

## Svalová aktivita a konání práce

Materiál vznikl v rámci projektu Gymnázia Cheb s názvem Příprava na Turnaj mladých fyziků.  
Dostupné ze Školského portálu Karlovarského kraje [www.kvkskoly.cz](http://www.kvkskoly.cz).

Autorský tým: Pavel Böhml, Hana Böhmová, Filip Danko, Lucie Filipenská, Petr Kácovský, Věra Koudelková, Daniel Novopacký, Ilona Šimánková, Martin Vlach. Děkujeme i všem ostatním lidem, kteří přispěli k tvorbě materiálů.  
Pro případ dalších námětů, komentářů, nalezených chyb a podobně využijte e-mailovou adresu [pavel.bohm@mff.cuni.cz](mailto:pavel.bohm@mff.cuni.cz)

### VIDEO

<http://www.vernier.cz/video/elektricka-aktivita-svalu>

### ZÁMĚR ÚLOHY

Aktivita názorným způsobem ukazuje souvislost mezi kontrakcí svalu a jeho elektrickou aktivitou. Současně pomůže vysvětlit, proč se přidržení předmětu unavíme, ačkoliv na předmět z fyzikálního hlediska nekonáme práci.

### POMŮCKY

- senzor síly stisku ruky [HD-BTA](#)
- školní EKG senzor [EKG-BTA](#)
- 2× rozhraní [Go!Link](#) nebo 1× rozhraní [LabQuest Mini](#) nebo datalogger [LabQuest 2](#)

### TEORETICKÝ ÚVOD

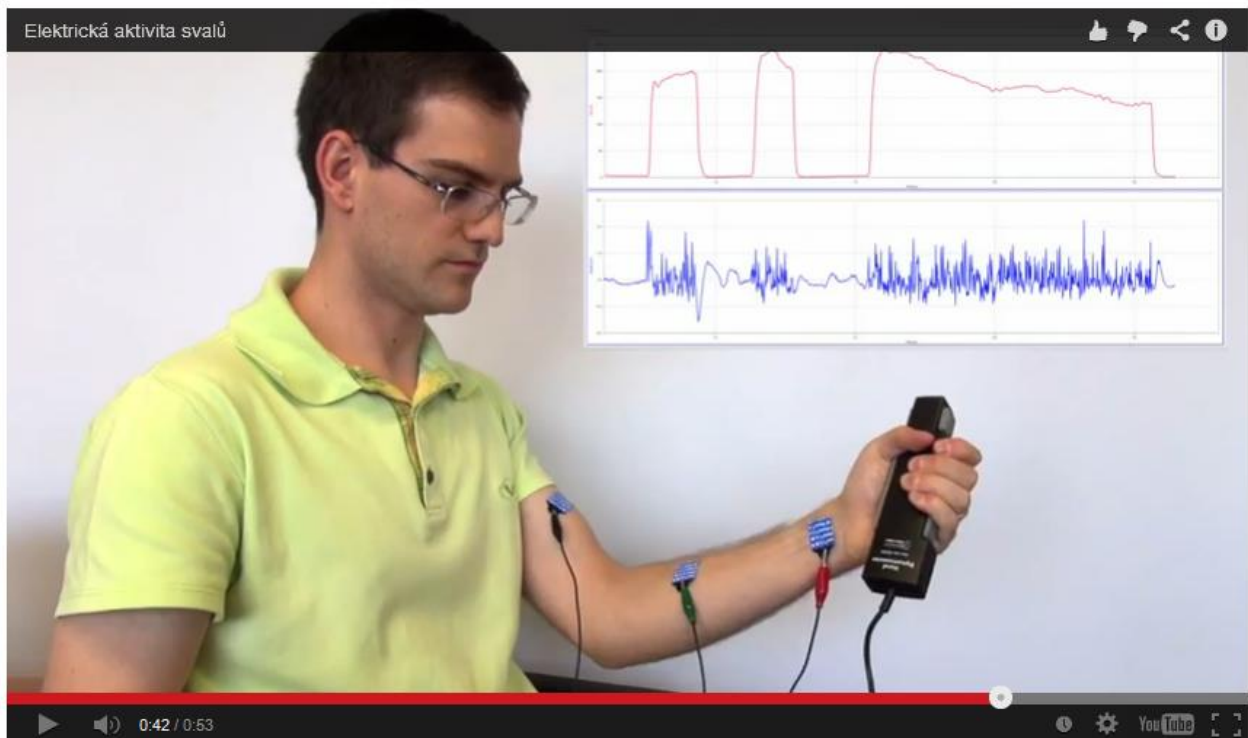
Svalové vlákno je buňka s obvyklou tloušťkou 0,01 mm až 0,1 mm a délkou i několik desítek centimetrů. Díky kontraktilním proteinům aktinu a myozinu se může svalové vlákno smrštít.

Působí-li síla  $F$  na těleso po určité dráze  $s$  ve směru pohybu, vykoná práci  $W = F \cdot s$ .

### ÚKOLY

1. Připojte k počítači nebo LabQuestu současně oba senzory (ruční siloměr a EKG).
2. Nalepte elektrody na předloktí dle videonávodu – červenou blíže k zápěstí, zelenou asi 15 cm směrem k lokti, černou na biceps.
3. Vložte pokusné osobě do ruky senzor síly stisku ruky.
4. Nastavte dobu měření na 15 sekund a frekvenci měření na 100 Hz.
5. Spusťte měření a vyzvěte testovanou osobu, aby střídavě měla ruku uvolněnou a střídavě senzor tisku.

Na obrázku vidíme správné zapojení elektrod (od ramene k dlani: černá, zelená, červená) a také ukázkou grafů – červeně síla stisku ruky, modře elektrická aktivita.



6. Rozeberte se žáky výsledek experimentu. Když je sval relaxovaný, je elektrická aktivita prakticky nulová. Po celou dobu svalové kontrakce lze pozorovat výraznou elektrickou aktivitu. Není to tedy tak, že by mozek pouze poslal do svalu signál „stiskni“, sval se smrští a zůstal tak. Po celou dobu kontrakce se totiž střídavě zapojují různá svalová vlákna.
7. Nyní můžeme se žáky udělat přesah do fyziky. Pokud nehybně držíme v natažené ruce nějaký předmět, práce vykonaná na tento předmět je nulová, protože ve vztahu  $W = F \cdot s$  je nulová dráha. Jak je tedy možné, že se ruka unaví, když nekoná práci?

Podstatné je, že nekoná práci **na těleso**, které držíme v ruce. Jak je ale vidět z grafů, svaly ve skutečnosti po celou dobu aktivně pracují (zasouvají se do sebe a zase vysouvají aktinová a myozinová vlákna). Na mikroskopické úrovni přímo ve svalu práce vykonávána je, ačkoliv práce konaná na těleso, které držíme, je skutečně nulová. A právě proto se po čase nehybného držení přeci jenom unavíme.