

Sport & Muskulatur

Die Muskulatur als Grundlage von Haltung, Bewegung und Sport ist ein faszinierendes Organ, dessen Geheimnisse noch längst nicht alle gelüftet sind. Wissenswertes zu den Eigenschaften unserer Muskulatur in Abhängigkeit zum Alter.

Der Muskel setzt nicht nur Nervenreize in mechanische Arbeit um, er dient gleichzeitig als Signalgeber für viele Organe und Organsysteme. Neben der Muskulatur selbst sind dies Herz und Kreislauf, Atmung, zentrale und periphere Nervensteuerung sowie Hormon- und Immunsystem. Die Muskulatur ist ein ausgesprochen stoffwechselaktives Organ: 500 Gramm Muskelmasse verbrauchen 70-mal mehr Kalorien als die gleiche Menge Fett. Die Zunahme von 1,5 kg Muskelmasse erhöht den Kalorienumsatz des Körpers um 200 bis 300 kcal pro Tag.

Muskularbeit setzt, unabhängig von der Art der Aktivität, eine komplexe Kaskade verschiedenster Körperinformationen frei. Muskularbeit fördert nicht nur das Muskelwachstum und erhält die körperliche Leistungsfähigkeit, sie führt auch zur Ausschüttung einer Vielzahl von Hormonen und Botenstoffen, die ihre Information in entfernte Organe tragen und diese zu einer Anpassung veranlassen. Obwohl Muskularbeit für den Körper kurzfristig einen Stressreiz darstellt, hat sie mittel- bis langfristig belastungsreduzierende und gesundheitsfördernde Wirkungen. Diese äussern sich in einem verbesserten Energiestoffwechsel (Zucker- und Fettstoffwechsel), einer geringeren Entzündungsbereitschaft, einer Abnahme von Blutdruck in Ruhe und unter Belastung, einer Ökonomisierung der Herzleistung, einer verbesserten Durchblutung peripherer Organe, verbunden mit einer besseren Sauerstoffnutzung. Eine regelmässig belastete Muskulatur ist der wichtigste Garant für Gesundheit und Leistungsfähigkeit.

Muskulatur im Kindesalter

Die kindliche Muskulatur unterscheidet sich nicht wesentlich von der des Erwach-

senen. Aus der Erbanlage ist die Faserzusammensetzung bereits vorbestimmt und kann im Rahmen des kindlichen Trainings nicht verändert werden. Beim Kind unterscheiden sich die Muskelzellen lediglich in der Menge der zellulären Elemente, die erst mit der Pubertät unter der Wirkung der Sexualhormone zum Faserbau des Erwachsenen heranwachsen.

Beim Kind macht die Muskulatur nur rund 25% des Körpergewichts aus, während der Pubertät steigt dieser Gewichtsanteil bei jungen Frauen auf knapp 40%, beim Burschen auf stolze bis zu 50%.

Bis zur Pubertät erfolgt die Entwicklung der Muskulatur – mit dem Längenwachstum des Knochens als entscheidendem Reiz – für Knaben und Mädchen gleich. Bis zur Pubertät ist eine trainingsbedingte Zunahme der Muskelmasse (Hypertrophie) kaum möglich, weshalb Krafttraining im Kindesalter lange Zeit als sinnlos oder aus Angst vor Überbelastung sogar als gefährlich galt. Viele Untersuchungen konnten aber inzwischen belegen, dass ein altergerechtes Krafttraining auch beim Kind vorteilhaft ist. Trotz ausbleibendem Massengewinn nimmt auch beim Kind die Kraftentwicklung der Muskula-

tur zu, was mit einem verbesserten neuromuskulären Zusammenspiel, einer besseren intra- und intermuskulären Koordination und der dadurch verbesserten Bewegungsökonomie in Zusammenhang gebracht wird.

