

**Allgemeine Psychologie:
Motorik
Sommersemester 2008**

Thomas Schmidt

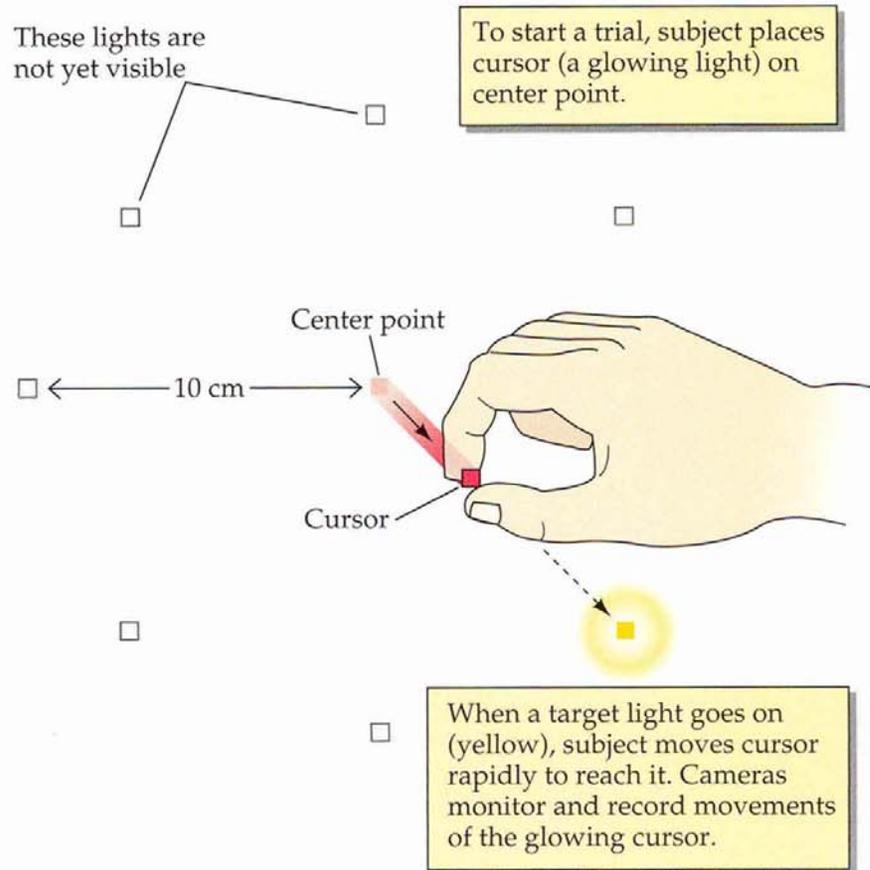
Folien: <http://www.allpsych.uni-giessen.de/thomas>

Literatur:

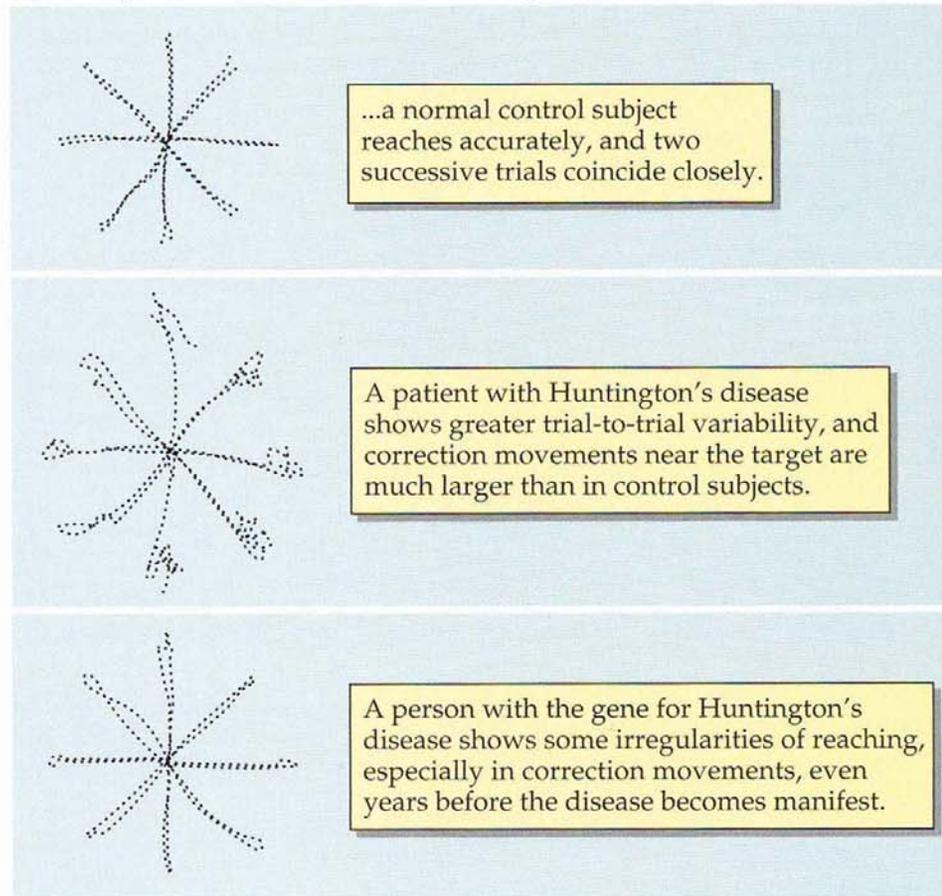
Rosenzweig, Ch. 11

Messung der Motorik

(a) Visually guided reaching task

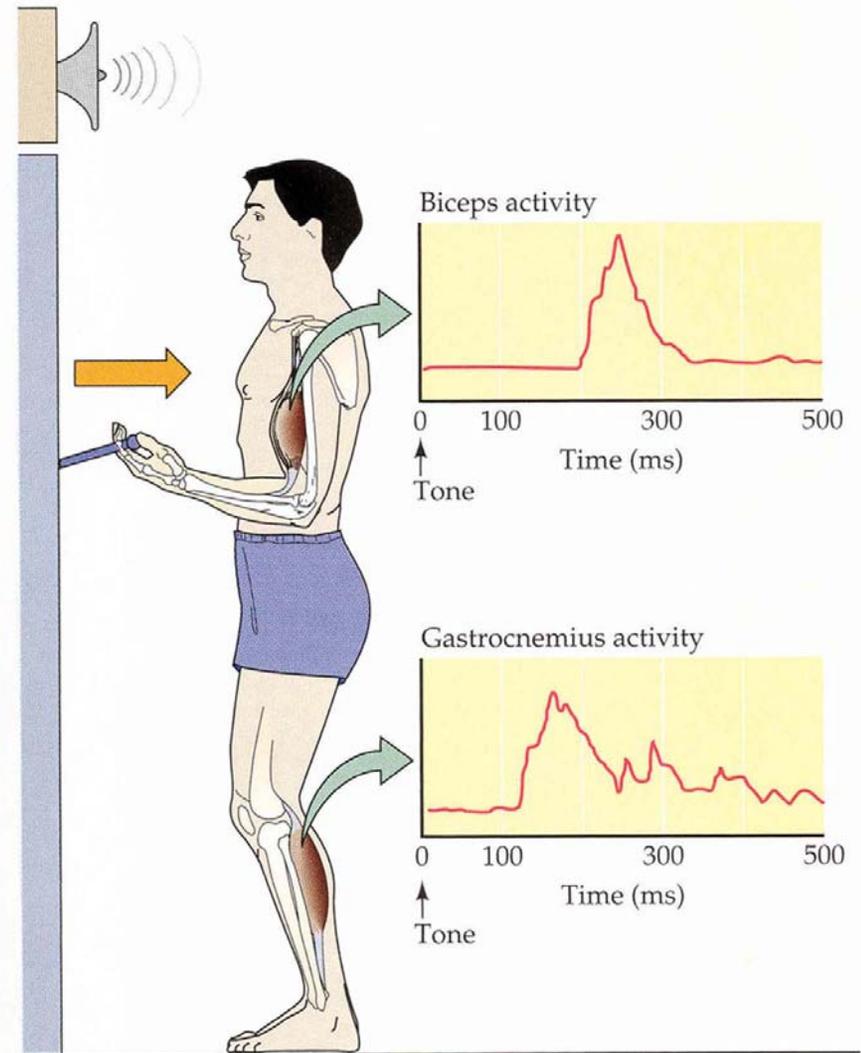


(b) Examples of arm movements after 200 practice trials...

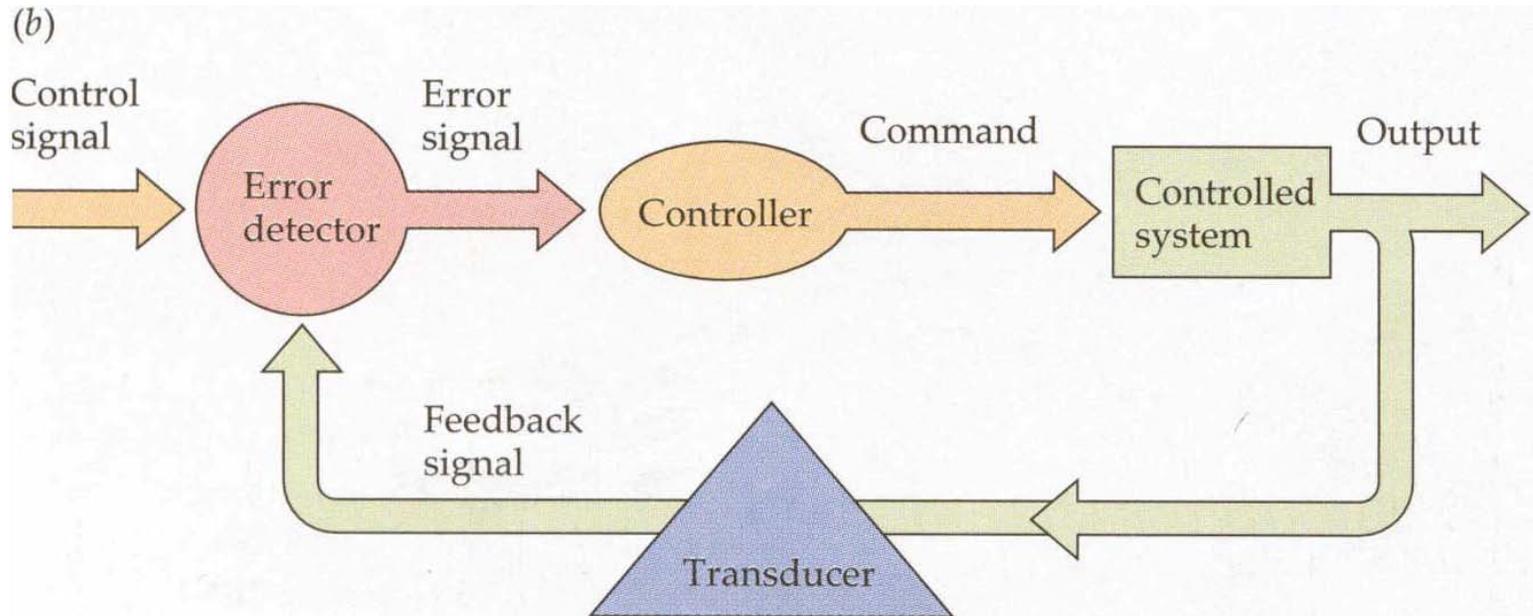


Elektromyographie

- Misst die elektrischen Potentiale, die mit Muskelaktivität einhergehen
- Koaktivierung: Wadenmuskel reagiert schon vor dem Bizeps, antizipiert die kommende Belastung



