**Přeměna chemické energie v mechanickou**

Molekulám schopným této energetické přeměny se říká *molekulární motory*. Nejklasičtějším příkladem je svalový myosin (posouvá se po aktinu), ale patří sem i ATP-syntáza (vyrovnávání gradientu iontů přes membránu a syntéza ATP je spřažena rotací jejího “rotoru”) nebo různé enzymy účastnící se transkripce a translace (polymerázy, helikáza).

## Svaly

### Obecné vlastnosti

#### druhy kontrakce

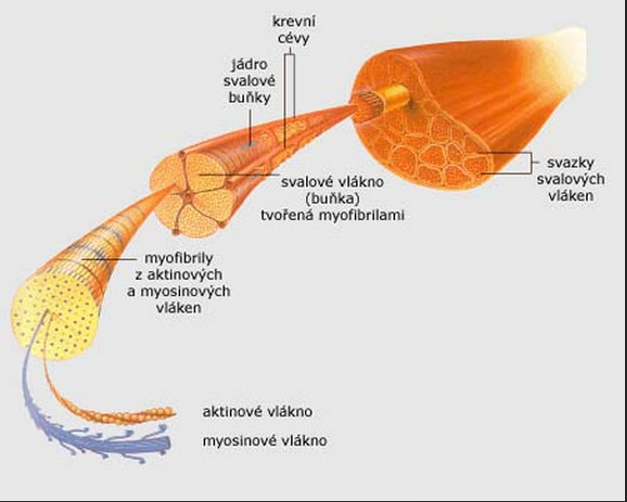
* *isotonická* (napětí konst., délka se mění. Příklad: „ideální pohyb“)
* *isometrická* (napětí se mění, délka konst.Příklad: třeba když držim košík kam někdo  
   přidává věci)

#### druhy svalů

* *příčně pruhované*
  + Obsahují dlouhé multijaderné buňky (svalová vlákna), MAJÍ sarkomery.
  + ovladatelné vůlí, rychlá kontrakce, rychlá únava.
  + „Takové ty svaly, o kterých víme“.
* *hladké*
  + Mnoho jednojaderných buněk, každá má svůj kontraktibilní cytoskelet.
  + kontrakce pomalá, neovladatelná vůlí
  + Aktinové a myosinové filamenty NEJSOU uspořádány v sarkomerách
  + Vyskytují se třeba okolo cév, vnitřních orgánů, zorniček.
* *Srdeční*
  + jednojaderné buňky, které MAJÍ krátké sarkomery a jsou spojeny můstky, takže se vzruch šíří napříč celým srdcem (=srdeční stah).

### 

### Struktura příčně pruhovaného svalu

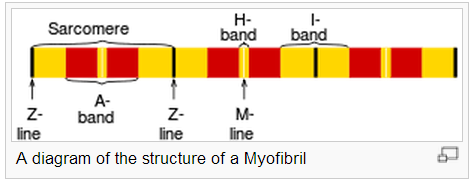


#### Hierarchie uspořádání (od nejtlustšího k nejtenčímu)

* sval ->
* svazek/snopec svalových vláken ->
* svalové vlákno (dlouhá tenká mnohojaderná buňka, může být dlouhá jako celý sval) ->
* myofibrily ->
* filamenty (tenké=hlavně aktin, tlusté=hlavně myosin)

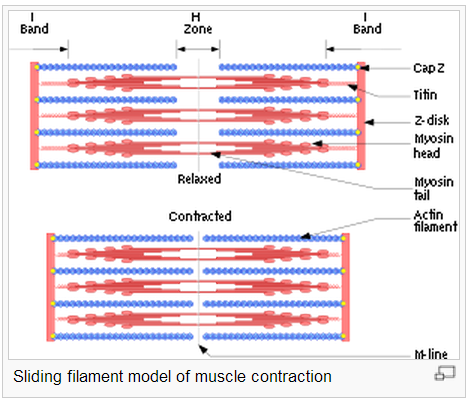
#### Struktura myofibrily

Podél myofibrily se opakují strukturní jednotky zvané sarkomery:



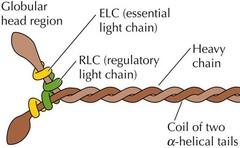
#### 

#### Detail sarkomery



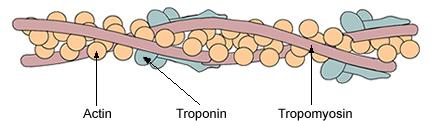
Délka sarkomery je asi 2,5 mikronů.