Beim Kind macht die Muskulatur nur rund 25% des Körpergewichts aus, durch die hormonellen Wirkungen während der Pubertät steigt dieser Gewichtsanteil bei jungen Frauen auf knapp 40%, beim Burschen auf stolze bis zu 50% des Körpergewichts, wobei die Zunahme in erster Linie auf Kosten der schnellen Muskelfasern geht. Dies ist letztlich auch der Grund, weshalb der kindliche Muskel erst mit der Pubertät für einzelne Faktoren wie Schnelligkeit effizient trainierbar wird. Zuvor ist die Muskelleistung zu 70% durch die genetische Anlage und nur zu 30% durch das Umwelt- und Bewegungsverhalten bestimmt.

Muskulatur im Alter

Der durchschnittliche Verlust an Muskelmasse beträgt ab dem 4. Lebensjahrzehnt – bei wenig bis inaktiven Personen – rund ein halbes Pfund pro Jahr. Innert 30 Jahren können demnach um 7 bis 8 kg Muskulatur verloren gehen. Der Querschnitt des Oberschenkelmuskels eines 80-jährigen Menschen beträgt rund die Hälfte dessen, was er noch zwischen 20 bis 30 Jahren besass. Durch den Funktionsverlust leidet insbesondere auch das Zusammenspiel zwischen Nervensteuerung und Muskulatur. Vor allem dieser neuromuskuläre Funktionsverlust ist es, der für die verminderte muskuläre Reaktionsbereitschaft, die reduzierte Gleichgewichtskontrolle und die erhöhte Sturzgefahr des alten Menschen verantwortlich ist.

Neben der Masse ändert sich auch die Zusammensetzung der Muskulatur im Alter. Untersuchungen an Männern im Alter von 30 und 70 Jahren¹ haben gezeigt, dass die Abnahme der maximalen Leistung bei einem Fahrradergometertest vor allem auf den Verlust schneller Muskelfasern zurückzuführen ist, während ihr Anteil an langsamen Muskelfasern durch das Training sogar signifikant zunahm. Und umgekehrt ist Immobilität, als Extremfall die Bettlägerigkeit nach Krankheit oder Unfall, die wichtigste Ursache für Muskelschwund im Alter. Bereits eine Woche Bettruhe lässt bei sonst gesunden älteren Personen die fettfreie Körpermasse, in erster Linie also die Muskulatur, um 1,5 kg schrumpfen².

Von der Immobilität ist insbesondere die Muskulatur der Beine betroffen. Vom Abbau sind vor allem die langsamen, ermüdungsresistenten Muskelfasern betroffen, die an Zahl und Grösse abnehmen. Die schnellen Muskelfasern sind dagegen nicht betroffen. Da im Alter die langsamen Muskelfasern durch die Abnahme der schneller kontrahierenden Muskelfasern von besonderer Bedeutung werden, ist der ältere Mensch vom immobilitätsbedingten Muskelschwund in doppeltem Sinne betroffen, was die Wichtigkeit einer frühzeitigen Mobilisation von Patienten nach Operationen unterstreicht.

Verletzung und Heilung

Die Muskulatur gilt als Organ, welches seine Struktur und Funktion regelmässigen Anforderungen und Bedürfnissen anzupassen vermag. Wir reden in diesem Zusammenhang von Plastizität: Die Muskulatur ist nicht ein starres Faserbauwerk, sondern ungemain anpassungsfähig. Die regelmässige Nutzung eines Muskels bestimmt seine Struktur, seine Funktion und vor allem seine Leistungsfähigkeit. Ändert sich diese Nutzung, wie wir es zum Beispiel bei einem Wechsel von Schnellkraft zu Ausdauertraining finden, so ändern sich auch Struktur und Funktion der beanspruchten Muskelfasern. Jede Muskelzelle ist so plastisch, dass sie ihre Eigenschaften in Bezug auf die Dicke, die Zuckungsgeschwindigkeit an die regelmässig auf sie einwirkenden Reize anzupassen vermag. Diese Anpassungsfähig-

keit stellt die Urform des Trainingsgewinns bei jedem Sportler dar.

