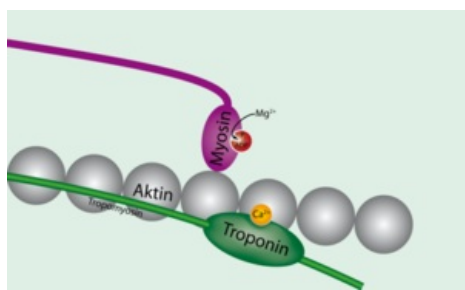


# Spojení excitace a kontrakce

Spojení excitace a kontrakce je základem svalové činnosti. Svaly zajišťují veškeré pohyby umožňující lidskou práci, komunikaci prostřednictvím mimiky, mluveného slova, psaní a ovšem také cirkulaci krve, transport tráveniny GIT, činnost sfinkterů atd. **Excitace** je spojená se vznikem šířícího se akčního potenciálu, který je důsledkem přesunu iontů. Na excitaci navazuje **kontrakce**, která je přímou přeměnou chemické energie na mechanickou a projevuje se aktivní svalovou silou či zkrácením svalu.

## Stavba kosterní svaloviny

Kosterní svalovina tvoří asi 40 % hmotnosti těla. Jednotlivé svaly jsou tvořeny svalovými snopci, které jsou složeny ze svalových vláken. Svalová vlákna obsahují velký počet myofibril, jež jsou tvořeny kontraktilními proteiny – aktinem a myosinem. Myofibrily jsou členěny na pravidelné úseky – tzv. **sarkomery**, což jsou základní strukturní a funkční jednotky. Sarkomera je vzdálenost mezi dvěma Z-liniemi. Do Z-liní jsou zakotvena tenká filamenta aktinu mezi nimi jsou tlustá filamenta myosinu. Aktinová a myosinová vlákna se částečně překrývají, tím vzniká typický mikroskopický obraz příčného pruhování, ve kterém se střídají anizotropní (A) a izotropní (I) části. A-proužek odpovídá délce tlustého filamenta, I-proužek je ta část, kde jsou jen tenká filamenta. H-proužek, střední část A-proužku obsahuje pouze tlustá filamenta.



Aktin a tropomyosin

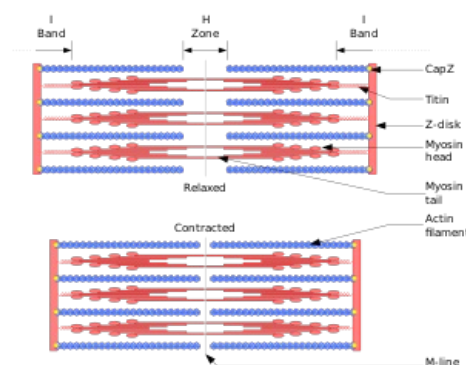
### Tenké filamentum - Aktin

Tenké aktinové vlákno je dvoušroubovice vláknitého F-aktinu, tvořené kulovitými jednotkami G-aktinu. Po obou stranách jsou připojeny molekuly tropomyosinu a troponinu. Tropomyosin za klidových podmínek kryje aktivní místa. Troponin je bílkovina v určitých vzdálenostech umístěná na aktinu a má 3 podjednotky: Tn-C, která váže ionty  $\text{Ca}^{2+}$ , Tn-T spojující troponin s tropomyosinem a Tn-I měnící polohu tropomyosinu a tím odkrývá vazebná místa pro myosin.

### Tlusté filamentum -

## Myosin

Každé vlákno tvoří dvě molekuly myosinu, které se kolem sebe obtáčí (ocas) a na konci se rozšiřují (hlavička). Část mezi hlavičkou a ocasem má schopnost ohybu (krček). Hlavička má ATP-ázovou aktivitu a váže se na aktivní místa aktinu. Tlusté filamentum je tvořeno mnoha molekulami myosinu. Ocasy vytváří osu filamenta, hlavičky ční do prostoru.



