

Sparkling Science >
Wissenschaft ruft Schule
Schule ruft Wissenschaft

Forschungsprojekt

Tendon engineering- Spannende Regenerationsforschung

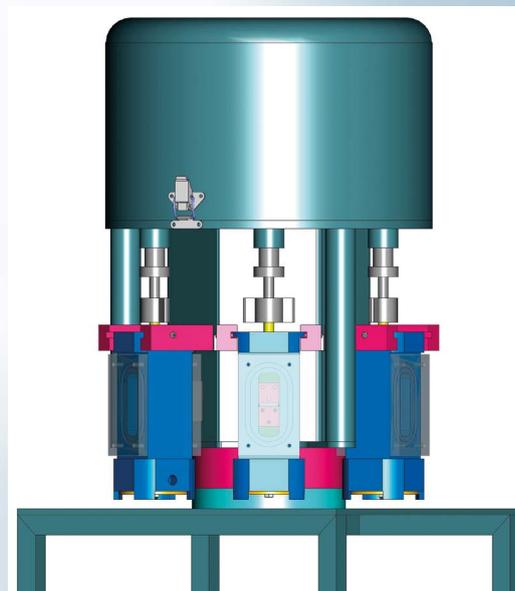
**Entwicklung eines neuartigen
Bioreaktors für die Kultivierung von
Sehnen**

Projektleitende Einrichtung

Paracelsus Medizinische Privatuniversität, Institut für
Sehnen- und Knochenregeneration
Dr. Andreas Traweger
andreas.traweger@pmu.ac.at

Beteiligte Schule

HTL Salzburg



Tendon engineering - Spannende Regenerationsforschung

Entwicklung eines neuartigen Bioreaktors für die Kultivierung von Sehnen

Verletzungen und chronische Erkrankungen von Sehnen und Bändern stellen eine große Herausforderung für die Chirurgie dar. Es besteht ein dringender Bedarf an effektiven und rasch wirksamen Therapien zur funktionellen Sehnenregeneration. Sehnen sind kollagenreiche Bindegewebsstränge, die großen mechanischen Kräften ausgesetzt sind, relativ wenige Zellen enthalten und daher nur sehr langsam und unvollständig heilen. Im Vergleich zu Geweben mit einem hohen regenerativen Potential, wie z.B. Haut oder Knochen, entsteht nach einer Verletzung kein funktionelles Gewebe sondern es bildet sich eine Narbe. Die daraus resultierenden Veränderungen vermindern die mechanischen Eigenschaften der Sehnen, woraus häufig Folgeverletzungen resultieren.

Um effektivere Therapieansätze entwickeln zu können, müssen zunächst die biomechanischen und biologischen Prozesse verstanden werden, die der geringen Regenerationsfähigkeit von Sehnen zugrunde liegen. Das primäre Ziel des Sparkling Science-Projekts war, gemeinsam mit der Höheren Technischen Bundeslehr- und Versuchsanstalt Salzburg (Ausbildungsschwerpunkt Biomedizin- und Gesundheitstechnik) einen Bioreaktor für die Kultivierung von intaktem Sehngewebe, eine sogenannte organotypische Kultur, zu entwickeln. Im Gegensatz zu anderen, bereits publizierten Systemen, erlaubt der Bioreaktor auch eine vollständige Zugprüfung des Gewebes, um so die biomechanischen Eigenschaften des Gewebes zu ermöglichen, ohne es an eine eigene, uniaxiale Zugprüfmaschine transferieren zu müssen. Insgesamt können sechs Sehnenproben parallel kultiviert werden, wobei diese individuell angesteuert werden und so unterschiedlichen Belastungsprofilen ausgesetzt werden können. Die Belastung der einzelnen Sehnen wird über individuelle Miniatur-Kraftaufnehmer für Zug- und Druckkräfte aufgezeichnet und die Daten werden für die Ansteuerung von sechs individuellen Linearmotoren herangezogen, um kontrolliert Zugkräfte auf die explantierten Ratten-Flexorsehnen aufbringen zu können. Die Probenkammern sind mit einer Schlauchpumpe verbunden, die es ermöglicht, jede Probe einzeln mit Nährmedium zu versorgen. Die Steuerung aller Komponenten erfolgt über eine zentrale Software, welche von den Schüler/innen mittels LabVIEW (National

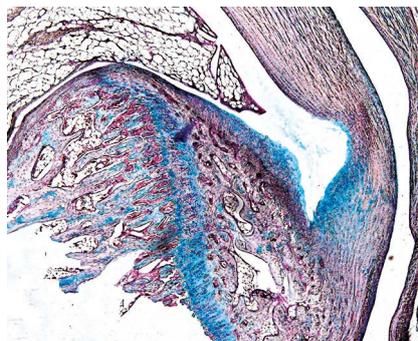


Projektlaufzeit: 01.10.2014 bis 01.04.2017

Instruments) programmiert wurde. Der Bioreaktor erlaubt es somit, das Sehngewebe unter nahezu optimalen Bedingungen zu kultivieren, indem Parameter wie Nährstoff- und Sauerstoffangebot, sowie mechanische Stimuli ähnlich den natürlichen Bedingungen im Körper individuell angepaßt werden können. Die organotypische Kultur bietet somit die Möglichkeit, die Sehnen unter beinahe physiologischen Bedingungen kontrolliert zu untersuchen. Zusätzlich wird der Aufbau des Bioreaktors es erlauben, die biomechanischen Eigenschaften (z.B. Steifigkeit) von Rattensehnen kontinuierlich zu bestimmen.

