

Biofyzikální laboratorní úlohy ve výuce budoucích učitelů fyziky

MARIE VOLNÁ

Katedra experimentální fyziky PřF UP Olomouc

Abstrakt

Příspěvek se zabývá tematikou mezipředmětových vazeb, které umožňují studentům nahlížet na jevy prostřednictvím různých předmětů. V tomto případě jsou klíčovými předměty fyzika a biologie člověka. V příspěvku je představena navržená laboratorní úloha pro studenty učitelství fyziky, která poukazuje na provázanost přírodních předmětů. Pomocí systému Vernier se studenti učitelství seznámí s elektrickou aktivitou srdce.

Elektrická aktivita srdce

Tato úloha poukazuje na to, že i v lidském organismu můžeme pozorovat elektrické jevy a měřit je. Naše tělo vysílá informace, které můžeme měřit přístroji, tyto informace nazýváme biosignály. V této části se budu zabývat biopotenciály, které vytváří naše srdce.

Srdce je tvořeno buňkami dvojího typu, buňkami vedoucí elektrický impulz (buňky převodního systému) a buňkami reagujícími na vzruch (buňky pracovní). Vzruch vzniká v sinoatriálním uzlu. Vzruch se z SA uzlu šíří do síní. Z AV uzlu, který je umístěn v pravé síni se vzruch převede na Hisův svazek, poté do Tawarových ramének až k Purkyňovým buňkám. Podrážděním okolních svalových buněk dochází ke stahu. Po průchodu vzruchu a stahu se buňky relaxují až do dalšího vzruchu. Elektrické impulzy vyvolávají pravidelnou kontrakci srdeční svaloviny. Tyto elektrické periodické změny můžeme měřit na povrchu těla a tím získat elektrokardiogram (EKG).

Laboratorní úloha: Měření EKG

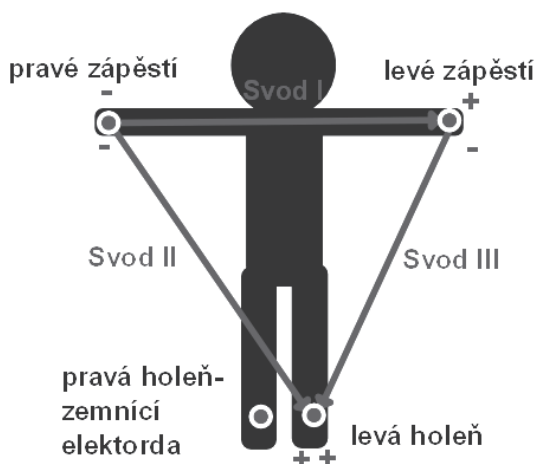
Měření EKG můžeme realizovat pomocí experimentálního systému Vernier a sondy EKG-BTA. Pro orientační měření nám stačí sonda jen jedna. Pokud bychom chtěli realizovat přesnější měření, musíme použít sondy dvě.

Cíl měření

Změřit EKG křivky podle Eithovenových svodů a porovnat je. Vypočítat srdeční frekvenci a stanovit elektrickou osu srdeční.

Postup a výsledky měření

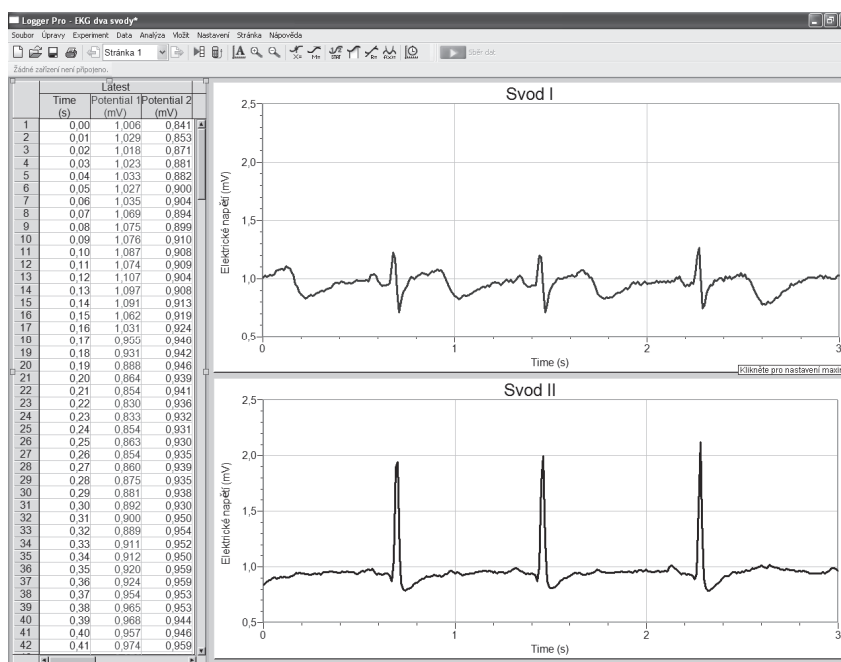
Nejprve přilepíme na tělo elektrody na místa zaznačená na obrázku 1.