**Silné filamenty**: “to růžový s hlavičkama z předchozího obrázku, co je natažené mezi jednotlivými *Z-disky* na kraji”. Tvoří je agregát mnoha molekul *myosinu*. Struktura jednoho dimeru myosinu je:



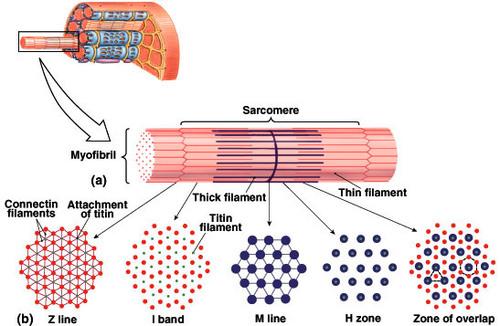
2 těžké řetězce jsou do sebe zapleteny (“*coiled coil*” struktura, vzniká pomocí hydrofobního efektu = hydrofob. aminokyseliny se k sobě “lepí”), každý z nich má hlavičku (*head*, N-konec) a ocásek (*tail*, C-konec). Lehké řetězce jsou zodpovědné za odklon hlavičky.

**Tenké filamenty**: “na obrázku detailu sarkomery je to to modrý s mezerou uprostřed”, z 60% tvořeno *aktinem*. Jedná se o polymer, přičemž jednotlivé monomery aktinu se skládají tak, že výsledek vytváří zdání šroubovice.

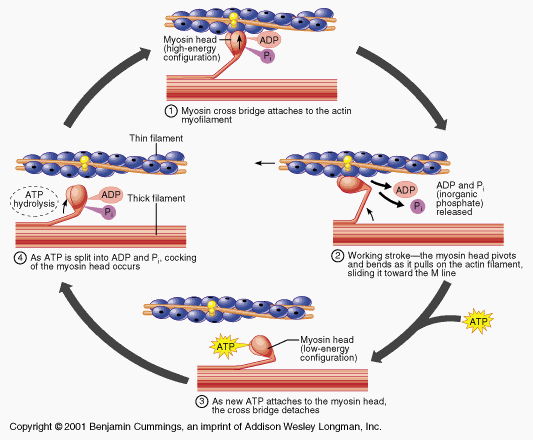


Při kontrakci svalu hlavičky *myosinu* změní konformaci a sklopí se, čímž se od aktinu odstrčí, a ve výsledku se *Z-disky* přitáhnou k sobě. Tím sval může konat práci.

#### Průřez myofibrilou



#### Detail cyklu interakce aktinu a myosinu



Jak je vidět, spotřebuje se při cyklické změně konformace myosinové hlavičky ATP, která právě představuje tu chemickou energii na vstupu.

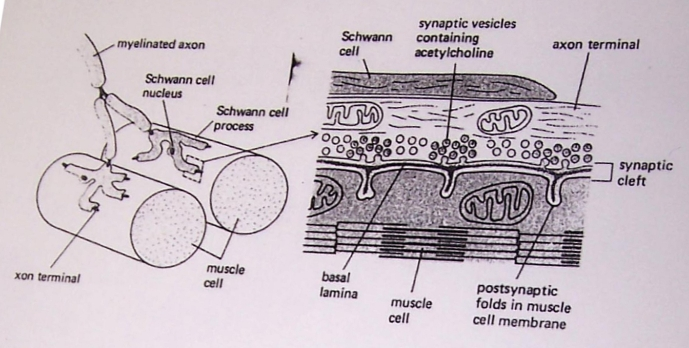
Energie z hydrolýzy ATP na ADP se ale konkrétně spotřebuje na vrácení hlavičky myosinu do připraveného stavu. Samotný silový záběr je spojen s uvolněním ADP a P z komplexu aktin‑hlavička.

### Regulace kontrakce

Jak se stane, že se sval kontrahuje právě tehdy když chceme?

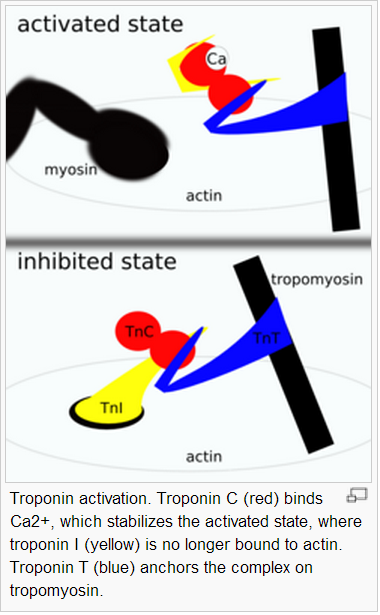
Napřed se podívejme, jak je do svalu přiveden nervový vzruch:

***Neurosvalová ploténka***



Po axonu dorazí nervový vzruch, do mezery mezi axonem a svalovou buňkou („synaptic cleft“) se vyleje neurotransmiter, což po pár dalších krocích vede k tomu, že sarkoplasmatické retikulum (druh hladkého endoplasmatického retikula) obklopující myofibrily uvolní dovnitř ionty Ca2+ (podrobněji o přenosu signálu na <http://en.wikipedia.org/wiki/Excitation%E2%80%93contraction_coupling> , říká se tomu excitation-contraction coupling).

