

Aufbau und Arbeitsweise des Skelettmuskels

Die Skelettmuskulatur, die aus über 700 einzelnen Muskeln besteht, ist mit einem Anteil von 40 - 50% des Gesamtkörpergewichts das am weitest starksten ausgebildete Organ des Menschen. Den größten Teil dieses Organs stellt die Muskulatur des aktiven Bewegungsapparates.

Die einzelnen Muskeln variieren zwar in Form, Größe und Funktion, der innere Aufbau jedoch ist prinzipiell immer gleich. Muskelfasern und Bindegewebe sind funktionell eng miteinander verknüpft. Eine straffe Bindegewebshülle (*Faszie*) umschließt den Muskel, hält ihn einerseits zusammen und andererseits gegenüber seiner Umgebung gleitfähig. Die Muskeln setzen sich aus Muskelfaserbündeln zusammen, die untereinander durch lockeres Bindegewebe verbunden sind. Jedes Muskelfaserbündel besteht wiederum aus zahlreichen Muskelfasern, besonders großen, fadenartigen Zellen, oft bis zu 10 Zentimeter lang und mit einem Durchmesser von 20-100nm (\varnothing 0,02-0,1mm). Innerhalb dieser Muskelfasern liegen in hoher Dichte Myofibrillen parallel zueinander und zur Längsachse der Muskelzelle. Deren Bausteine, die Filamente (*Aktin* = "dünnes Filament", *Myosin* = "dickes Filament"), sind durch quer verlaufende *Z-Membrane* in Einheiten (*Sarkomere*) untergliedert.

Die dünnen Filamente (*Aktin*, \varnothing 5-8nm), die an den *Z-Membranen* verankert sind, ragen zu beiden Seiten der Membran zwischen die dicken Filamente (*Myosin* \varnothing 12-14 nm), so dass Aktin und Myosin sich teilweise überlappen. Die regelmäßige Anordnung der Aktin- und Myosinfilamente innerhalb eines Sarkomers zeigt sich im Lichtmikroskop als gleichmäßige Hell-Dunkel-Bänderung der Muskelfasern, wobei die *Z-Membranen* und die überlappenden Filamentbereiche jeweils dunkel erscheinen, die nicht überlappenden Bereiche dagegen hell. Aus diesem Grund wird der Skelettmuskel auch als "quer gestreifter Muskel" bezeichnet.

Myosinfilamente bestehen aus Myosinschaft, Myosinhals und dem beweglichen Myosinkopf. Der Myosinschaft besteht aus spiralförmig umeinander gewundenen Peptidketten. Sie liegen parallel zueinander und bilden das "Rückgrat" des Filaments. Myosinmoleküle haben die Neigung, sich so aneinander zu lagern, dass die Köpfchen in regelmäßigen Abständen seitlich aus dem Filament herausragen.

Funktionsfähige Aktinfilamente bestehen aus kugelförmigen Eiweißmolekülen, die in einer Doppelspirale angeordnet sind und in deren Längsrillen Tropomyosinfäden verlaufen, die wiederum durch Troponinmolekül-Komplexe miteinander verbunden sind.

Die Aktin- und Myosinfilamente sind für die Muskelaktion verantwortlich, welche anhand eines Gleitmodells veranschaulicht werden kann. Die Tropomyosinfäden sind an das Aktinfilament angeheftet. In Ruhe sind die Bindungsstellen für die Myosinköpfe durch die Troponinmoleküle blockiert. Verbinden sich Kalziumionen mit dem Troponinkomplex, wird das Tropomyosin leicht verschoben und gibt dadurch die Haftstellen für die Myosinköpfe frei. Es kommt zur Querbrückenbildung zwischen den Filamenten. Die Myosinköpfe führen unter Abspaltung von ADP (*Adenosindiphosphat*) eine Nickbewegung aus, wobei die anhaftenden Aktinfilamente mitgezogen werden. Danach binden die Myosinköpfe ATP (*Adenosintriphosphat*) und lösen sich vom Aktinfilament. Schließlich spalten sie ATP in ADP+P und richten sich durch die dadurch freiwerdende Energie wieder auf.

Durch wiederholtes Greifen und Loslassen der Myosinköpfe werden die Aktinfilamente zur Sarkomermite hingezogen. Dieser Vorgang wiederholt sich, so lange Kalzium und ATP in ausreichender Konzentration zur Verfügung stehen. Birbaumer & Schmidt vergleichen diesen Vorgang mit dem Prinzip beim Tauziehen, in der sich beide Parteien durch mehrfaches Greifen zueinander bewegen.