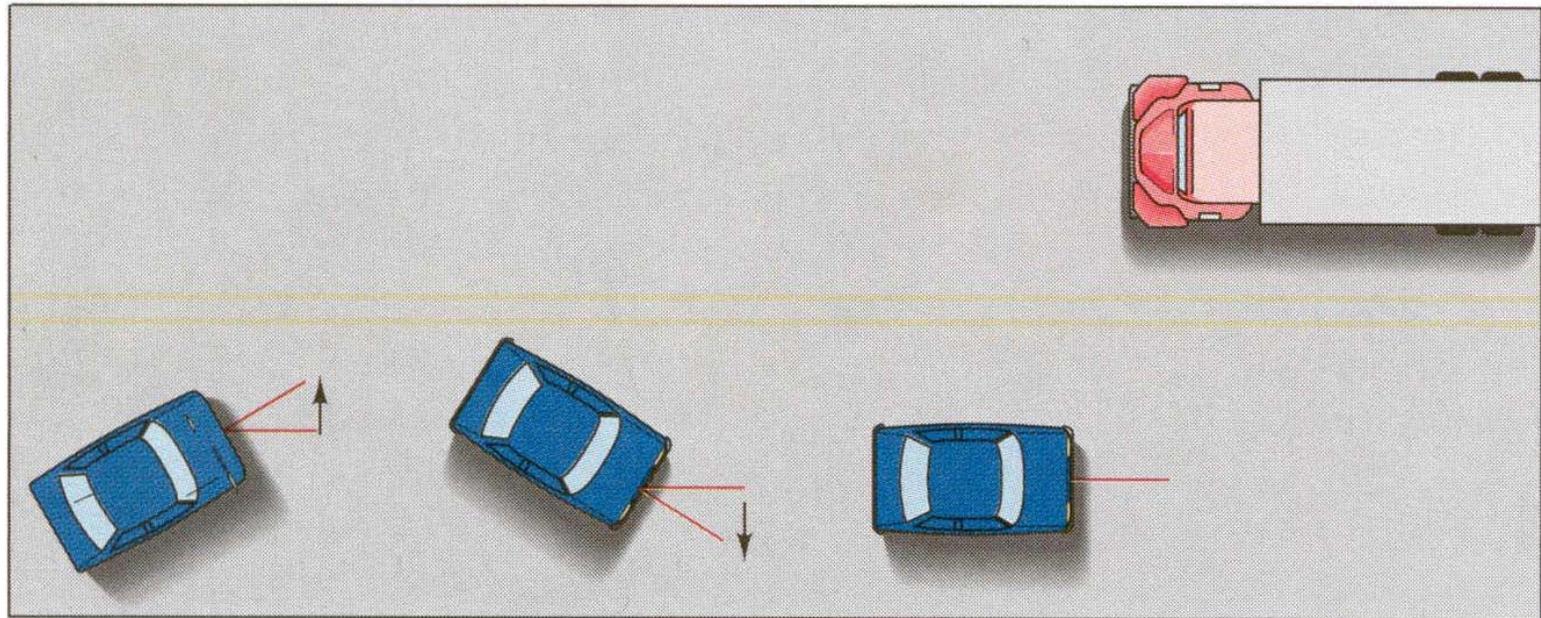
Regelkreis



Der geschlossene Regelkreis ermöglicht präzise zielgerichtete Handlungen durch Korrektur des Fehlersignals.

Geschlossener Regelkreis: „online“-Korrektur von Bewegungen

(a) Feedback control while driving



1. The car veers to the left

2. Overcorrection turns the car to the right

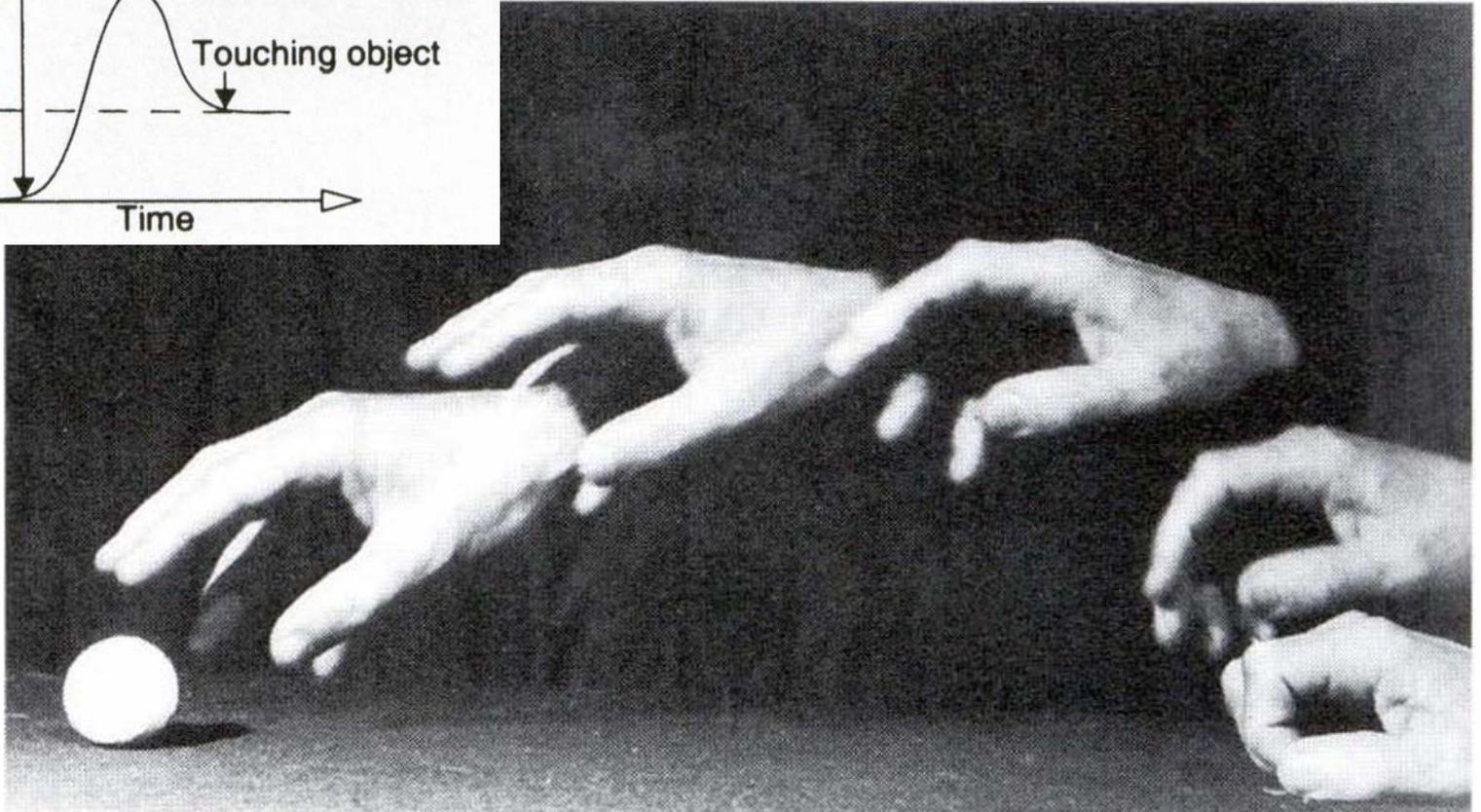
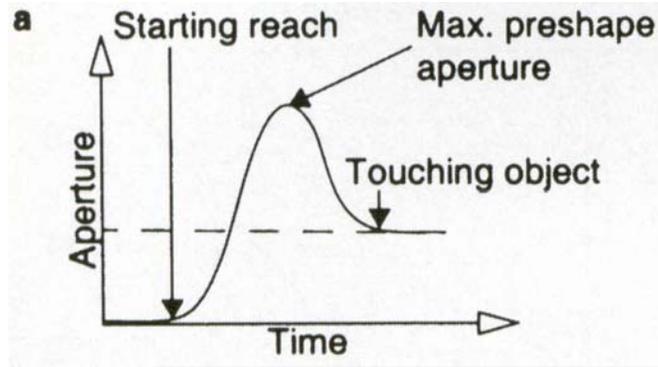
3. The target position is achieved

Offener Regelkreis

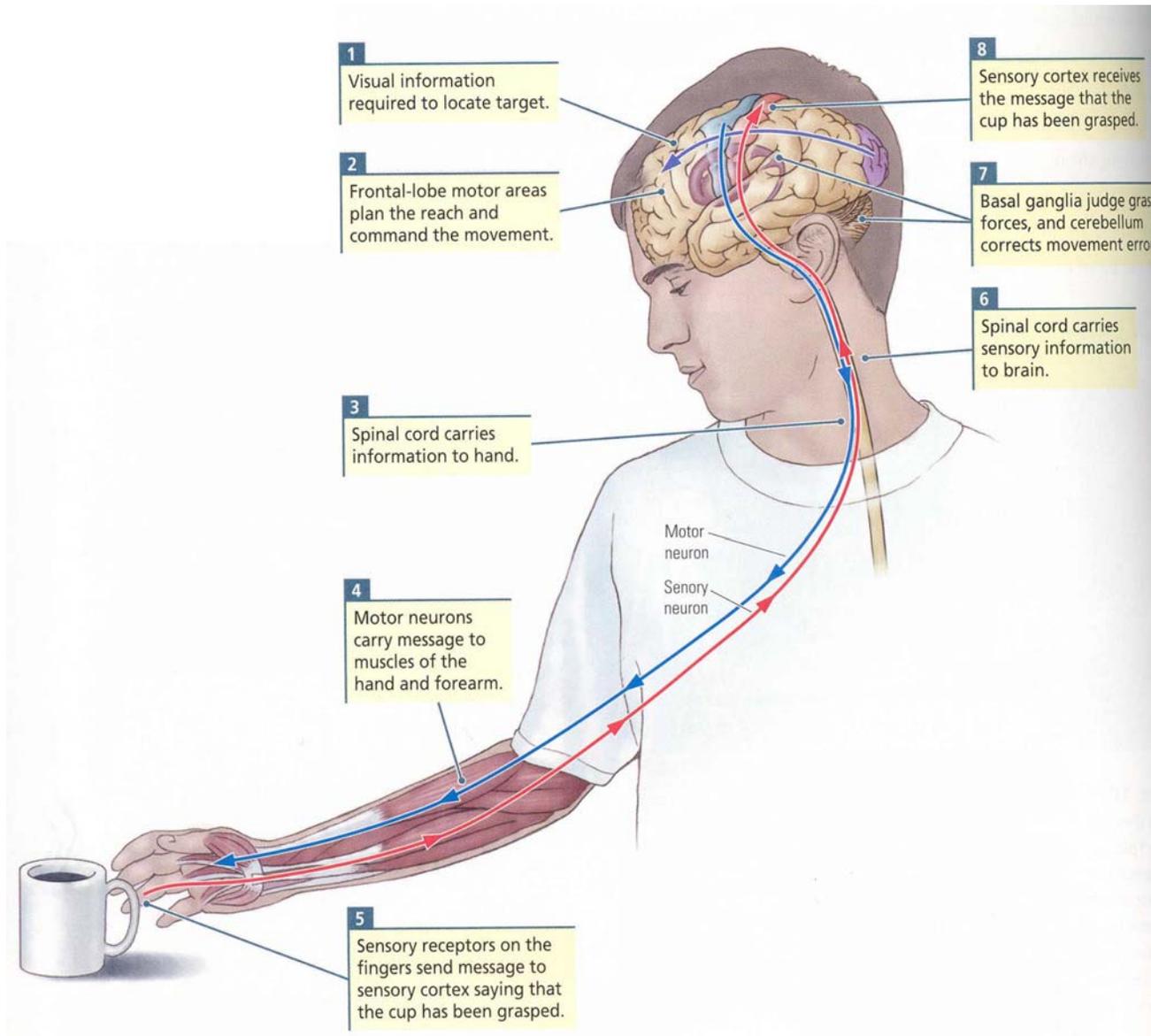
Korrigierendes Feedback steht während der Bewegung noch nicht zur Verfügung, sondern erst beim nächsten Versuch



