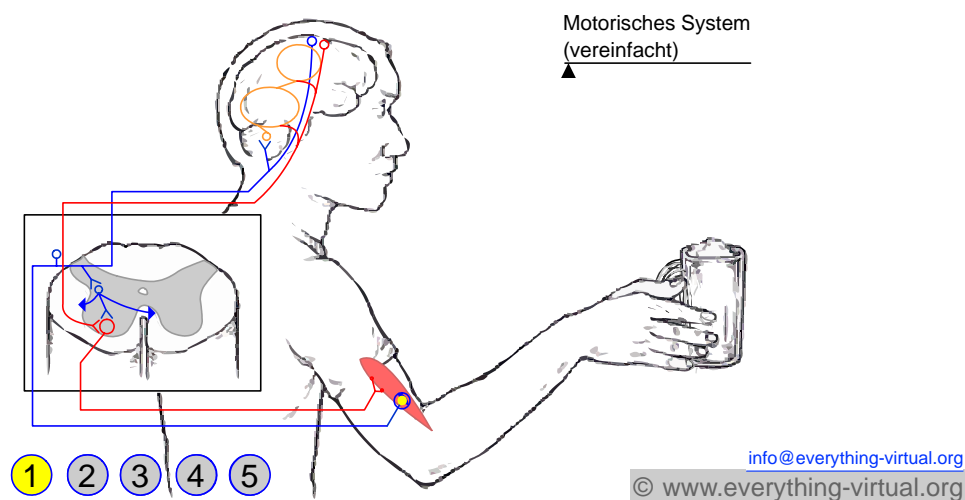


## Was sind Monitormuskeln?

von PD Dr. Thomas J. Strasmann

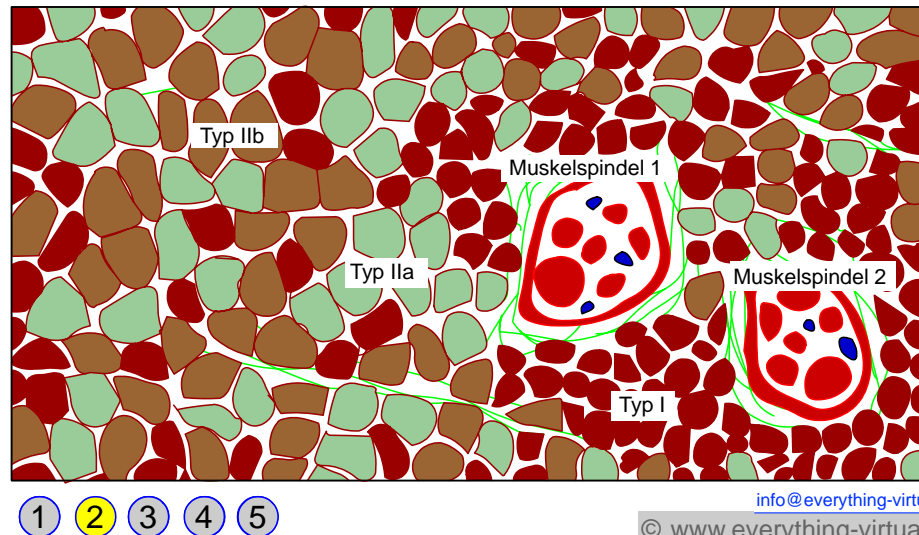
### Zusammenfassung

Unter den Muskelrezeptoren sind die Muskelspindeln für die Steuerung des Bewegungsablaufes die wichtigsten Rezeptoren. In großen Muskeln befinden sich diese Rezeptoren zumeist in einem Bereich, der als sensorischer Bereich, im Gegensatz zur übrigen Arbeitsmuskulatur dieses Muskels, bezeichnet werden kann. Es gibt aber auch sehr kleine Muskeln, die praktisch fast nur aus Muskelspindeln bestehen und fast gar keine Arbeitsmuskulatur besitzen. Solche kleinen Muskeln werden, besonders wenn sie parallel zu großen Muskeln und Muskelgruppen angeordnet sind, als Monitormuskeln verstanden. Sie dienen nicht dazu, eine aktive Bewegung zu ermöglichen, sondern sie werden als separate Sensoren der großen, parallel arbeitenden Muskeln aufgefaßt.



### Muskelspindeln und Bewegungssteuerung

Muskelspindeln messen die Länge der umgebenden Arbeitsmuskulatur. Auch Sehenspindeln sind für die nervöse Steuerung des Bewegungsablaufes wichtig: Sie messen die Kraft, die die Arbeitsmuskulatur entwickelt. Aus beiderlei Nachrichten, aus den Informationen über die Länge und über die Kraft der Muskeln, berechnet besonders das Kleinhirn die Ist-Situation des Bewegungsapparates, die Stellung und Bewegung der Gelenke, und macht aufgrund dieser Berechnungen quasi Vorschläge für die nächste durchzuführende Bewegung. Diese neue Bewegung kommt wiederum durch Berechnungen des Kleinhirns zustande, wenn "von oben", von den höheren Hirnzentren die Freigabe erfolgt und der Bewegungsbefehl erteilt ist. Schließlich erreichen die motorischen Signale das Rückenmark, das unter Zuhilfenahme seiner Reflexe, in denen auch Muskelspindeln und Sehnenorgane eingebettet sind, die Durchführungs-Befehle der Muskulatur erteilt.

