelastet gelagert, ein Zustand, der physiologisch kaum vorkommt. In Wirklichkeit sind die Bandscheiben ständig im Wechsel zwischen Druck und Entlastung, was für ihren Stoffwechsel und ihre Gesundheit entscheidend ist. Ziel dieser Arbeit war es daher, eine neue Methode zu entwickeln, um die isolierten Bandscheiben bereits während dieser Lagerzeit unter mechanische Belastung zu setzen. Untersucht wurde dabei, wie sich verschiedene Belastungsmuster auf die Zellviabilität auswirken.

Lösungskonzept

Für die Experimente wurden Bandscheiben aus Kuhschwänzen isoliert und mit einem neu entwickelten Druckmessgerät belastet. Dieses Gerät ermöglichte kontrollierte Belastungen, die Alltagssituationen wie Liegen (20N), Sitzen (50N) und Stehen (1000N) nachbilden. Es wurden zwei Belastungsarten getestet: statische und wechselnde Belastung. Danach wurde die Zellviabilität (Zellgesundheit) mithilfe eines Farbstofftests (Resazurin) und einer DNA-Analyse untersucht.

Ergebnisse

Das neu entwickelte Druckmessgerät funktionierte zuverlässig und ermöglichte reproduzierbare Belastungstests. Alle Bandscheiben verloren durch die Belastung an Höhe und Gewicht, welches auf ein Flüssigkeitsverlust hinweist. Der Kurvenverlauf bei der wechselnden Belastung zeigt eine Regenerationsphase auf, hingegen bei der statischen Belastung eine zunehmende Steifigkeit.

Die Zellviabilität konnte jedoch aufgrund fehlerhafter Standardkurve bei der DNA-Analyse nicht abschliessend ausgewertet werden. Dennoch liefert die Arbeit wertvolle Ansätze für zukünftige Arbeiten mit physiologischeren Bedingungen.

Ilaria Häfliger

Hauptbetreuer:
Prof. Dr. Marcel Egli

Experte:
PD Dr. sc. ETH Philipp Stämpfli