Greifbewegungen: zunächst offener Regelkreis (vorausgeplante Bewegung); bei Annäherung an das Zielobjekt geschlossener Regelkreis



Neuronaler Regelkreis

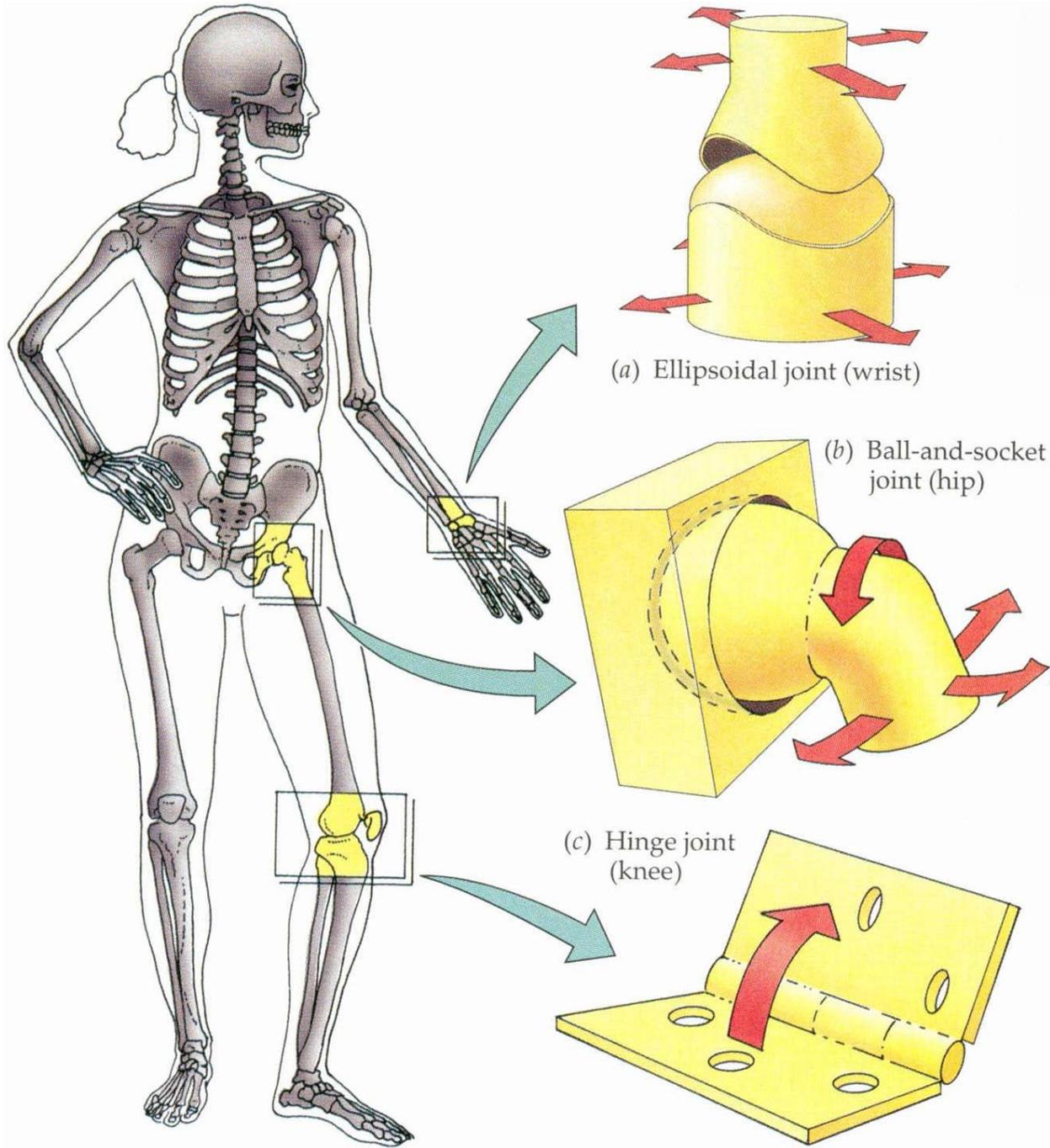


Muskeln

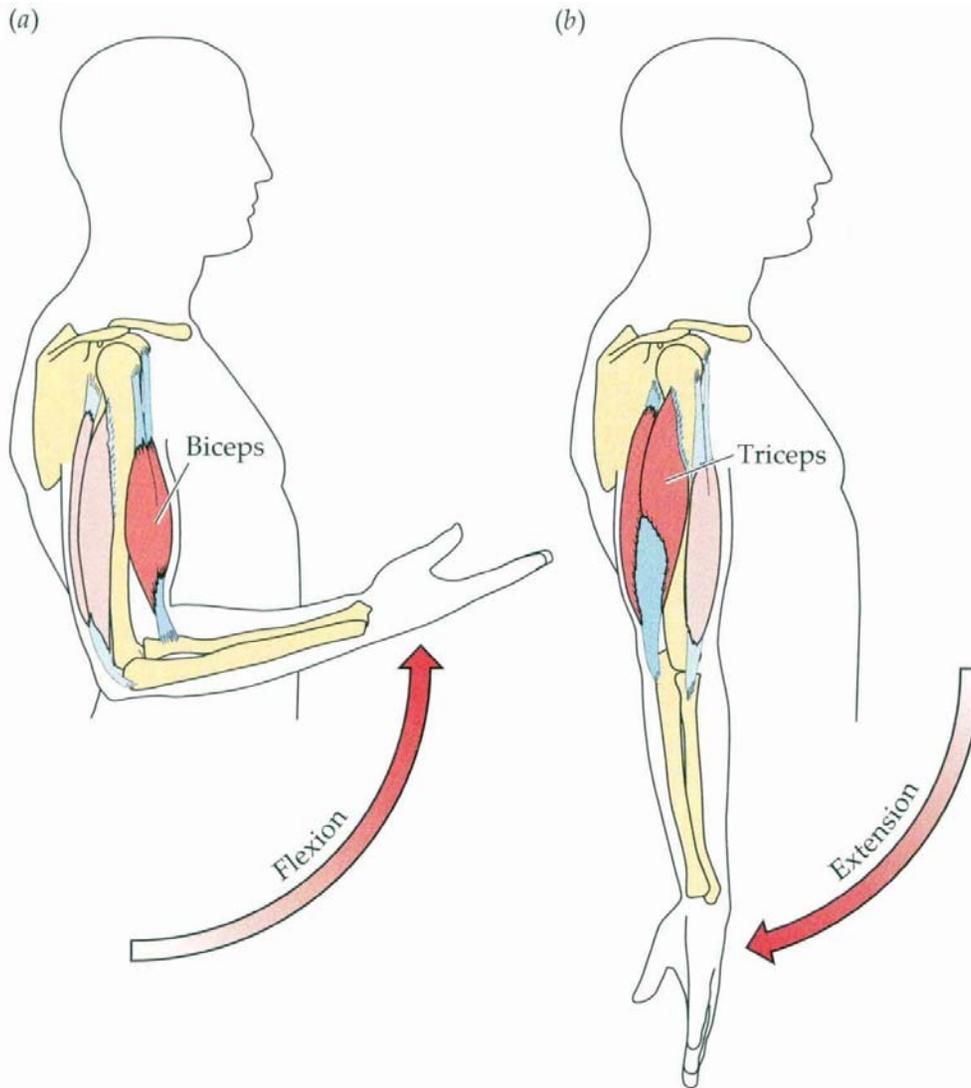
- Nur über Bewegungen kann der Mensch (oder der Hulk) auf seine Umwelt einwirken.
- Skelettmuskeln tragen über 40% zum Körpergewicht bei.
- Molekulare Grundlage ist das Zusammenspiel von zwei Eiweißkörpern, Aktin und Myosin.
- Der Muskel wandelt chemische Energie in mechanische Arbeit um.



Gelenke



Muskel-Antagonismus

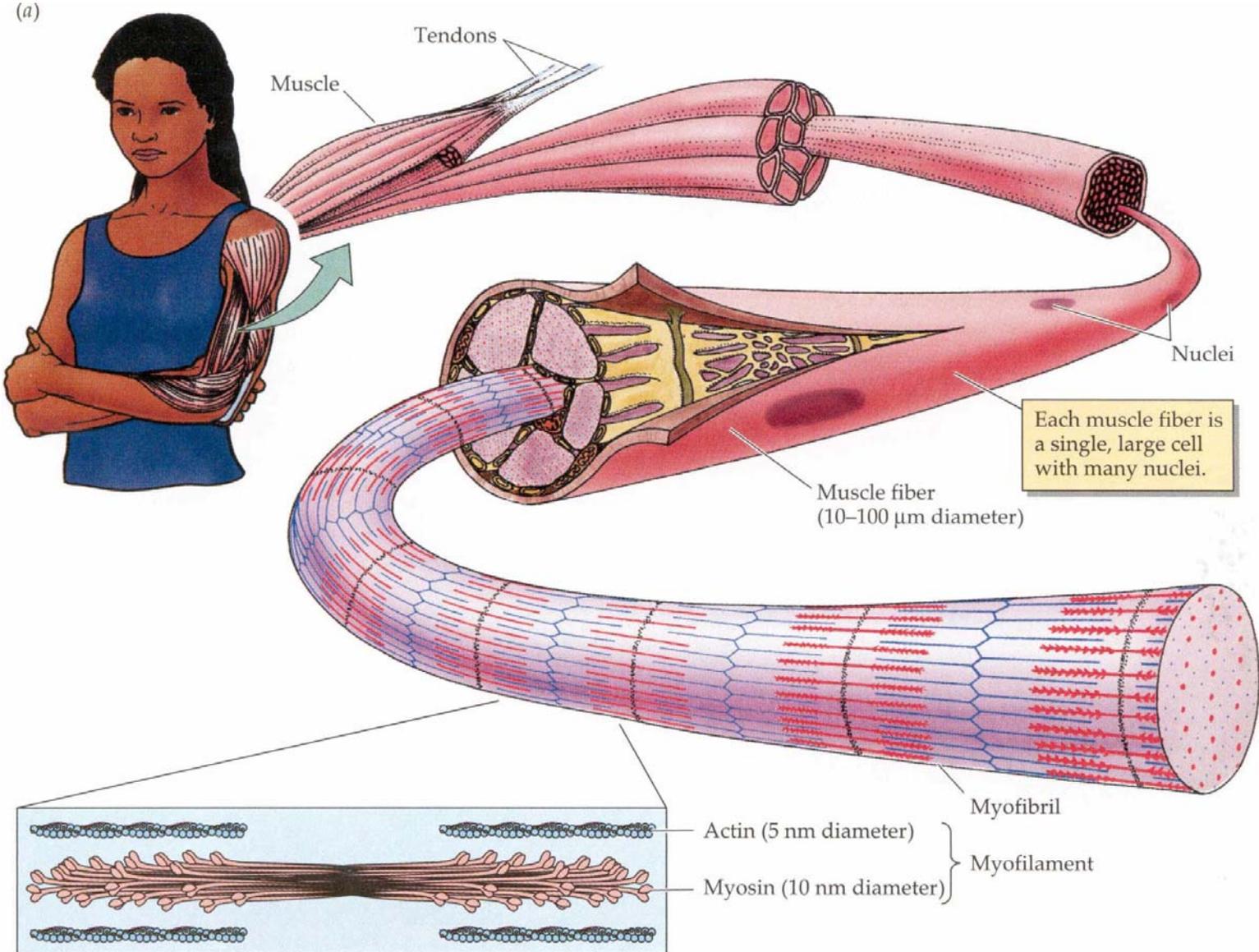


Willentliche Kontraktion des Agonisten führt zur Inaktivierung des Antagonisten.

