Bewegungsapparat III
Neuro- und Muskelphysiologie: Glatte Muskulatur

Tragestarre (Reflex):

- Bei z.B. Ratten und Katzen
- Babys werden am Nacken gegriffen→ wenn Punkt im Nacken aktiviert wird, wird motorische Aktivität geblockt
- Reflektorische Verschaltung hat sich als Schutzfunktion etabliert

Pucken: Fixierung der Embryonalstellung zur Abschwächung des Moro-Reflexes

- Babys haben ausgeprägten Moro-Reflex (Schreckreflex, um sich an Mutter zu klammern)
- Babys werden eng eingewickelt um Moro-Reflex zu unterdrücken, damit sie besser schlafen
- Embryonalstellung häufig auch bei Depressiven

Isometrische Kontraktion: Muskellänge bleibt konstant

Isotonische Kontraktion: Muskelkraft bleibt konstant

➔ Größter Teil der Energie geht auf Ca-ATPase

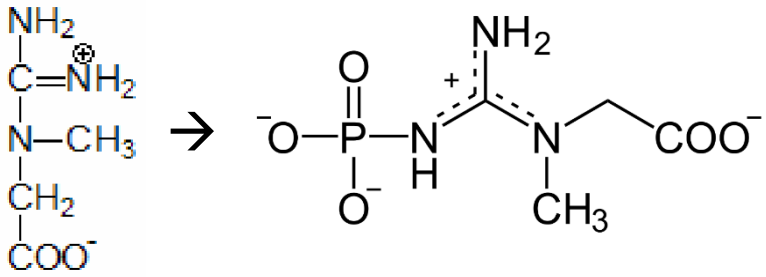
Muskelfasertypen

- I : langsam, rot (rote Farbe kommt durch Myoglobin und gute Durchblutung)
- IIa : schnell, rot/rosa, Zwischentyp zwischen roten und weißen Faser (anaerob)
- IIb : schnell, weiß

➔ Durch Training kann man Muskelfaser dicker machen, man kriegt nicht mehr Faser

➔ Durch Ausdauertraining kann man Stoffwechsel ändern, d.h. rote Faser werden besser durchblutet

Creatin zu Creatinphosphat:



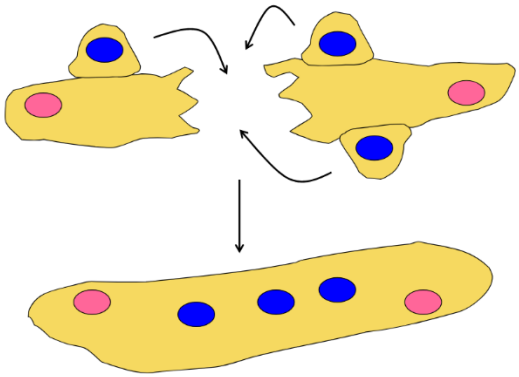




- Creatin wird in der Muskulatur zu Creatinphosphat umgewandelt
- Creatinphosphat dient als kurzfristiger Energiespeicher
- hilft bei intensiven, kurzzeitigen Belastungen ATP wieder aufzufüllen→ für Muskelkontraktion notwendig