Die Planung des Bioreaktors erfolgte im wesentlichen durch die Schüler/innen im Rahmen ihrer Diplomarbeiten. Insgesamt bearbeiteten im ersten Jahr 17 Schüler/innen in 4 thematischen Untergruppen das Projekt – AutoMotus (Motorsteuerung und Kraftsensoren), FermentoConstruction (Probenkammer und Pumpensystem), OptiMeasure (optische Längenmessung), SiNewClamping (Einspannung), ZenVer (Steuersoftware). Zunächst wurden verschiedene Konstruktionsvorlagen mittels 3D-CAD erstellt und bei zahlreichen gemeinsamen Besprechungen wurden diese verändert und den notwendigen Anforderungen angepasst. Dabei wurden die Schüler/innen von den Lehrkräften der HTBLuVA und dem wissenschaftlichen Team der Paracelsus Medizinischen Privatuniversität unterstützt. Die Fertigung der Grundeinheit aus Aluminium erfolgte extern und erste Prototypen der Probenkammer wurden im 3D-Druck Verfahren hergestellt. Im zweiten Projektjahr erfolgten zahlreiche Verbesserungen und Anpassungen des Bioreaktors. Dabei wurde eine neuartige Einspannung für das Sehngewebe entwickelt, welche einen Schlupf der viskoelastischen Sehnen verhindert und so eine reproduzierbare biomechanische Messung erlaubt. Zusätzlich wurden die Probenkammern finalisiert und mittels CNC-Fräsverfahren gefertigt. Zwei Schüler/innenteams entwickelten die zentrale Softwaresteuerung (TendonComplete) weiter und realisierten die Verkabelung und Fertigung einer Sensorplatine (TendonControl) des Bioreaktors. Dabei wurde wiederum in zahlreichen Besprechungen der Fortschritt und weitere Verbesserungen am System besprochen. Trotz der sehr hohen Komplexität des Projektes und zahlreicher Rückschläge konnte das wesentliche Hauptziel des Sparkling Science Projektes erfolgreich abgeschlossen werden und der modulare Aufbau des Bioreaktors erlaubt die Umsetzung zukünftiger wissenschaftlicher Projekte.

Insgesamt wurden neun Diplomarbeiten von 22 Schüler/innen, unter Einbeziehung der Abteilungen „Biomedizin und Gesundheitstechnik“, „Elektronik und Informatik“ und „Maschinenbau“ mit diesem Projekt verwirklicht.



Sparkling Science ist ein Programm des BMWFW, das Forschung auf dem letzten Stand der Wissenschaft mit voruniversitärer Nachwuchsförderung verknüpft. In sämtlichen thematisch breit gefächerten Projekten werden Schülerinnen und Schüler in die Forschungsarbeiten ebenso wie in die Vermittlung der Ergebnisse eingebunden. Die Leitung des Forschungsprogramms liegt beim BMWFW, das Programmbüro bei der OeAD-GmbH.



Sparkling Science >
Wissenschaft ruft Schule
Schule ruft Wissenschaft

Sparkling Science Facts & Figures

Programmlaufzeit: 2007 bis 2020

Eckdaten 1. - 5. Ausschreibung

260 Projekte (Forschung & Schulforschung)
 29,4 Mio. Euro Fördermittel

Beteiligte Personen

78.152 Schüler/innen (24.208 direkt beteiligt,
 53.944 indirekt beteiligt)
 2.837 Wissenschaftler/innen & Studierende
 1.788 Lehrer/innen & angehende
 Lehrpersonen

Beteiligte Einrichtungen

449 Schulen und Schulzentren¹
 149 Partner aus Wirtschaft & Gesellschaft,
 inkl. 6 internationaler
 179 Forschungseinrichtungen², davon:
 55 Universitäten inkl. 34 internationaler
 101 außeruniv. Forschungseinrichtungen
 inkl. 14 internationaler
 11 Fachhochschulen inkl. 3 internationaler
 10 Pädagogische Hochschulen
 2 sonstige Einrichtungen

¹ inkl. 41 internationaler Schulen (AR, CH, CM, DE, ES, FR, GB, HU, IT, JP, NO, PL, PYF, RS, SI, SK, TR, USA)

² inkl. 51 internationaler Forschungseinrichtungen (AU, CH, CO, CZ, DE, DK, ES, FR, GB, HU, IT, NO, PL, SE, SK, USA)

www.sparklingscience.at

Stand Sept. 2016