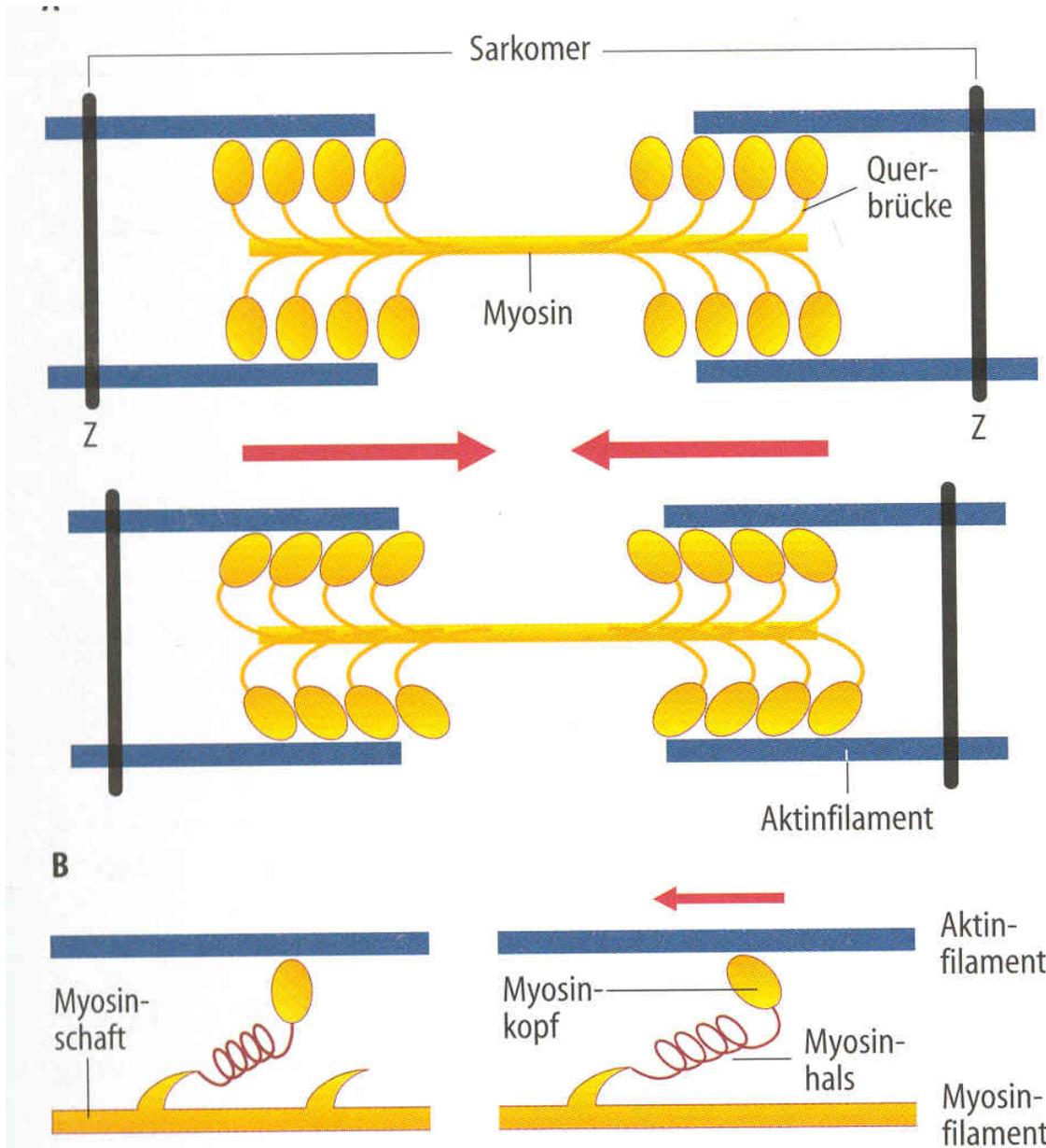
Unwillkürliche Dehnung des Agonisten führt dagegen automatisch zur Kontraktion des Antagonisten (Haltereflex).

Diese Wechselwirkung wird von einfachen neuronalen Schaltkreisen im Rückenmark geleistet.

Muskelaufbau

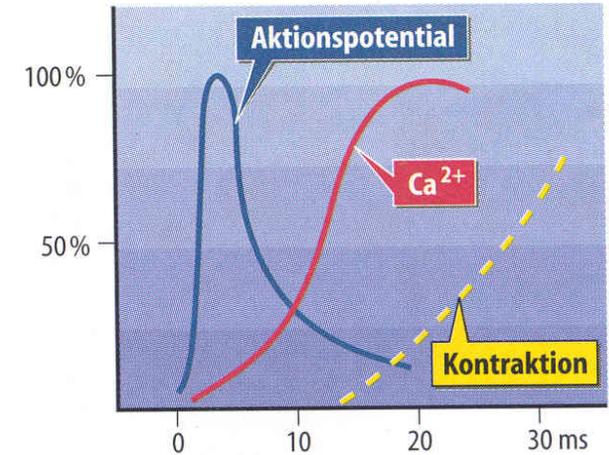
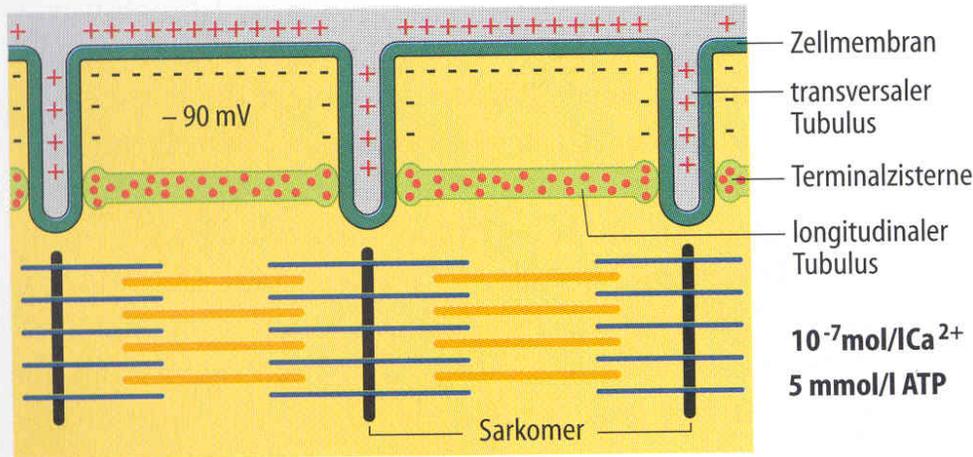


Myosin macht Ruderschläge

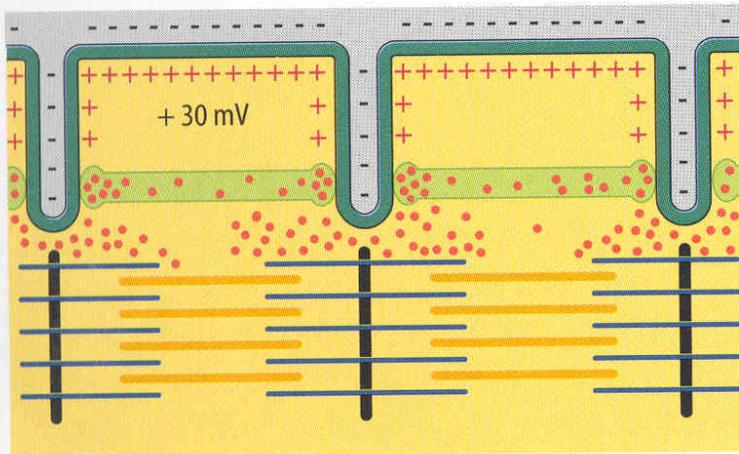


Wirkung eines Aktionspotentials: Ausschüttung von Calcium aus Depots im Muskel führt zur Kontraktion