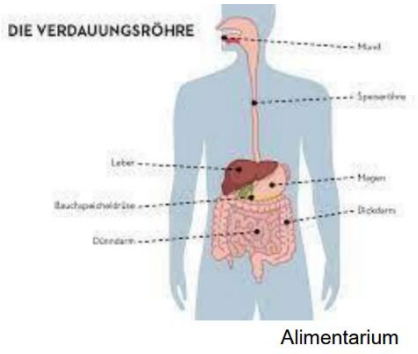


Satellitenzellen



- Stammzellen der Skelettmuskulatur
- Muskelregeneration = komplexer biologischer Prozess, der es dem Skelettmuskel ermöglicht nach Verletzungen oder intensiver Beanspruchung beschädigtes Gewebe zu reparieren und seine Funktion wiederherzustellen
- Ablauf der Muskelregeneration:
    - Aktivierung der Satellitenzellen: Bei einer intensiven Muskelverletzung werden Satellitenzellen durch Signale aus der verletzten Umgebung aktiviert → sie verlassen ihren Ruhezustand und beginnen sich zu teilen
    - Proliferation: die aktivierten Satellitenzellen vermehren sich und bilden eine Population von Myoblasten, die Vorläuferzellen der Muskelzellen
    - Differenzierung und Fusion: die Myoblasten differenzieren sich zu Myozyten und fusionieren entweder miteinander, um neue Muskelfaser zu bilden oder mit bestehenden beschädigten Faser, um diese zu reparieren
    - Reifung: die neu gebildeten oder reparierten Muskelfaser reifen und integrieren sich funktionell in das Muskelgewebe

Verdauungstrakt



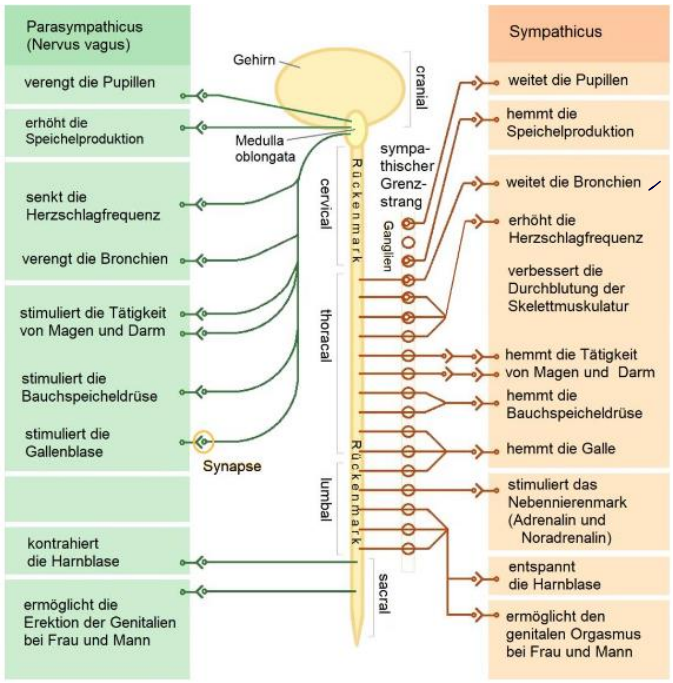
Alimentarium

Interessante Bereiche:

- Speiseröhre interessant, da aus glatter und Skelettmuskulatur→ im oberen Drittel aus Skelettmuskulatur, im mittleren Bereich gemischt, im unteren Bereich aus glatter Muskulatur
- Zwerchfell ist aus Skelettmuskulatur, obwohl es im Körper drin ist

Vegetatives Nervensystem

- Parasympathicus: aktiv bei Ruhe, Verdauung und Schlaf
- Sympathicus: aktiv bei Stress und Flucht

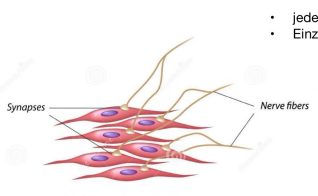


Single-unit – Multi-unit

- spontan rhythmisch aktiv – myogener Muskeltonus
  └> aus dem Muskel Heraus können sie Kontrahieren
- Aktivität durch vegetatives Nervensystem moduliert
  - Großen massen von bewegung, große Verbunde von glatter muskel, Uterus und Darm
  - Spontan, schrittmacherzellen, funktioniert ohne neuronale Aktivität
  - Verbindung zum vegetativen NS -> Parasympathikus und Sympathikus

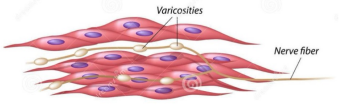
- wenig spontan aktiv - neurogener Muskeltonus (Abhängig von Regeneration)
- Aktivität durch vegetatives Nervensystem induziert
  - v. Ns. Ist notwendigkeit -> Vorraussetzung

