

Neue Einblicke: Wie sich Muskeln durch Ausdauertraining verändern

Je öfter wir Ausdauersport treiben, desto fitter werden wir. Auch unsere Muskeln. Sie gewöhnen sich an die Belastung und halten länger durch. Ein Forschungsteam der Universität Basel hat durch Experimente mit Mäusen neue Erkenntnisse darüber gewonnen, wie sich die Muskeln ans Ausdauertraining anpassen.

Ausdauersport ist gesund. Wer regelmässig trainiert, stärkt die körperliche Fitness und das Wohlbefinden. In den Muskeln kommt es durch das Training zu umfangreichen Umbauarbeiten. Dies schlägt sich in typischen Trainingseffekten nieder: Die Muskeln ermüden weniger schnell, stellen mehr Energie bereit und können Sauerstoff besser nutzen.

«Dass sich Muskeln an sportliche Belastungen anpassen, ist nichts Neues», sagt Prof. Dr. Christoph Handschin, der am Biozentrum der Universität Basel seit langem über die Muskelbiologie forscht. «Wir wollten herausfinden, was genau dabei im Muskel geschieht.» Er und sein Team haben nun neue Erkenntnisse im Fachjournal «Nature Metabolism» veröffentlicht.

Trainingszustand spiegelt sich in Genen wider

In der Studie hat das Team um Handschin untrainierte mit trainierten Mäusen verglichen und untersucht, welche Gene ihre Aktivität durch das Training verändern. «Da der Umbau des Muskels durch Ausdauersport so massiv ist, dachten wir, dass sich die Anpassungen auch in den Genen widerspiegeln würden», sagt Erstautorin Regula Furrer. «Entgegen unserer Erwartungen sind im Ruhezustand in einem trainierten Muskel im Vergleich zum untrainierten jedoch relativ wenig, nämlich nur etwa 250 Gene in ihrer Aktivität verändert. Im Gegensatz dazu werden direkt nach einer Trainingseinheit zwischen rund 1'800 und 2'500 Gene reguliert.» Wie viele und welche Gene aktiv sind, hängt dabei stark vom Trainingszustand ab.

Muskeln reagieren unterschiedlich auf Belastungen

So aktiviert Ausdauertraining im untrainierten Muskel beispielsweise Gene für Entzündungen, ausgelöst durch winzige Beschädigungen, die wir als Muskelkater kennen. «In trainierten Mäusen sehen wir das nicht, bei ihnen sind eher Gene aktiv, die den Muskel schützen. Trainierte Muskeln reagieren vollkommen anders auf den Trainingsstress», erklärt Furrer. «Sie sind effizienter und robuster, kurz gesagt, sie können besser mit der Belastung umgehen.»

Epigenetisches Muster beeinflusst Muskelfitness

Doch wie ist es möglich, dass die Muskeln je nach Trainingszustand so unterschiedlich reagieren? Die Antwort fanden die Forschenden unter anderem in der Epigenetik. Durch sogenannte epigenetische Modifikationen, chemische Markierungen im Erbgut, werden Gene an- oder ausgeschaltet. «Erstaunlich war, dass sich das epigenetische Muster zwischen untrainierten und trainierten Muskel so stark voneinander unterscheidet und dass einige dieser Modifikationen bei Schlüsselgenen auftreten, die selbst zahlreiche andere Gene steuern.» so Furrer. Dadurch wird bei sportlicher Betätigung in trainierten Muskeln ein anderes Programm in Gang gesetzt als in

untrainierten.

Die epigenetische Information ist ein wichtiger Faktor, der bestimmt, wie der Muskel auf Training reagiert. «Regelmässiges Ausdauertraining verändert das epigenetische Muster im Muskel, sowohl kurz- als auch langfristig. Trainierte Muskeln sind aufgrund ihres epigenetischen Musters auf langandauernde Belastungen vorbereitet. Sie reagieren viel schneller und arbeiten effizienter», resümiert Handschin. «Mit jedem Training wird der Muskel ausdauernder.»

Von Maus zum Menschen

In ihrer Studie zeigen die Forschenden bei Mäusen, wie sich die Muskeln im Laufe der Zeit an regelmässiges Ausdauertraining anpassen. Nun gilt es herauszufinden, ob sich die Erkenntnisse auch auf den Menschen übertragen lassen. Im Leistungssport könnte man mit Biomarkern für den Trainingsfortschritt das Training effizienter machen.

Vielleicht noch wichtiger: «Wenn wir wissen, wie der gesunde Muskel funktioniert, können wir verstehen, was bei Krankheiten falsch läuft», sagt Handschin. Dies ist wichtig für neue Therapieansätze zum Beispiel für alters- oder krankheitsbedingten Muskelschwund.

Originalpublikation

Regula Furrer, Barbara Heim, Svenia Schmid, Sedat Dilbaz, Volkan Adak, Karl J.V. Nordström, Danilo Ritz, Stefan A. Steurer, Jörn Walter, Christoph Handschin.

[Molecular control of endurance training adaptation in male mouse skeletal muscle.](#)

Nature Metabolism (2023), doi:10.1038/s42255-023-00891-y

Weiterführende Informationen

- [Forschungsgruppe Prof. Dr. Christoph Handschin](#)
- [Tierexperimentelle Forschung an der Universität Basel](#)