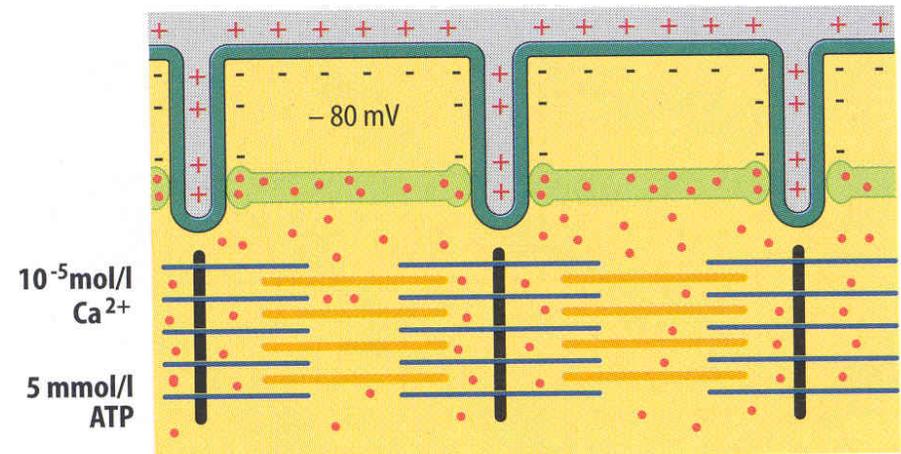
A vor dem Reiz



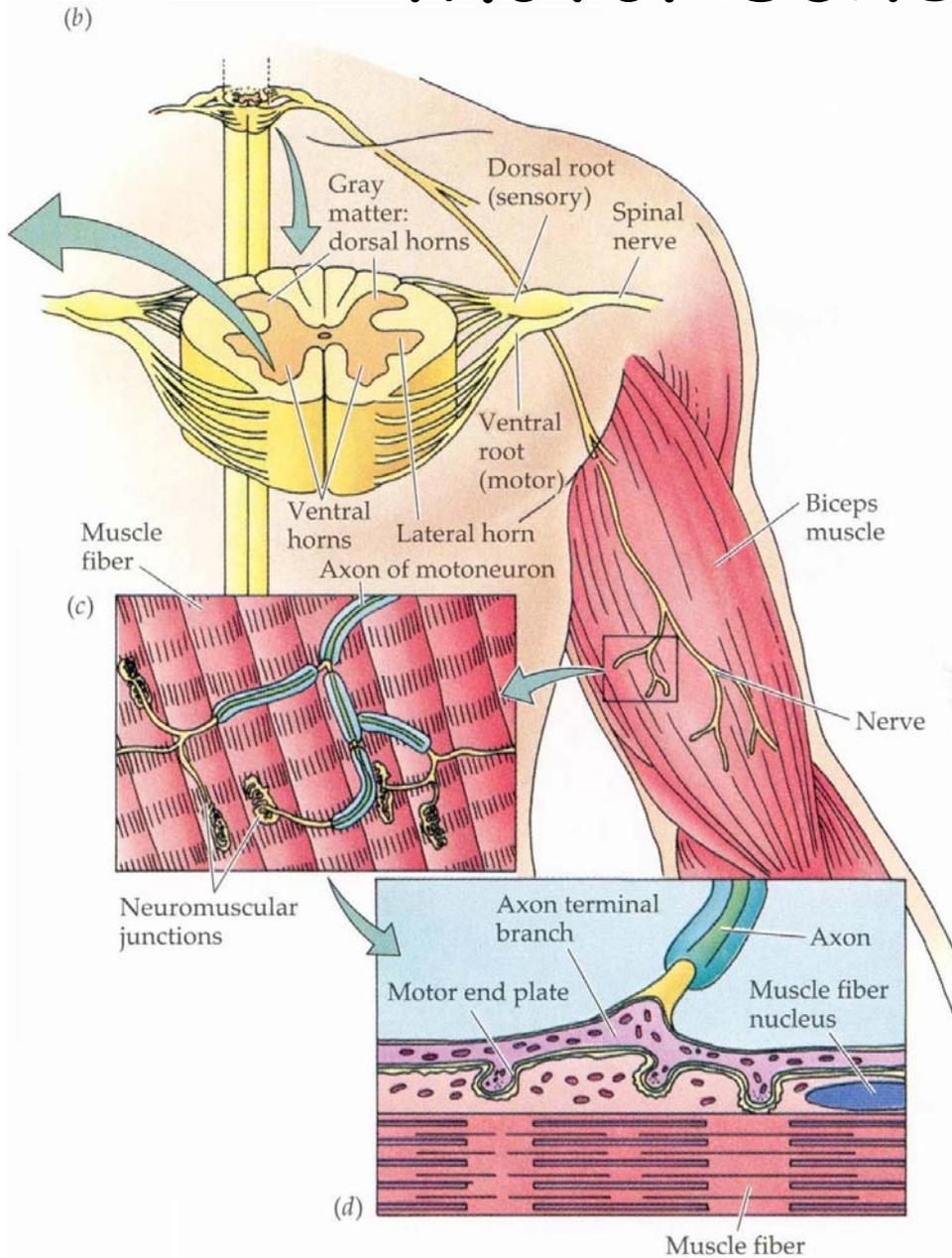
B 5 ms nach dem Reiz



C 20 ms nach dem Reiz



Motorische Endplatte



- Die motorische Endplatte stellt den Übergang zwischen Neuron und Muskel dar.
- Die Axone der Endplatte werden von α -Motorneuronen im Rückenmark erregt.

Muskelinnervation

- Muskeln werden durch α -Motorneurone an der motorischen Endplatte aktiviert. Jede Muskelfaser wird nur von einem Motorneuron innerviert.
- Jedes Motorneuron aktiviert zwischen 3 (Auge) und 300 (Bein) Muskelfasern.
- Die Freisetzung von Acetylcholin führt zu einer Depolarisation in den Muskelfasern
- Der darauf folgende Einstrom von Ca-Ionen löst die Kontraktion aus, bei der die Aktin- und Myosinfilamente ineinander verschoben werden.
- Stoffwechselenergie ist nötig, um die Myosinköpfchen wieder zu einem erneuten Ruderschlag bereit zu machen
- Es gibt keine hemmenden Synapsen an der motorischen Endplatte: Muskeln können nur aktiviert, aber nicht gehemmt werden!

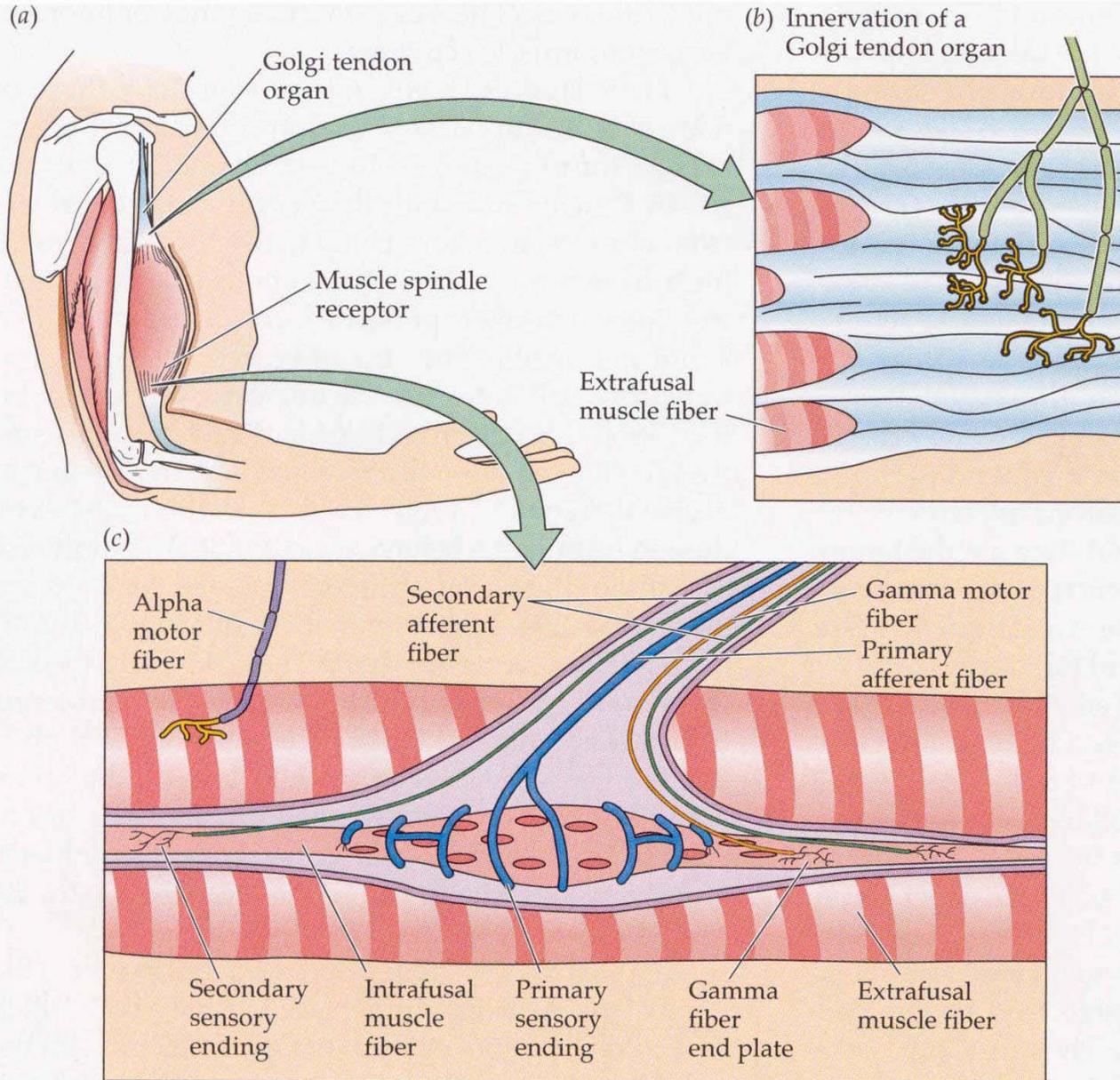
Regulation der Muskelkraft

- Rekrutierung weiterer motorischer Einheiten. Eine motorische Einheit ist ein α -Motoneuron mit den ihm zugeordneten Muskelfasern.
- Steigerung der Erregungsrate der α -Motoneurone. Dadurch kommt es zu einer Summation der Einzelkontraktionen und zu einer Steigerung der intrazellulären Ca^{2+} -Konzentration.



INTERMISSION

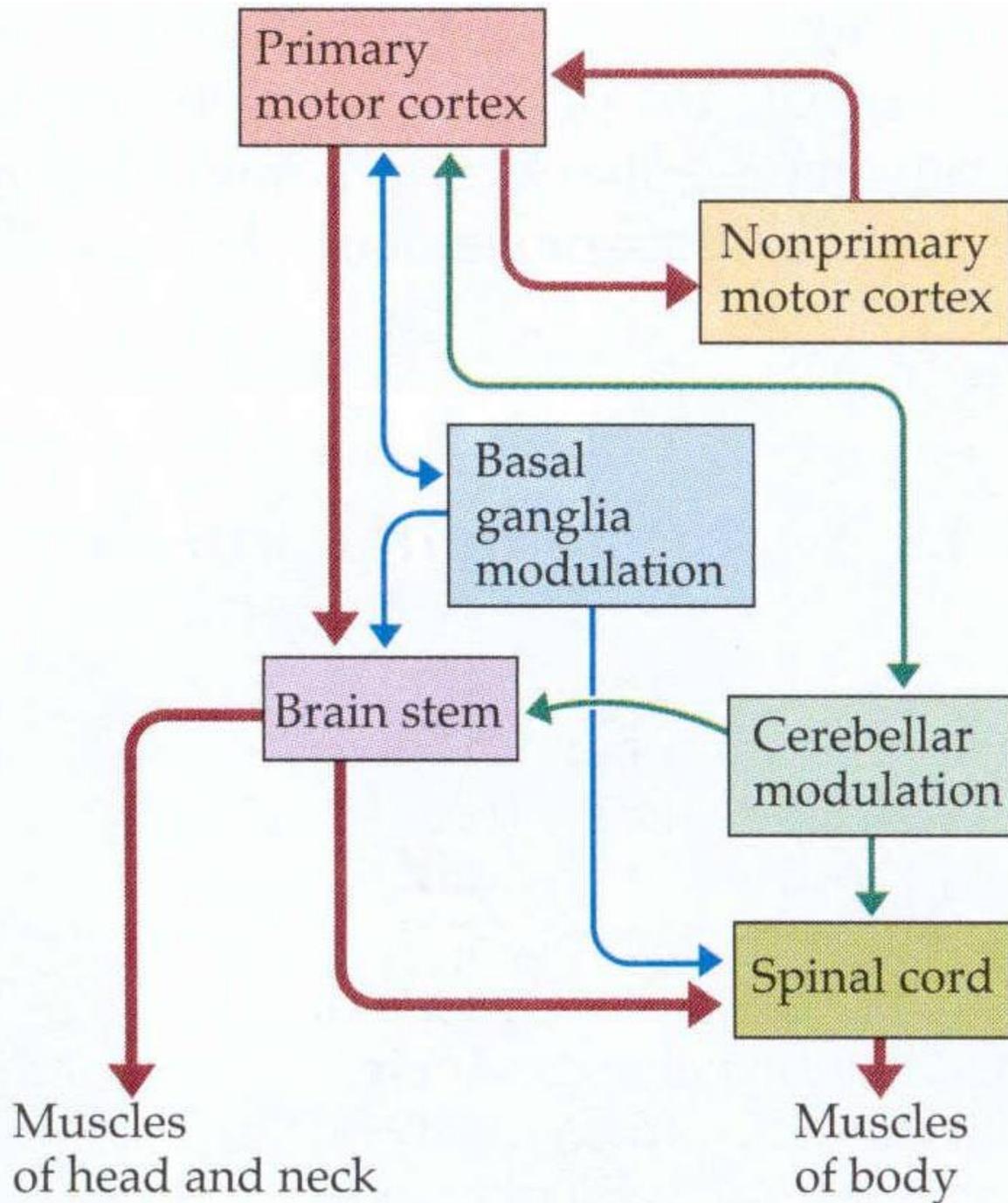
Propriozeptoren



Golgi-Organ:
messen Kontraktion
des Muskels

Muskelspindeln
messen die Dehnung
des Muskels

Gamma-
Motoneurone (30%
aller Muskelfasern)
passen dynamisch
den Arbeitsbereich
der Muskelspindeln
über die
Kontraktion
intrafusaler
Muskelfasern an.

