

Muskelkrämpfe: nicht nur Magnesium!

Das ist eine relativ häufige Plage. Wadenkrämpfe können spontan nachts beim Schlafen auftreten und dann auch von Krämpfen in der Fußmuskulatur begleitet sein oder die Krämpfe treten nach Belastung auf. Das Hausmittel ist Magnesium, es funktioniert zwar häufiger, als die Wissenschaft belegt, aber eben doch nicht häufig genug, als dass ausreichend viele Menschen von ihren Krämpfen befreit würden. Daher hier einige Tipps, die über das Magnesium hinausgehen. Zunächst erscheint es mir sinnvoll, dass Sie besser verstehen, was sich bei Muskelkontraktionen abspielt.

Muskelkontraktion

Auch hier wieder ein Abschnitt, den Sie überspringen können, wenn Sie es „nicht so genau wissen wollen“. Gehen Sie in dem Fall einfach zum „Fazit“, um die Strategien für die Praxis mitzunehmen. Wenn Sie es genau wissen wollen, geht's jetzt los:

Ein Muskel besteht aus unzähligen Muskelfasern, den Muskelzellen. Diese bestehen ihrerseits aus „Muskelfäserchen“ (Myofibrillen), den kleinen Zellorganen. Eine solche Myofibrille besteht aus hintereinandergeschalteten Funktionseinheiten (Sarkomeren), die bei den Skelettmuskeln die Querstreifung verursachen. Um die Dimensionen etwas plastischer zu machen: ein Muskel mit der Ruhelänge von 4 cm hat ca. 20.000 Sarkomere in Reihe, also hintereinander geschaltet.

Jedes Sarkomer hat Myosinfilamente (dicke Filamente), die zwischen Aktinfilamenten (äußere, dünne Filamente) eingebettet sind. Jedes Myosinfilament hat zahlreiche „Hände und Ärmchen“, die die eigentliche Arbeit verrichten, indem sie an den Aktinfilamenten anfassend und sich umlegen. Damit ziehen sie Myosinfilamente sich sozusagen an den Aktinfilamenten entlang.

Die Bindungsstellen („Anfassgriffe“) an den Aktinfilamenten für die „Hände“ bzw. Arme sind in Ruhe durch ein Eiweißmolekül blockiert, das Troponin-Tropomyosin. Dieses verändert durch Kalzium seine Struktur und gibt dadurch die Ankoppelung frei.

Der mechanische Kontraktionsvorgang wird elektrisch und chemisch

gesteuert: Die Arme an den dicken Myosinfilamenten stehen unter mechanischer Vorspannung, die sie nach dem Loslassen aus der vorhergehenden Bindung vorbereitend für die nächste Kontraktion mithilfe von ATP aufgebaut haben. Das ist vergleichbar mit dem zum Schuss gespannten Schloss an einem Karabiner oder Revolver. Wenn Kalzium durch den elektrischen Impuls des motorischen Nerven (Aktionspotenzial) in die Myofibrillen einströmt und die Filamente umspült, können die Myosin-„Hände“ an den dadurch frei werdenden Bindungsstellen der Aktinfilamente anfassen, „der Abzug wird betätigt“ und die Arme legen sich um.

Das ist so, als wenn Sie in einem Boot sitzen und sich mit Ihren Armen Zug um Zug an der Kaimauer entlang ziehen. Dadurch entsteht ein Gleiten der dicken gegen die dünnen Filamente, was den Muskel verkürzt.

Ein weiteres Bild wäre, dass die Ruderblätter des Deutschland-Achters ausgebreitet werden und bei jedem Zug an das Boot angelegt werden. Damit bewegt sich das Boot Richtung Ziel, so wie sich Ursprung und Ansatz des Muskels annähern.

Durch etwa 50 Greif-Loslass-Zyklen kann sich der Muskel in viel weniger als einer Sekunde um ca. 50 % seiner Ruhelänge verkürzen.

Für die Entspannung des Muskels muss dann das Kalzium wieder aus den Myofibrillen hinausgeschafft werden, wozu der Energieträger ATP notwendig ist. Also: kein ATP, keine Muskelentspannung. Das ist in