Abychom pochopili, co v myofibrile dělají vyplavené ionty vápníku, podíváme se na detail připevnění myosinové hlavičky:



Součástí *aktinového* vlákna jsou i molekuly *tropomyosinu*, které v základním stavu ucpávají vazebná místa pro myosinové hlavičky *myosinového* vlákna. Ionty Ca2+ uvolněné ze

sarkoplazmatického retikula se navážou na *troponin*, který změní konformaci a odkryje vazebné místo pro *myosin*. Tím se spustí navazování a opětovné disociování *myosinu* (“*cross bridge cycling*”) vedoucí ke kontrakci svalu. Jak napovídá slovo *cycling*, opakuje se cyklicky, dokud je přítomno ATP a Ca2+.

### Parametry stahu

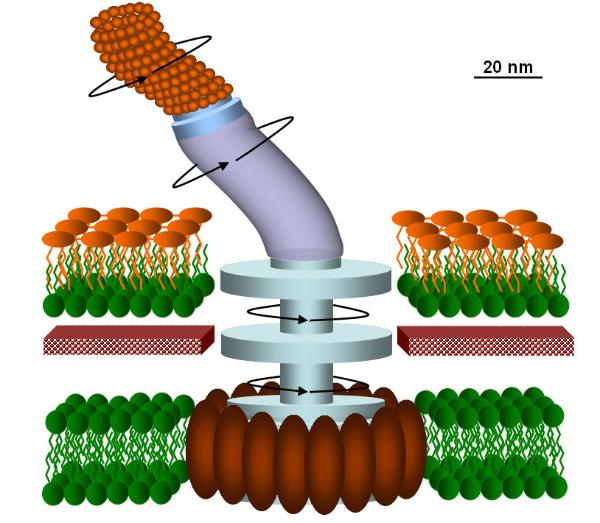
Cykly jednotlivých hlaviček jsou **asynchronní** (aby se sval nestahoval v rázech nýbrž plynule).

Jedna hlavička stihne cca 5 cyklů (~5 ATP) za sekundu.

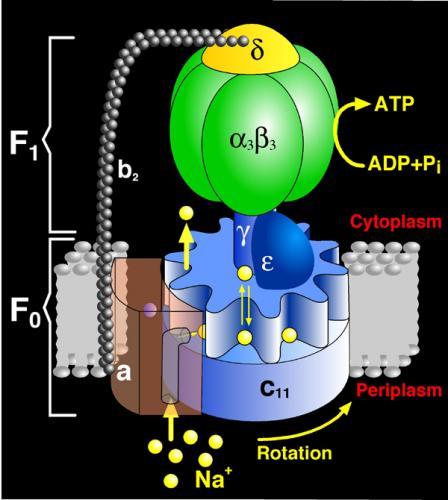
## Celulární transport, pohyb organel a buněk…

## myosin dokáže přemisťovat „náklad“ posouváním po aktinových mikrofilamentech, které tvoří část cytoskeletonu

* myosin a aktin taky zajišťuje stah cytoplasmatické membrány a její zaškrcení při dělení buňky (tzv. *kontraktilní prstenec*)
* kinesiny a dyneiny = takové ty „chodící proteiny“, které kráčí po cytoskeletálních vláknech mirkotubulinu a transportují různé vesikuly apod. Taky mají na starosti seřazení a následné oddělení chromozomů při mitóze.
* Určitý druh dyneinů je zodpovědný za pohyb některých bičíků prvoků. „Hlavy“ dyneinů jsou zde fixované a jejich „nohy“ kráčí po dvou vláknech tubulinů. Když to dělá mnoho dyneinů synchronizovaně, tubuliny po sobě kloužou a bičík se kroutí.
* *Mot komplex*: gramnegativní bakterie mají dvojitou cytoplasmatickou membránu oddělenou peptidoglykanem. Některé z těchto bakterií mají bičík poháněný tzv. *mot‑komplexem*, což je rotor poháněný vyrovnáváním gradientu iontů přes vnitřní membránu. Bičík se pak kroutí jako lodní šroub.



* *ATP-syntáza*: protein (ukotvený u eukaryot ve vnitřní membráně mitochondrií), který využívá vyrovnávání gradientů iontů (ne vždy Na+ jako na obrázku) napříč touto membránou k syntéze ATP. Opačný proces zajišťují různé ATPázy: za hydrolýzy ATP různé iontové gradienty vytvářejí, a taky se při tom točí.



**Proteiny replikace a transkripce**

Schopnost přeměny chemické energie na mechanickou mají i DNA/RNA polymerázy, neboť využívají energie chemických vazeb nejen na prodlužování molekul nukleových kyselin, ale i na pohyb sebe sama. Dále proteiny jako helikáza, topoizomeráza…