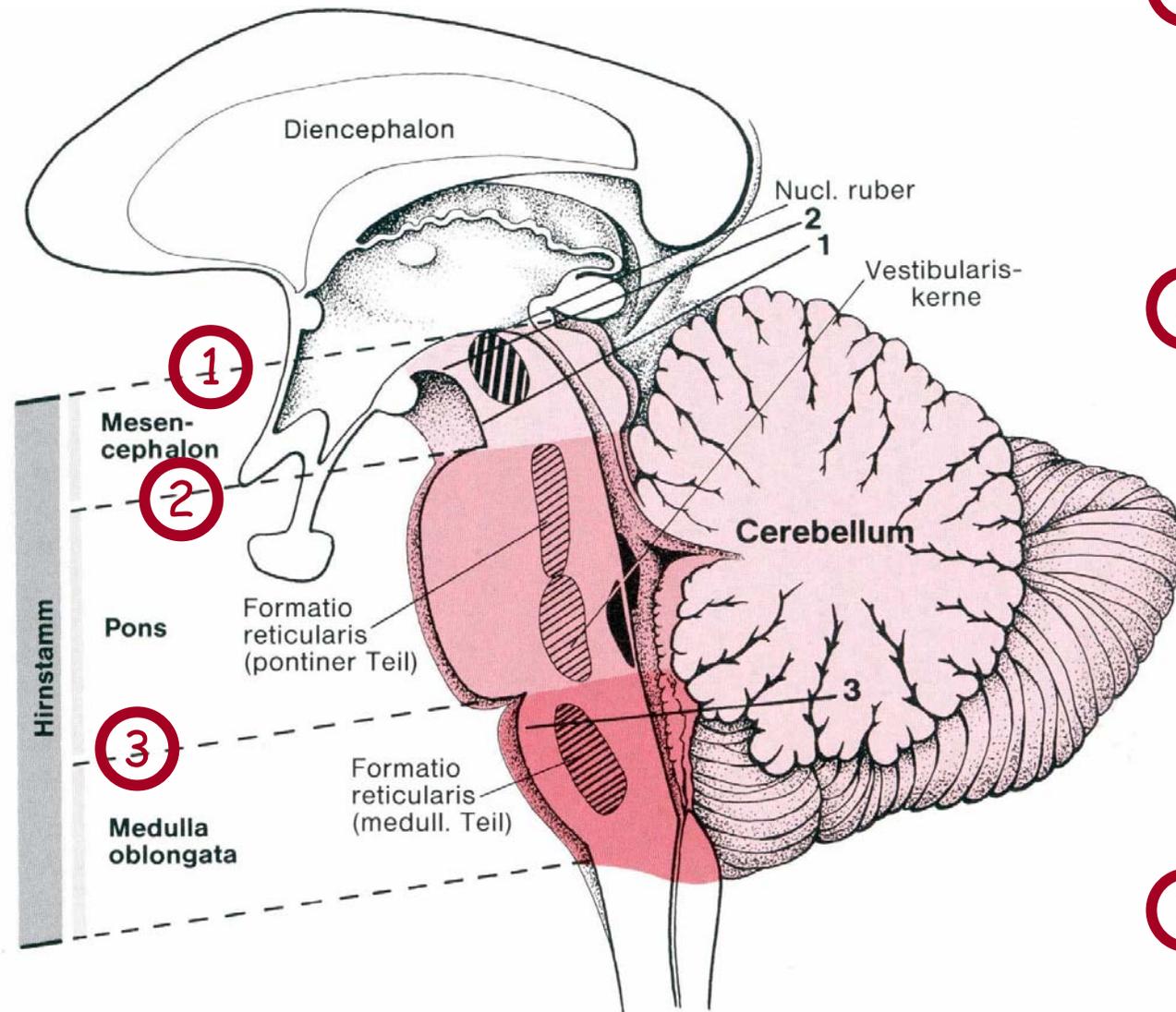


Zwischen
Motorkortex
und Muskeln:

Modulation
durch
Cerebellum,
Basalganglien,
andere
Kortexareale

Output übers
Rückenmark
oder direkt
über den
Hirnstamm

Schnitt bei...



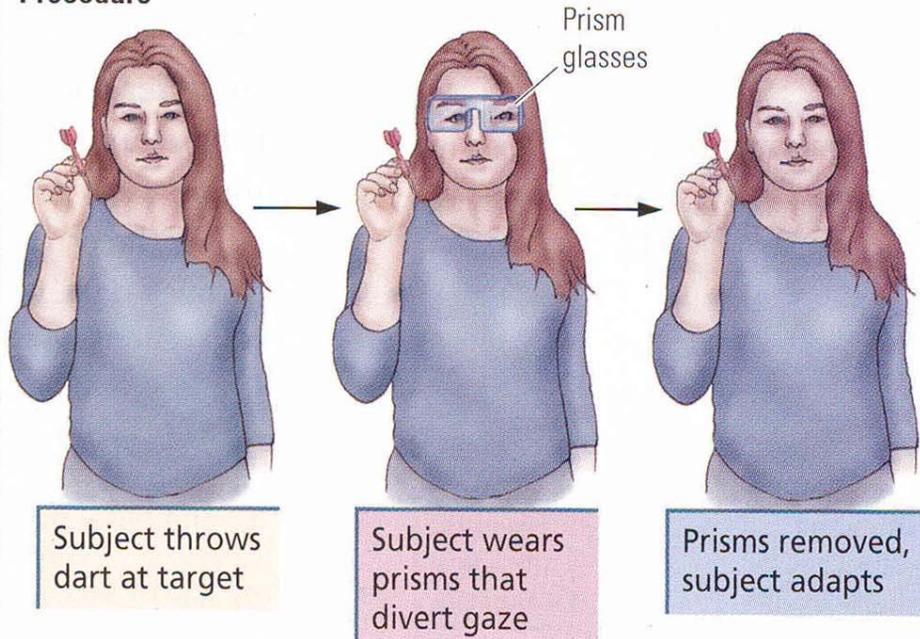
- ① „Dezerebriertes Tier“: Starre, aufrechtes Stehen möglich
- ② „Mittelhirntier“: Intakte Stützmotorik, kann alleine aufstehen, Laufbewegungen können ausgelöst werden
- ③ „Spinaltier“: Erschlaffung

Kleinhirnpatienten

EXPERIMENT

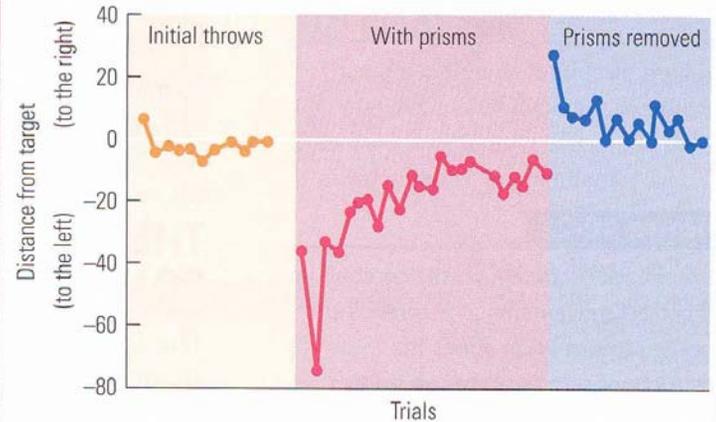
Question: Is the cerebellum involved in adjustments required to keep movements accurate?