Sarkomera



Myosin

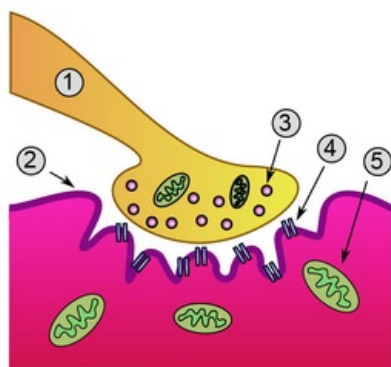
## Excitace a kontrakce

Excitace a kontrakce mají několik na sebe navazujících fází:

### 1. Nervosvalový přenos:

- Presynaptický akční potenciál (AP).
- Otevření  $\text{Ca}^{2+}$  kanálů.
- Vzestup intracelulární koncentrace  $\text{Ca}^{2+}$  a axonu nervu.
- Uvolnění ACH (vyšší koncentrace vyvolá přesun měchýřků s ACH k synaptické šterbině).
- Difúze ACH.
- Vazba ACH na cholinergní receptory na postsynaptické membráně.
- Otevření kanálů pro  $\text{Na}^+$  a  $\text{K}^+$ .
- Ploténkový potenciál (depolarizace dráždivé postsynaptické membrány).
- AP svalového vlákna.
- Rozklad ACH acetylcholinesterázou.

Nervosvalový přenos – McGraw Hill (animace, anglicky) (<http://highered.m>



Nervosvalové spojení (1. Axon, 2. Sarkolema, 3. Synaptické váčky, 4. Acetylcholinové receptory, 5. Mitochondrie)

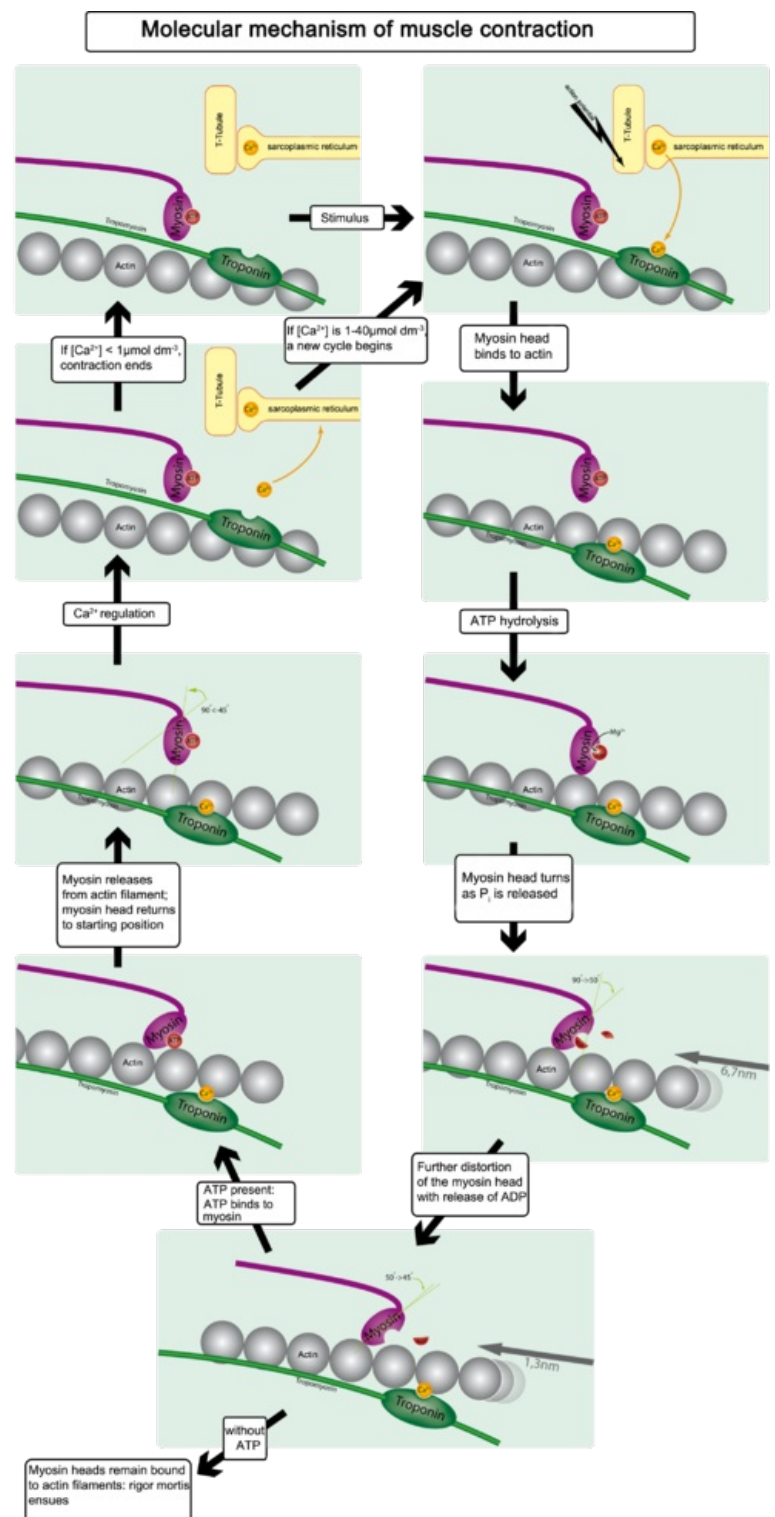
## 2. Vazba mezi excitací a kontrakcí:

- Nervosvalový přenos.
- AP svalového vlákna.
- Šíření AP po svalovém vlákně.
- Uvolnění vápníku ze SR.
- Vazba vápníku na troponin C.
- Aktivace kontraktilního aparátu.
- Kontrakce svalového vlákna.

## 3. Kontrakce:

- Vazba ATP na hlavu myosinu.
- Rozštěpení ATP na ADP a fosfát.
- Vznik příčného můstku mezi aktinem a myosinem.
- Uvolnění fosfátu.
- Pohyb hlavy myosinu, uvolnění ADP.
- Vazba nové molekuly ATP na myosin.
- Odpojení myosinové hlavy od aktinu.
- Rozštěpení ATP na ADP a fosfát.
- Napřímení myosinové hlavy.
- Opakování cyklu.

Kontrakce – McGraw Hill (animace, anglicky) (<http://highered.mheducation.com/sites/0072495855/studen>



t\_view0/chapter10/animation\_\_breakdown\_of\_atp\_and\_cross-bridge\_movement\_during\_muscle\_contraction.html)

#### 4. Relaxace:

- Odčerpání  $\text{Ca}^{2+}$  do SR (SERCA).
- Uvolnění  $\text{Ca}^{2+}$  z troponinu C.
- Zakrytí aktivních míst tropomyosinem.

SERIOVÁ ELASTICITA – je zajišťována bílkovinou titinem, která vrací sarkomeru do původní délky.

#### 5. Farmaka:

- ACH efekt – metacholin, sukcinylcholin (jejich pomalá odbouratelnost způsobuje trvalou depolarizaci).
- Blokátory ACHE (blokuje degradaci ACH).
  - a) Krátkodobé – fyzostigmin, neostigmin (léčivo při nedostatku ACH).
  - b) Dlouhodobé – organofosfáty, neurotoxiny (2. sv. válka).
- Blokátory přenosu – kurare, bungarotoxin (blokuje N-receptory).
- Blokátory uvolnění ACH – botulotoxin,  $\text{Mg}^{2+}$ , odebrání  $\text{Ca}^{2+}$  (experimentálně).
- Blokátory vychytávání cholinu – hemicholinium (experimentálně).

## Odkazy

### Související články

- Sval
- Kontrakce srdečního svalu
- Myorelaxancia
- ATP
- Kreatinfosfát • Kreatin • Kreatinin

### Použitá literatura

- TROJAN, Stanislav, et al. *Lékařská fyziologie*. 4. dopl. vyd. Praha : Grada Publishing, 2003. 772 s. ISBN 80-247-0512-5.
- GANONG, William F. *Přehled lékařské fyziologie*. 20. vyd. Praha : Galén, 2005. 890 s. ISBN 80-7262-311-7.