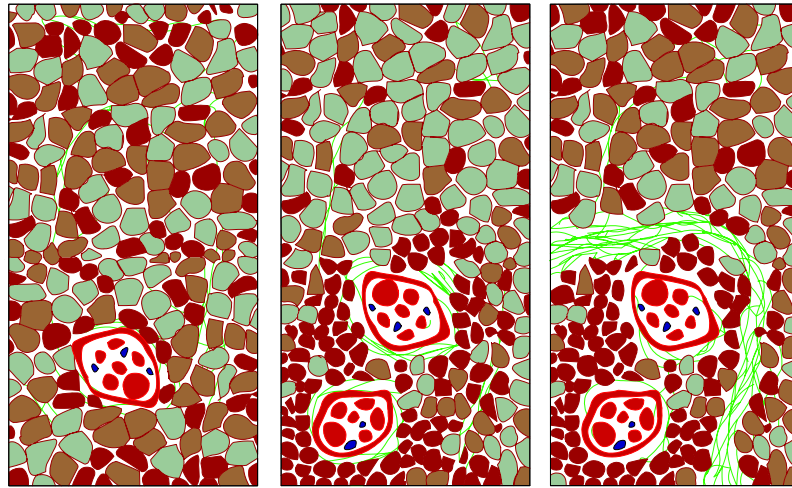


### Verteilung von Muskelspindeln

Für dieses komplexe Regelwerk benötigt das Gehirn Muskelspindeln und Sehnenorgane. Diese Propriozeptoren sind in Muskeln und Muskel-Sehnen-Übergängen immer dort zu finden, wo die Arbeitsmuskulatur den oxidativen Muskelfasertyp I aufweist. Aus der Physiologie ist bekannt, daß bei Muskelaktionen die langsamen oxidativen Typ I - Muskelfasern vor den schnellen oxidativ-glykolytischen Typ IIa - Muskelfasern angespannt werden, während die schnellen ausschließlich glykolytischen Typ IIb - Muskelfasern nur bei schnellen kraftvollen Kontraktionen rekrutiert werden. Da die Propriozeptoren den stets arbeitenden Typ I - Muskelfasern in der Verteilung folgen, können sie jede Längen- oder Kraftveränderung der umgebenden Muskulatur registrieren.

### Verschiedene Muskelfaserarchitektur

Manche Muskeln weisen eine mehr oder weniger gleichmäßige Verteilung der langsamen Typ I - Muskelfasern auf. Muskelspindeln und Sehnenorgane liegen dann auch meist im ganzen Muskel verteilt. Ein Beispiel hierfür sind die kleinen, suboccipitalen Nackenmuskeln. Viele Muskeln besitzen aber eine ungleichmäßige Verteilung ihrer unterschiedlichen Muskelfasertypen. Bei so kompartimentierten Muskeln befinden sich die Muskelspindeln und Sehnenorgane in dem, im Anschnitt besonders rot erscheinenden Anteil, der als "sensorisches Kompartiment" bezeichnet wird. Beispiele hierfür sind der M. biceps brachii, dessen Caput longum sehr viele Typ II - Muskelfasern enthält, und dessen Caput breve in den knochennahen Abschnitten überwiegend Typ I - Muskelfasern aufweist. Manche Muskelgruppen gliedern dieses sensorische Kompartiment sogar als eigenen kleinen, parallelgeschalteten Muskel aus. Diese kleinen Muskeln, so nimmt man an, sind die "Monitormuskeln" oder "kinaesiologische Monitoren".