Procedure

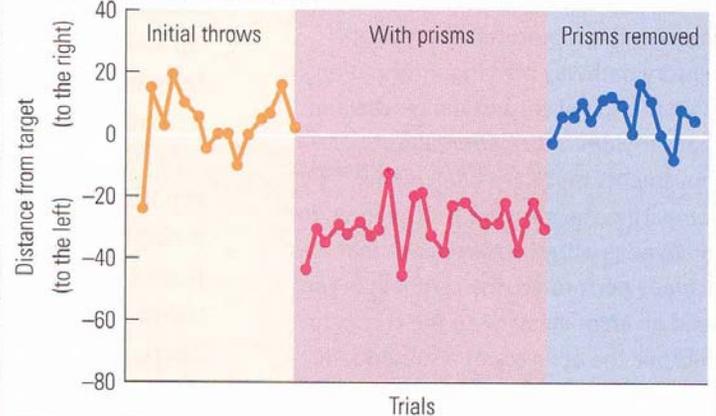


Results

Normal subject



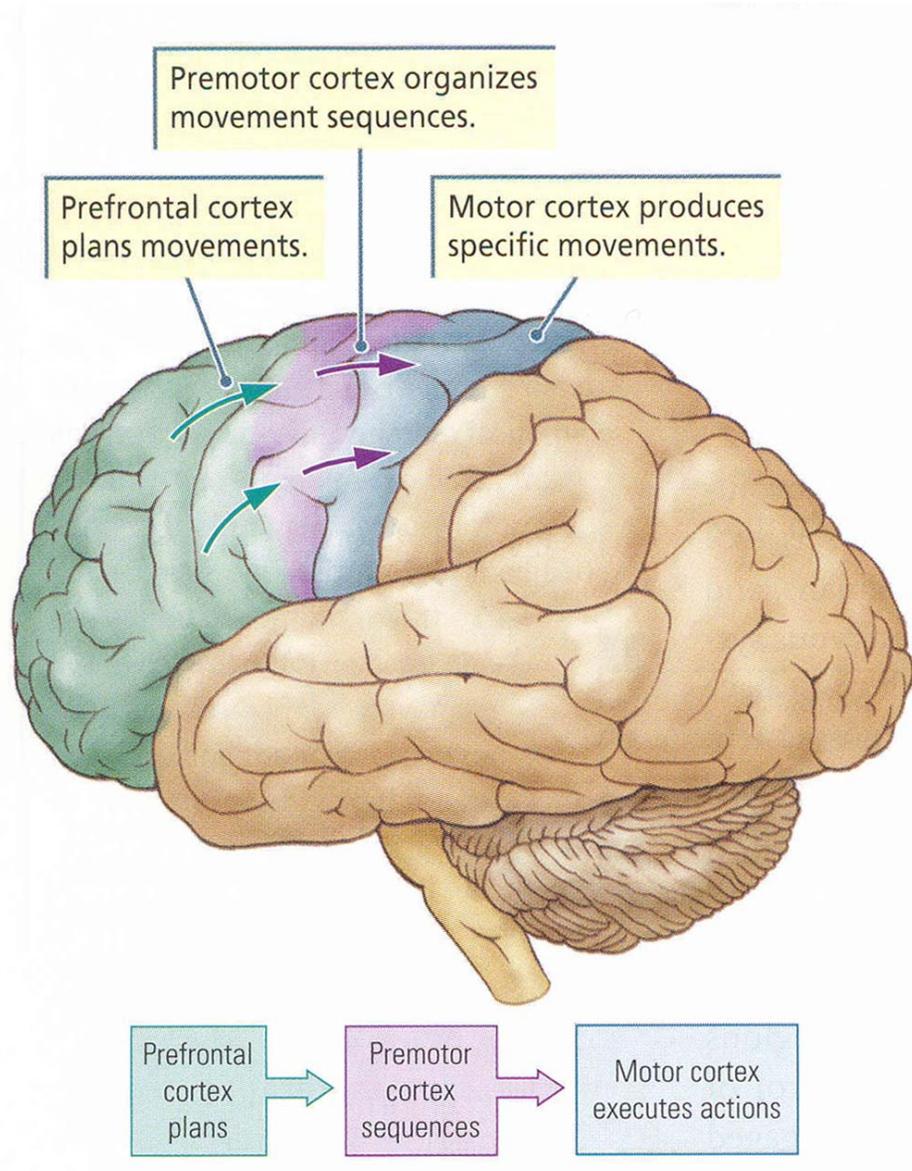
Patient with damage to cerebellum



Conclusion

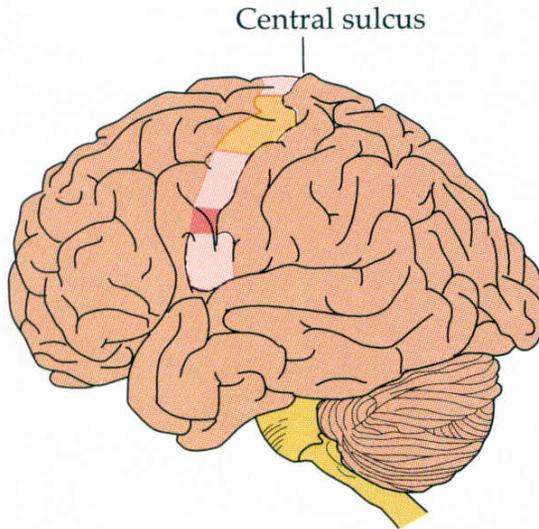
The normal subject adapts when wearing the prisms and shows aftereffects when the prisms are removed. A patient with damage to the cerebellum fails to correct throws while wearing the prisms and shows no aftereffects when the prisms are removed.

Kontrolle und Planung

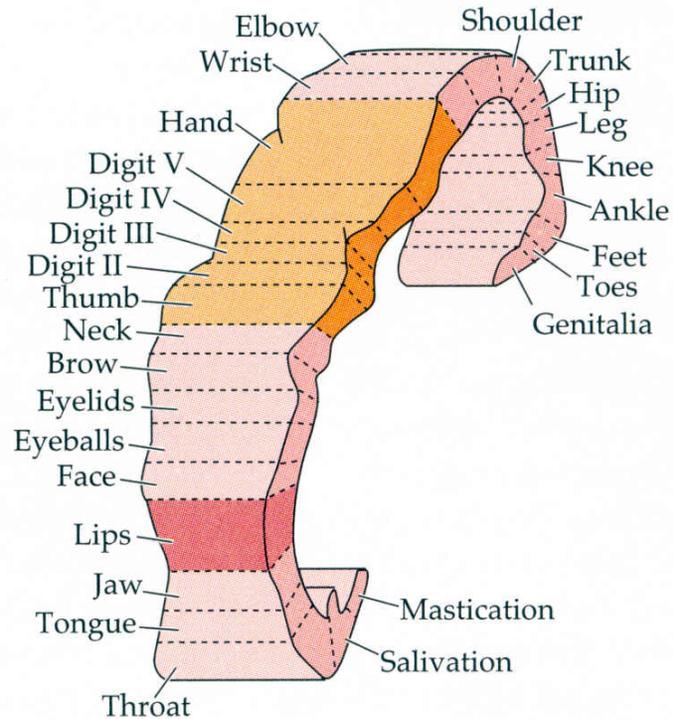


Motorischer Kortex

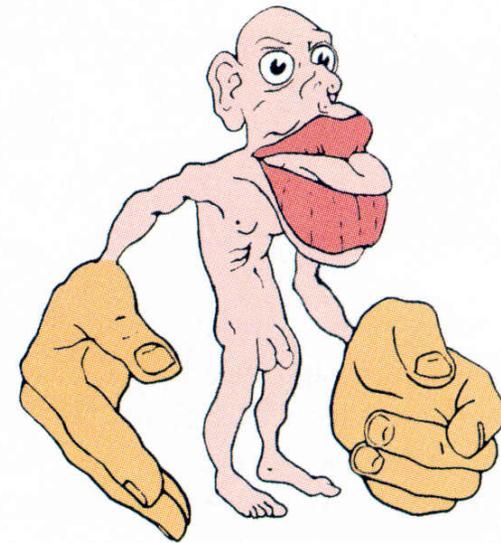
(a) Lateral view of brain showing location of primary motor cortex



(b) Representation of the body in primary motor cortex



(c) Motor homunculus

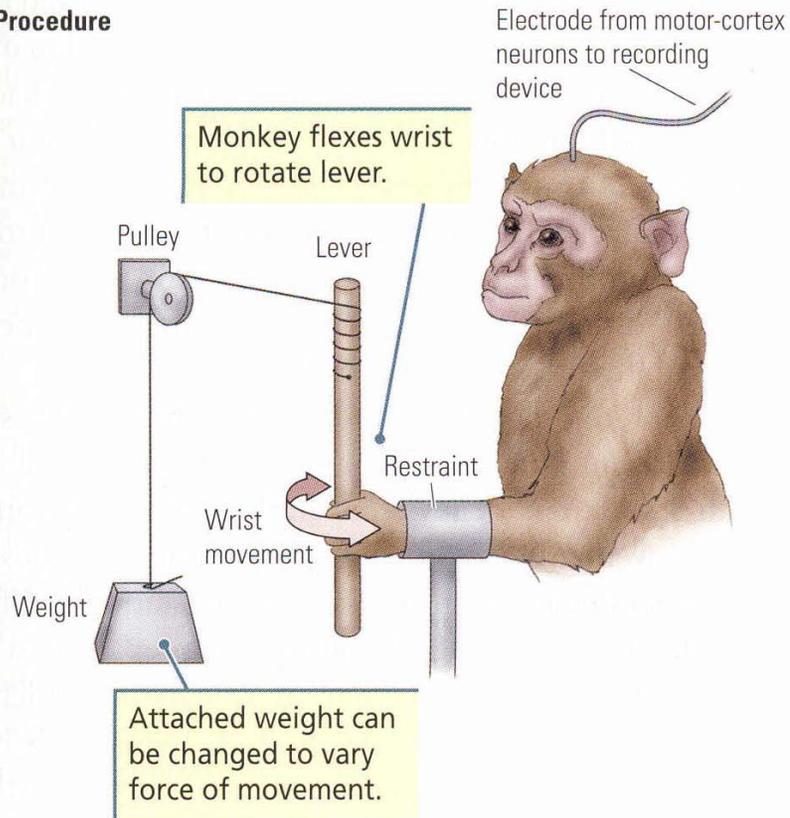


Primärer Motorkortex

EXPERIMENT

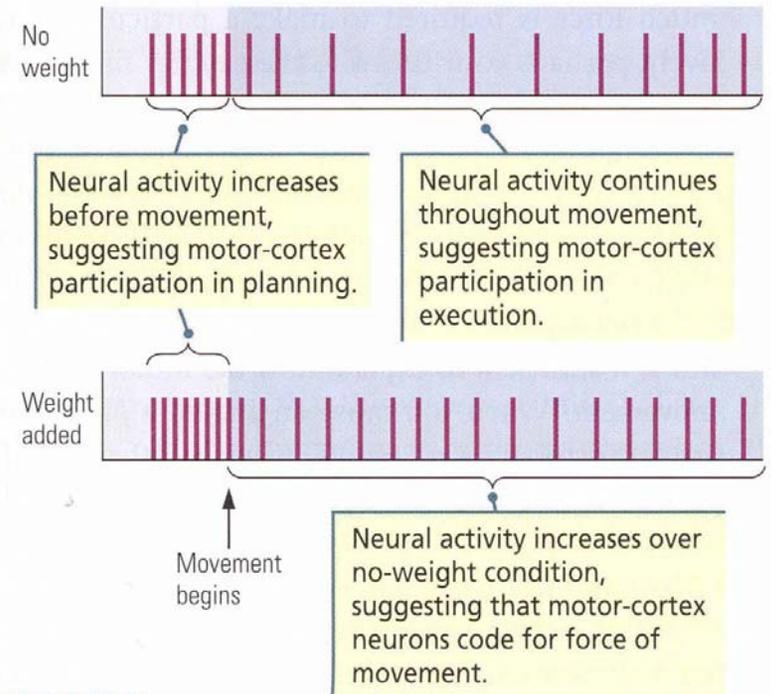
Question: How does the motor cortex take part in the control of movement?

Procedure



Results

Response of motor-cortex neurons to wrist movement



Conclusion

The motor cortex takes part in planning movement, executing movement, and adjusting the force of a movement.



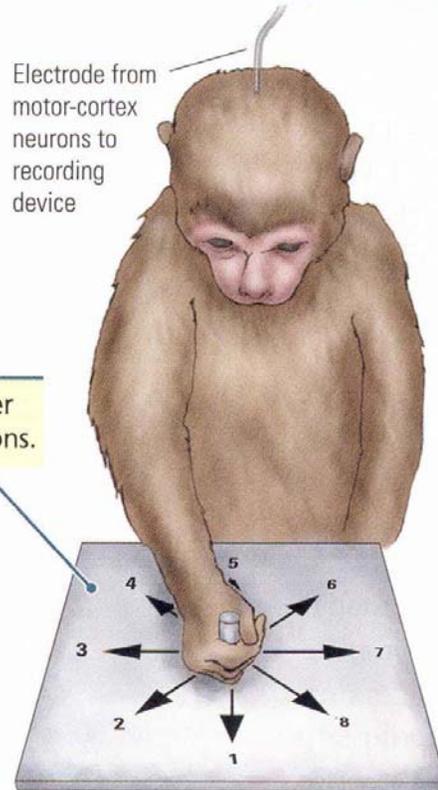
Der primäre Motorkortex passt sich schon an die erforderliche Kraft an, bevor die Bewegung beginnt!

