



# Sparkling Science > Wissenschaft ruft Schule Schule ruft Wissenschaft

Forschungsprojekt

## Wonach sich Sehnen sehen

**Der Einfluss der Ernährung auf den  
Bewegungsapparat**

### Projektleitende Einrichtung

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

### Beteiligte Schulen

BG/BRG Hallein, Salzburg  
Europa- und Bundesgymnasium Salzburg-Nonntal



# Wonach sich Sehnen sehen

## Der Einfluss der Ernährung auf den Bewegungsapparat

Ein Grund für die lange Regenerationszeit von Sehnen liegt an der geringen Zelldichte, einer geringen Zellteilungsrate und an einem hohen Gehalt an extrazellulärer Matrix (EZM), deren überwiegenden Anteil Kollagenfasern bilden, die für die mechanischen Eigenschaften der Sehnen verantwortlich sind. Weiters zeichnet sich Sehngewebe durch eine nur minimale Versorgung mit Blutgefäßen und Nerven aus. Reißt eine Sehne, entsteht häufig sogenanntes Narbengewebe, das in seinen biomechanischen Eigenschaften kaum dem funktionellen Ausgangsgewebe entspricht. Ein wichtiges Ziel der Regenerationsforschung ist daher, geschädigtes Gewebe wieder in den Ausgangszustand zurückzuführen und die Regeneration zu verbessern. Sowohl intrinsische Faktoren (Alter, Gewicht und Hormonstatus), als auch extrinsische Faktoren (traumatische oder chronische Überlastung) prädisponieren für Sehenschäden und -verletzungen. Besonders chronische Stoffwechselerkrankungen, wie z.B. Diabetes mellitus, sind bekannte Risikofaktoren, die zugrunde liegenden Mechanismen sind jedoch noch weitgehend unklar.

In eigenen Studien konnte das Projekt erstmals einen Zelltyp in humanen Sehnen beschreiben, der glukosesensitiv ist. Diabetes mellitus ist eine chronische Stoffwechselerkrankung, bei der der Zuckerstoffwechsel stark beeinträchtigt ist. Ziel der Studie war es, Auswirkungen einer stark glukosehaltigen Nahrung auf die Sehnenheilung in nicht-diabetischen Tieren zu studieren und Erkenntnisse über die Auswirkung ernährungsbedingter Glukoseaufnahme auf die molekularen und zellulären Eigenschaften von Sehnenzellen und der EZM zu gewinnen. Dabei arbeitete das Projektteam bei ausgewählten Versuchen mit Schülerinnen und Schülern der 7. Klassen des Bundesgymnasium und Bundesrealgymnasium Hallein und den 8. Klassen des Europa- und Bundesgymnasium Salzburg-Nonntal (Karlheinz-Böhm-Gymnasium), im Rahmen des Wahlpflichtfaches Biologie und Umweltkunde, zusammen.

Durch das Sparkling Science-Projekt sollten die Schülerinnen und Schüler einen Einblick in das wissenschaftliche Arbeiten in einem Labor erhalten und selbst aktiv an Experimenten mitarbeiten und bei deren Auswertung helfen. Dabei wurde ein Tenotomie-Modell in der Ratte etabliert, das es erlaubte, den Einfluss der Ernährung auf den Heilungsverlauf der Sehnen zu untersuchen. Im Zuge eines Diätexperimentes wurden Ratten nach einer Sehnenverletzung für zwei oder vier



**Projektlaufzeit:** 01.10.2014 bis 30.09.2016

Wochen mit entweder glukosereichem Futter oder einer Kontrollnahrung gefüttert. Prozentuell sind die Kohlenhydratanteile in beiden Diäten gleich, der Hauptunterschied besteht in der Kohlehydratquelle. Das Glukosefutter enthält reine Einzelzucker-Glucose, das Kontrollfutter hingegen langkettige Stärke. Nach einer Mahlzeit steigt also der Blutzuckerspiegel der Tiere, die das Glukosefutter erhalten, rascher und steiler an, verglichen zu den Tieren, die stärkehaltige Nahrung zu sich nehmen. Bei diesem Experiment stellte sich heraus, dass die Tiere der Glukosegruppe ein verbessertes Gangbild hatten und das neu entstandene Reparaturgewebe im Vergleich zur Kontrollgruppe eine erhöhte Sehnensteifigkeit aufwies. Außerdem war der Anteil an teilungsfähigen Zellen im Sehnenewebe der Glukosegruppe, verglichen mit der Kontrollgruppe, nach zwei Wochen um ein Dreifaches erhöht.

Um Gene zu identifizieren, deren Expression durch die Glukosediet beeinflusst wird, wurde eine subtraktive Suppressionshybridisierung (SSH) durchgeführt. Diese Methode erlaubt den Vergleich zweier mRNA Populationen und liefert eine subtraktive cDNA-Bibliothek. Das Projektteam verglich hierbei die Kontrollgruppe mit der Glukosediet-Gruppe. In einem weiteren Experiment galt es nun, nach einer vierwöchigen Glukosediet weitere Unterschiede zur Kontrollgruppe zu finden und den zu Grunde liegenden Mechanismus genauer zu erforschen. Die Sehnen der Tiere wurden anschließend mit den Schülerinnen und Schülern histologisch untersucht, indem bestimmte Färbetechniken zur Anwendung kamen. Auch wurde die Genexpression von Markergenen untersucht, die für die Knorpelbildung von Bedeutung sind, da bei diesen Genen nach 2 Wochen bereits eine signifikant erhöhte Expression beobachtet wurde. Zusammen mit den Schülerinnen und Schülern wurde der sogenannte „Tail Tendon Breaking Time Assay“ (TTBT) durchgeführt, um das Ausmaß an Quervernetzungen der Kollagene in der Sehne festzustellen.

Ziel war, die Sehnen der unterschiedlichen Diätgruppen miteinander zu vergleichen und mögliche Unterschiede im TTBT auf die Ernährung rückzuschließen. Auch die biomechanischen Eigenschaften der Flexorsehnen wurden zusammen mit den Schülerinnen und Schülern am Institut für Sehnen und Knochenregeneration getestet. Dabei wurde sowohl die Steifigkeit, als auch die Maximalkraft des Gewebes ermittelt.



**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 Schulzentren<sup>1</sup>  
149 Partner aus Wirtschaft & Gesellschaft,  
inkl. 6 internationaler  
179 Forschungseinrichtungen<sup>2</sup>, davon:  
55 Universitäten inkl. 34 internationaler  
101 außeruniv. Forschungseinrichtungen  
inkl. 14 internationaler  
11 Fachhochschulen inkl. 3 internationaler  
10 Pädagogische Hochschulen  
2 sonstige Einrichtungen

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

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

[www.sparklingsscience.at](http://www.sparklingsscience.at)

Stand Sept. 2016