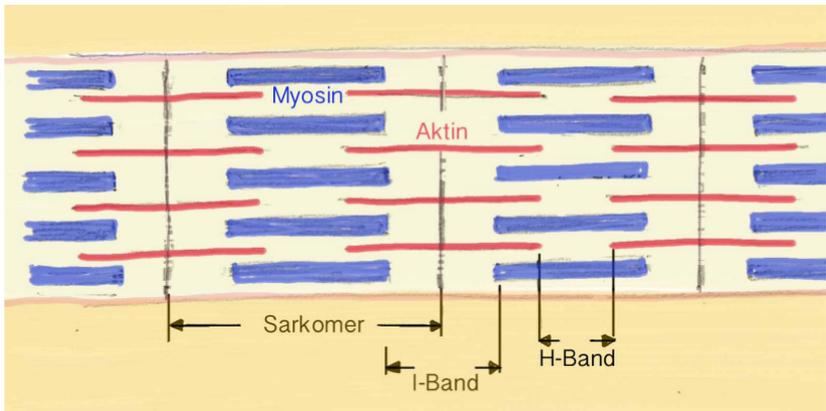
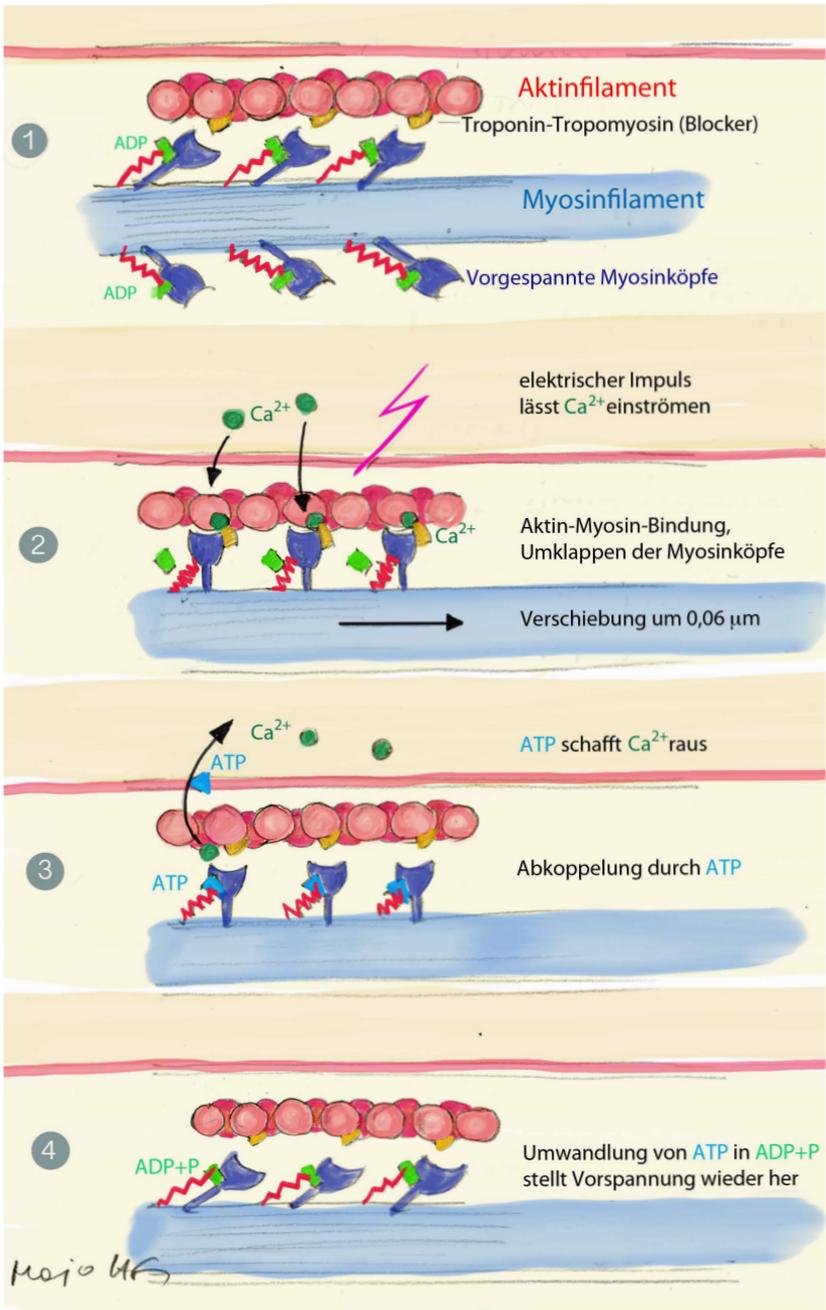


Abb. 28: Die Querstreifung der Skelettmuskulatur entsteht durch die Sarkomerarchitektur von Aktin- und Myosinfilamenten



dieser Reinform nur bei der Totenstarre gegeben. Dennoch bleibt festzuhalten, dass der Energieträger ATP eigentlich nicht zur Kontraktion, sondern zur Entspannung für die nächste Kontraktion notwendig ist. Bei Kontraktion eines Muskels finden viele Greif-Loslass-Zyklen statt, bei denen jeweils die Hände für den nächsten Ruderschlag abgekoppelt werden müssen und dafür ist ATP notwendig.

Wodurch es zu Krämpfen bei Muskelermüdung kommt, ist noch nicht ganz geklärt, obwohl man natürlich davon ausgehen kann, dass es bei Ermüdung zum Mangel an verfügbarem (entspannendem) ATP kommt, da die Nachbildung aus Glucose und Fettsäuren in den Mitochondrien nicht mehr ausreichend ist. Aber davon später mehr.

Krampfansachen

Grundsätzlich sind Muskelkrämpfe ein Problem von Nervensystem und Muskeln, d. h. eine neuromuskuläre Störung. Das wird auch dadurch illustriert, dass Koffein, ein zentrales Stimulanz die Neigung zu Muskelkrämpfen erhöht. Lesen Sie über die Rolle der einzelnen Mineralien!

Magnesium-Mangel

Magnesium ist ein natürlicher Kalziumkanal-Blocker, das Kalzium strömt

Abb. 29 (linke Seite):

Muskelkontraktionszyklus:

[1] Vorgespannte Myosinköpfchen, durch Troponin-Tropomyosin blockierte Aktin-Myosin-Bindungsstellen

[2] Ein elektrischer Nervenimpuls lässt Kalzium einströmen, die Blockierung „klappt weg“, die Myosinköpfchen binden an die Aktinbindungsstellen und neigen sich. Dabei wird ADP abgespalten, das dann für die Muskelentspannung und die Vorbereitung der nächsten Kontraktion zu ATP „energetisiert“ werden kann (Schritt 3 und 4).

[3] ATP schafft Kalzium aus der Myofibrille, Myosin koppelt durch ATP ab und die Troponin-Tropomyosin-Blockade wird wieder hergestellt.

[4] ATP sorgt für erneute Vorspannung der Myosinköpfchen. Dabei wird von ATP 1 Phosphat abgespalten. Das liefert die chemische Energie für die Vorspannung (mechanische Energie). ADP bleibt angekoppelt (s. Schritt [1]).

Mit Erfolg gesund

Copyright-geschütztes Material