Populationskodierung

EXPERIMENT

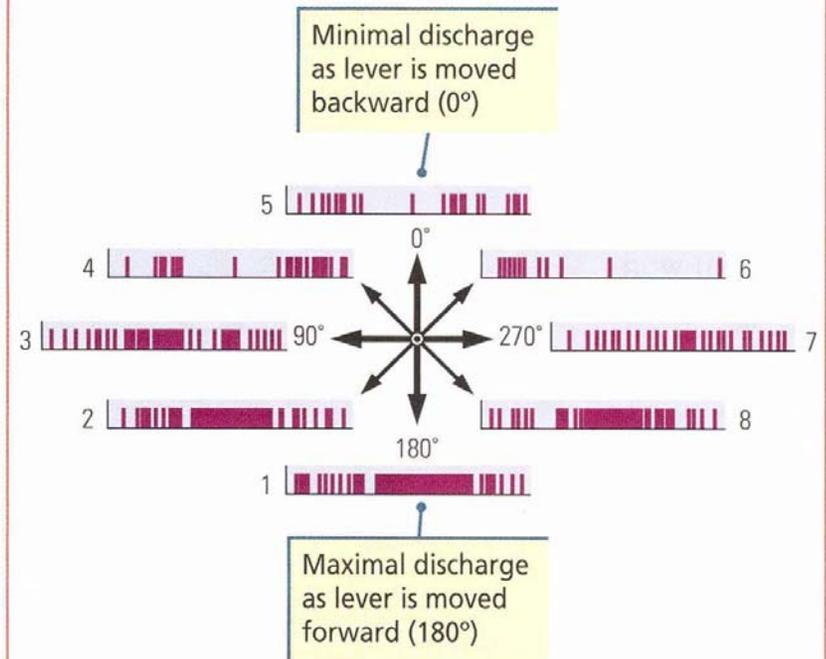
Question: What is the activity of a motor-cortex neuron during changes in the direction of movement?

Procedure



Results

Activity of a single motor-cortex neuron



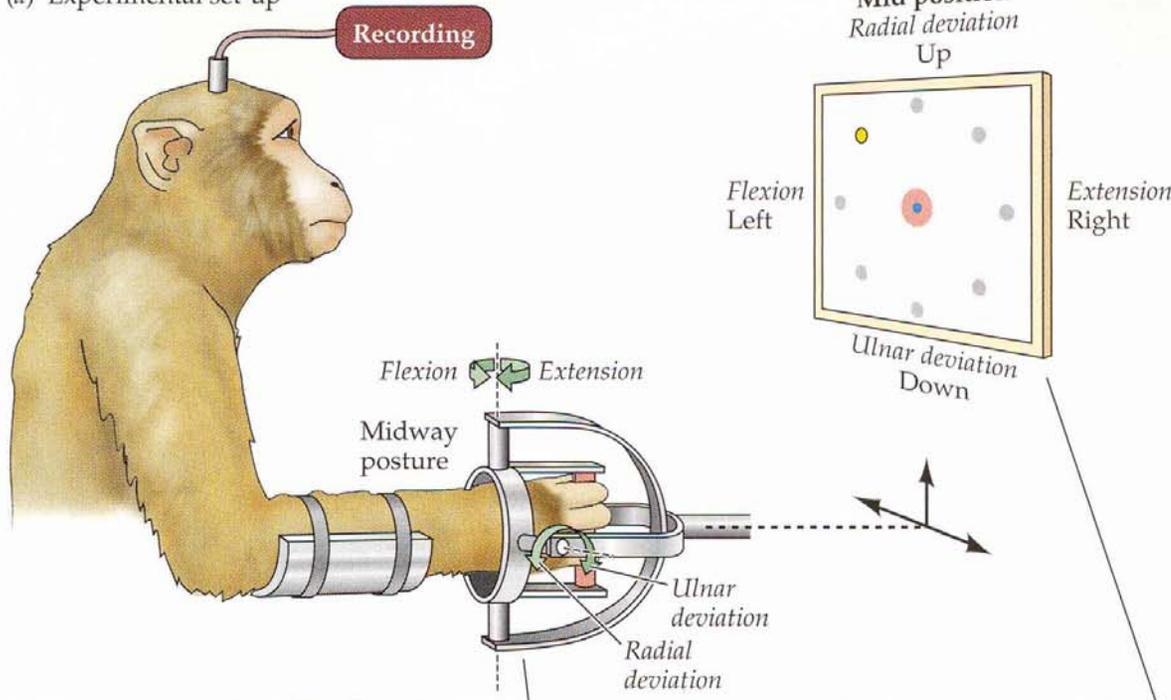
Conclusion

The firing of individual motor-cortex neurons is tuned to the direction of a movement.

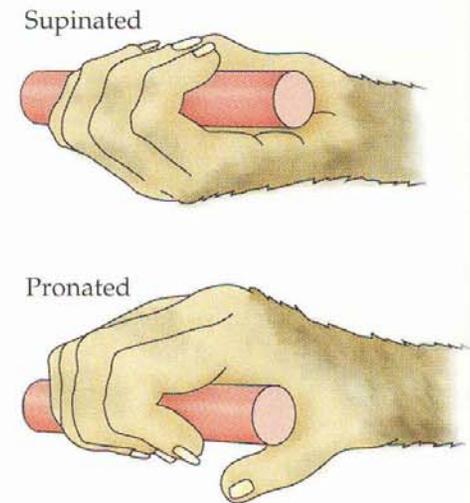
Gemeinsam entscheiden die spezialisierten Neurone über die Bewegungsrichtung

Muskel oder Bewegung?

(a) Experimental set-up



(b) Forearm/hand postures



1. At start of session, head is fixed in position and electrodes are placed for recording from individual motor cortex neurons.

2. Before trial, forearm is placed in the position shown here or in one of the positions shown in (b).

3. To start trial, monkey moves cursor (blue dot) to central target. 0.75 to 1.5 seconds later, one of the peripheral targets appears (yellow). When central target is extinguished 3 seconds later, monkey must move the cursor rapidly to peripheral target to obtain reward.

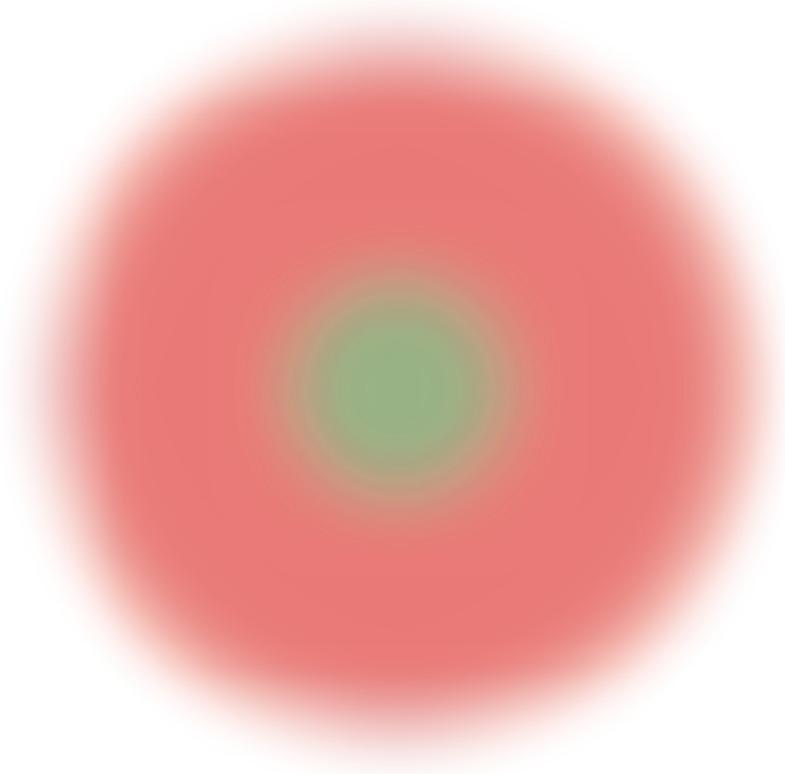
4. **Conclusion:** Activity of one-third of M1 neurons corresponded to muscle movements, but activity of one-half corresponded to movements in space, regardless of hand posture. So, both muscles and movements are represented by neurons in M1.



Augenbewegungen

- Blickbewegungen
 - Sakkaden (schnelle Blicksprünge)
 - Langsame Folgebewegungen
 - Vergenzbewegungen (in der Tiefe)
- Fixationen
 - Tremor und Drift
- Blickstabilisierung
 - Vestibulo-Okulärer Reflex (bei Kopfbewegungen)
 - Optokinetischer Reflex (bei Bildverschiebungen)

Ohne Mikrobewegungen des Auges
verschwindet das Bild!



Sakkaden

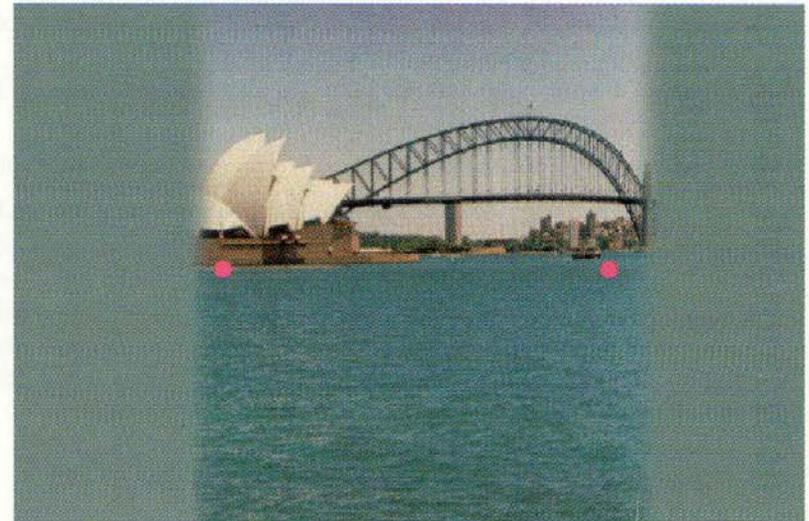


Sakkaden sind schnelle Blicksprünge, vor allem zu interessanten Stellen des Bildes.

In der Zeit zwischen den einzelnen Sakkaden, den Fixationsphasen erfolgt die retinale Signalaufnahme und die Auswahl des neuen Blickziels.

Sehen während einer Sakkade

- **Transsakkadische Integration:** „nahtloser“ Anschluss der verschiedenen Bilder
- Visuelles System **antizipiert** die Wirkung der Sakkade, rezeptive Felder verschieben sich an die neue Position
- **Sakkadische Suppression:** wenig Informationsaufnahme während der Sakkade, kein „Verwischen“ des Bildes
- Systematische **räumliche Verzerrung** kurz vor der Sakkade



Langsame Augenbewegungen

- Glatte Augenfolgebewegungen („smooth pursuit“): Verfolgen sich bewegender Objekte.
- Langsame Komponenten bei Reflexbewegungen des optokinetischen oder vestibulären Nystagmus, die beide der Blickstabilisierung bei bewegtem Kopf dienen.
- Zur Ausführung willkürlicher Augenfolgebewegungen ist die Bewegung oder der Bewegungseindruck eines sensorischen (visuellen oder auditorischen) Reizes notwendig.
- Enge Verbindung zwischen den neuronalen Verarbeitungszentren für die visuelle Bewegungsinformation (MT, MST) und denen für die Steuerung der Augenfolgebewegung.

Und zum Abschluss...