Strukturelle und funktionelle Änderungen sind in erster Linie durch spezielle Zellen (sogenannte Satellitenzellen) bedingt, die jeder Muskel als «Notfallreserve» besitzt. Neben Wachstumshormonen und -faktoren sind es vor allem Bewegungsreize, die über die Aktivierung dieser vielseitigen Stammzellen der Muskulatur entscheiden. Regelmässige Reize



Der Querschnitt des Oberschenkelmuskels eines 80-jährigen Menschen beträgt rund die Hälfte dessen, was er noch zwischen 20–30 Jahren besass.

lassen die Satellitenzelle je nach Art der Belastung (Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit) zu einer schnelleren oder langsameren Muskelfaser auswachsen. Dadurch können sowohl die Dicke der Einzelfaser als auch die Zahl der Muskelfasern eines Muskels zunehmen.

Mit zunehmendem Alter nimmt die Zahl der Satellitenzellen ab, was die Anpassungs- und Entwicklungsfähigkeit des älteren Muskels einschränkt. Körperliches

Bereits eine Woche Bettruhe lässt bei sonst gesunden älteren Personen die fettfreie Körpermasse, in erster Linie also die Muskulatur, um 1,5 kg schrumpfen.

Training wirkt dieser Abnahme entgegen und erhält auch dem älteren Menschen eine anpassungs- und leistungsfähige Muskulatur. Insbesondere Maximalkrafttraining, eine besonders wichtige Trainingsform für den alternden Menschen, scheint ein effizienter Reiz nicht nur für die Aktivierung von Satellitenzellen, sondern auch für deren Differenzierung zu einer kräftigen Muskelfaser zu sein³.



Dr. med. Matteo Rossetto, Internist und Sportmediziner mit eigener Praxis und medizinischer Leiter von Äquilibris-Training in Basel. Mitglied des Medical Teams im Schweizerischen Leichtathletikverband.

Von Muskelkater bis Muskelriss

Satellitenzellen sind auch die Grundlage der Heilungsprozesse nach Muskelverletzungen. Kleinere Muskelschäden, wie zum Beispiel jene beim Muskelkater, können ohne Struktur- und Funktionsverlust repariert werden, gröbere Rissbildungen im Muskel sind immer mit der Bildung einer mehr oder weniger grossen Narbe verbunden. Bei Muskelverletzungen gilt die Regel, dass, wenn die Membran der Muskelfaser nicht verletzt ist, in der Regel eine vollständige intrazelluläre Selbstheilung auftritt. Ist die Muskelfasermembran eingerissen, so beansprucht die Reparatur den Einsatz von Satellitenzellen, von denen der junge, gesunde

Muskel 20–90000 pro Gramm besitzt. Sind gar viele Faserhüllen eingerissen, so heilt die Verletzung nicht ohne Defekt (Narbe) aus. Häufig ist es diese Narbenbrücke, die für anhaltende Beschwerden nach einer Muskelverletzung verantwortlich ist.

Nach Muskelrissen ist es deshalb besonders wichtig, einerseits die Narbenbildung möglichst gering zu halten (Kühlung, Kompression und Ruhigstellung für 48 Stunden), aber auch möglichst rasch den verletzten Muskel wieder zu beüben. Ab dem dritten Tag sollte deshalb mit vorsichtigen Spannungsübungen ohne wesentliche Bewegung (=isometrisches Training) begonnen werden und nach Massgabe von Schmerz und Funktionseinschränkung über die folgenden Tage ausgebaut werden. Dies führt dazu, dass der die Verletzung begleitende, immobilitätsbedingte Muskelschwund auf ein Minimum reduziert werden kann. 3 bis 5 Tage nach einer Muskelverletzung ist zur Förderung der Durchblutung und der Reparaturprozesse auch die Anwendung von lokaler oder allgemeiner Wärme (Sauna, speziell bei Muskelkater) angebracht, wohingegen von mechanischen Eingriffen in den verletzten Muskel (Massage) abgesehen werden soll. ■

1: Chelly MS et al; Int J Sport Med 27 (2006); 885-893.
2: JAMA (2007); 297:1772-73.
3: Deutsche Zeitschrift Sportmedizin 58 (2007) 7/8; 206.