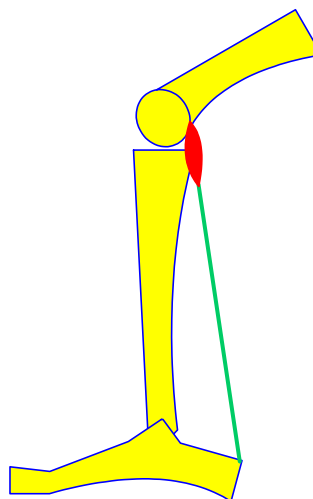


- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

info@everything-virtual.org  
 © www.everything-virtual.org

Beispiel: M. plantaris beim Menschen

Besonders kleine Muskeln in Gelenknähe, die parallel zu großen Muskeln gleicher Funktion angeordnet sind, sind verdächtig, solche Monitormuskeln zu sein. Als Beispiel für den Menschen geben Peck et al. (1984) den M. plantaris an, der gemeinsam mit dem M. triceps surae u.a. eine Plantarflexion des Fußes ausführt. Dieser Muskel besitzt eine unerwartet hohe Zahl Muskelspindeln pro Gramm Muskel (3,71 Muskelspindeln/g), die um ein Vielfaches diejenige des M. triceps surae (0,67 Muskelspindeln/g) übertrifft. Bei Dorsalextension des Fußes beträgt die relative passive Längenänderung und deren Geschwindigkeit im M. plantaris etwa das Dreifache derjenigen des M. gastrocnemius. Da Muskelspindeln auf Längenänderung und deren Geschwindigkeit antworten, qualifiziert sich der rezeptorreiche M. plantaris als kinaesio-logischer Monitormuskel für Stellungsänderungen, besonders für Dorsalextensionen, im oberen Sprunggelenk.



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

info@everything-virtual.org  
 © www.everything-virtual.org



### Weitere Beispiele

Für den Menschen kann man vermuten, daß der M. supinator, der M. pronator quadratus, die Mm. lumbricales, der M. piriformis, die Mm. gemelli, der M. popliteus und der schon erwähnte M. plantaris als Monitormuskeln fungieren. Beim Tier sind neben dem M. popliteus auch andere Monitormuskeln beschrieben worden: beim Hund ist ein M. articularis coxae, bei verschiedenen Spezies als M. iliiofemoralis bekannt, der vom Pfannendach zum Trochanter minor verläuft und parallel zum M. iliopsoas die Hüfte beugt. Beim Menschen tritt dieser nicht als separater Muskel auf, sondern bildet im M. iliacus die tiefste Portion, die zumeist tief rot im Präparat erscheint und mikroskopisch zahlreiche Muskelspindeln aufweist. Ebenfalls beim Hund scheint der M. articularis genus, der das Knie parallel zum M. quadriceps femoris streckt, ein Monitormuskel zu sein. Ein weiterer Monitormuskel bei verschiedenen Tieren ist wahrscheinlich der M. tenuissimus, der, auch als M. tensor fasciae cruris oder M. abductor cruris caudalis bezeichnet, von caudalen Sakralwirbeln entspringt und zur Tibia und zur Fascia cruris zieht.

### Das Konzept des Monitormuskels

So folgt die Verteilung der Muskelspindeln und Sehnenorgane einem anatomisch-funktionellen Prinzip: Bei Muskeln mit gemischten Muskelfaserverteilungen sind sie eher ubiquitär, bei kompartimentierten Muskeln sind sie im sensorischen Kompartiment, und bei kleinen und kleinsten Muskeln, die parallel zu großen Muskeln gleicher aktiver Funktion angeordnet sind, machen sie die Hauptmasse des Muskelfleisches aus. Hierbei muß allerdings berücksichtigt werden, daß alle Angaben über Rezeptor-Verteilungen zwangsläufig auf sehr geringen Untersuchungszahlen aufbauen: Besonders von den, für mikroskopische Untersuchungen riesigen, menschlichen Muskeln liegen noch immer viel zu wenige Daten vor, um ganz sicher zu sein, daß dieses Konzept mehr als ein Konzept ist.

### Wie lernen?

Für Lernende sei gesagt, daß zunächst ein kleiner Muskel, von dem eine Monitorfunktion vermutet werden kann, in seiner aktiven Funktion gelernt werden sollte, als sei er ein ganz gewöhnlicher Muskel. Die passive Funktion, also die

Bewegung, die zu einer Dehnung des Muskels führt, ist die Bewegung, die der Monitormuskel dem ZNS meldet.

Beispiel einer Muskelkarte (vom Menschen):

M. plantaris  
U: proximal des Condylus lateralis femoris,  
Kniegelenkscapsel  
A: mit langer Sehne an der Medialseite des Calcaneus,  
parallel zum M. triceps surae  
I: N. tibialis (S1-S2)  
F: (aktiv) Flex IR (Knie), plantarFlex Sup (OSG / USG)  
(passiv) Ext AR (Knie), dorsalExt Pro (OSG / USG)  
Die Zeile "F: (passiv)" gibt die Monitorfunktion an.

Die "Schöpfer" des Konzepts vom Monitormuskel:

- Amonoo-Kuofi HS (1989) Morphology of muscle spindles in the human popliteus muscle - Evidence of a possible monitoring role of the popliteus muscle in the locked knee joint? Acta anat (Basel) 134:48-53.
- Peck D, Buxton DF, Nitz A (1984) A comparison of spindle concentrations in large and small muscles acting in parallel combinations. J Morphol 180:243-252.

© PD Dr. Thomas J. Strasmann, 2005

Website und Animation: <http://www.everything-virtual.org/monitormuskel.html>