Auge



Multiunit Smooth Muscle

- jede Muskelzelle einzeln innoviert
- Einzelne Synapse



- verschiedene Transmitter
- Modulieren Aktivität

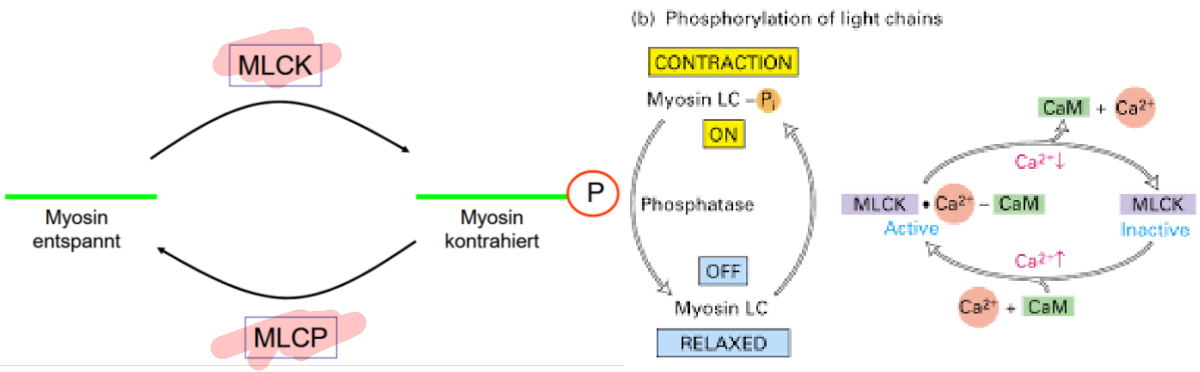
Phasische Muskeln: z.B im Darm

Tonische Muskeln: z.B. Gefäßmuskel oder Schließmuskel

Regulation der Kontraktion

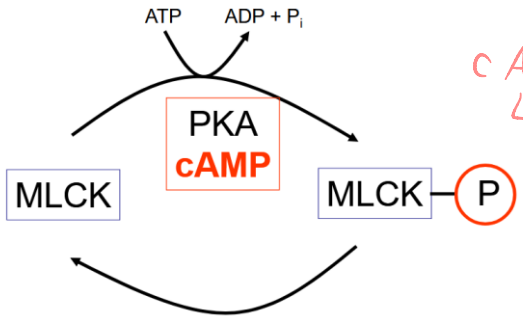
- Die Dephosphorylierung durch MLCP im glatten Muskel ist langsamer als der Rücktransport von Ca2+ ins SR im Skelettmuskel
- MLCK und MLCP sind Enzyme, die über das vegetative Nervensystem reguliert werden, wobei immer eins aktiviert und eins gehemmt wird

Aktivierung:



- Hohe zytosolische Ca2+-Spiegel aktivieren MLCK
- Calmodulin besitzt vier Bindungsstellen für Ca2+, E-Helix und F-Helix können jeweils zwei Ca2+ binden (zwei hochaffine und zwei niedrigaffine, wie bei Troponin)→ alle Bindungsstellen müssen besetzt sein, damit es aktiv ist
- Calcium-Calmodulin-Komplex bindet an MLCK (Myosin leichte Kette Kinase) und überträgt eine Phosphatgruppe von ATP auf die leichten Ketten des Myosins
- Phosphorylierte Myosin interagiert mit Aktin→ dadurch wird Myosinkopf aktiviert und es kommt zur Muskelkontraktion

Hemmung:

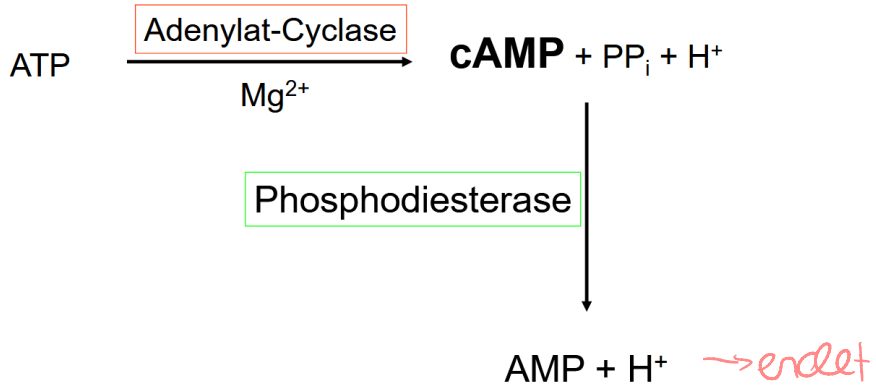


cAMP ± PKA
↳ phospoliert

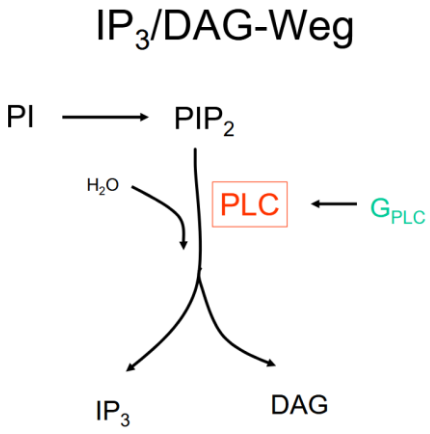
- MLCP (Myosin-Leichte-Ketten-Phosphatase) dephosphoryliert die leichte Kette des Myosins→ Relaxation der glatten Muskulatur
- Proteinkinase A aktiviert MLCP und hemmt MLCK
- Produktion von cAMP und cGMP führen zur Relaxation der glatten Muskulatur

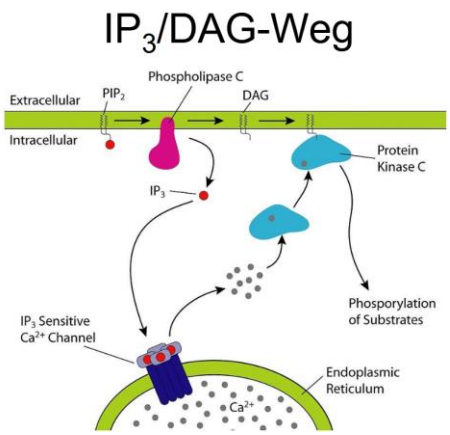
Signaltransduktionswege

- Es gibt 2 zentrale Transduktionswege
  - cAMP-Weg
    - Koffein hemmt Phosphodiesterase→ dadurch höhere Aktivierung von PKA
    - Adenylat-Cyclase bildet unter ATP-Verbrauch cAMP
    - cAMP wird mit PP und einem H-Ion durch das Enzym Phosphodiesterase zu AMP (inaktive Form von cAMP) und einem H-Ion ab



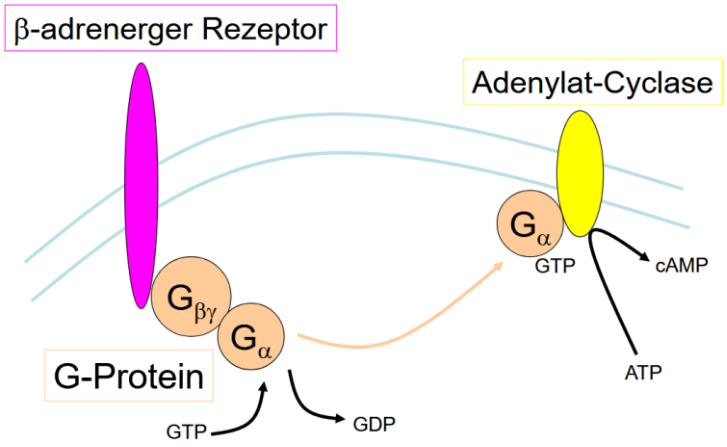
  - IP3/DAG-Weg (im Fragenkatalog von Annika erklärt)





Bildung von cAMP:

- Wenn außerhalb Zelle Ligand a Rezeptor bindet wird das G-Protein aktiviert
- Aktiviertes G-Protein spaltet alpha Untereinheit ab, welche an Adenylat-Cyclase bindet
- Unter ATP Verbrauch wird dann cAMP produziert



Bildung von cGMP

- NO diffundiert durch Zelle hindurch und aktiviert über eine Reaktionskaskade cGMP
- cGMP aktiviert Proteinkinase G
- Proteinkinase G aktiviert MLCP→ Relaxation