Obr. 1. Rozmístění elektrod na těle, Eithovenův trojúhelník.

Pro svod I připevníme zelenou svorku na pravé zápěstí (mínus) a na levé zápěstí připevníme červenou svorku. Černou zemní elektrodu připojíme na pravou holeně. Sondu připojíme k LabQuestu a můžeme měřit. Výsledek měření vidíte na obrázku 2.

Pozn: Místa pro přilepení elektrod doporučuji umýt mýdlem a vysušit, abychom odstranili nežádoucí artefakty, které mohou zkreslit měření. Neměřte s LabQuestem připojeným v elektrické síti, protože ruší signál. Při měření s LabQuestem Mini problémy s rušením nevznikají.

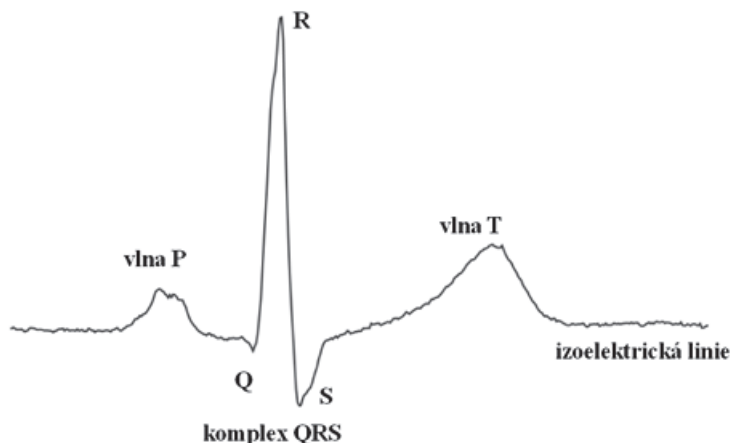


Obr. 2. Výsledky z měření EKG prvního a druhého svodu.

Zpracování výsledků

Se studenty můžeme provádět tyto úkoly: Prvním úkolem je rozpoznat na EKG křivce základní části: vlna P, kmit QRS, vlna T a najít izoelektrickou linii. (Tyto informace jsou nezbytné pro další výpočty.) Popis základní částí EKG křivky je zobrazen na obrázku 3. EKG křivka každého studenta je jiná, proto je i zajímavé porovnání křivek

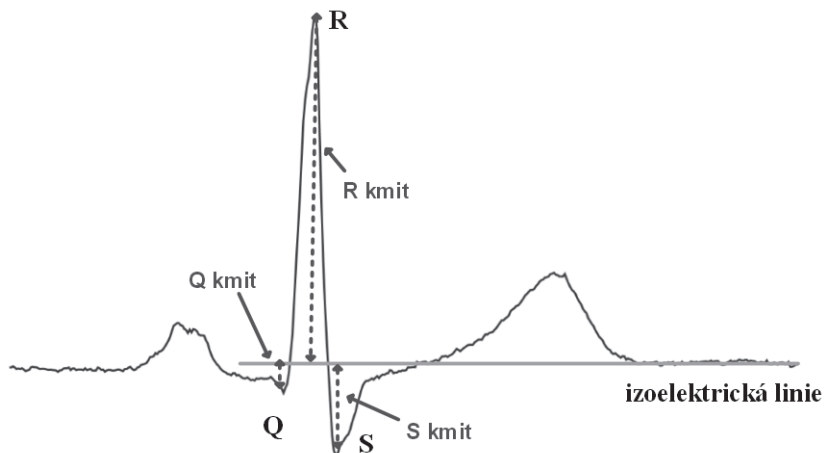
mezi studenty. Ve všech svodech se také nemusí vyskytovat všechny části křivky, např. v obrázku 2 ve svodu I není zcela zřetelný vrchol kmitu Q.



Obr. 3. Popis EKG křivky.

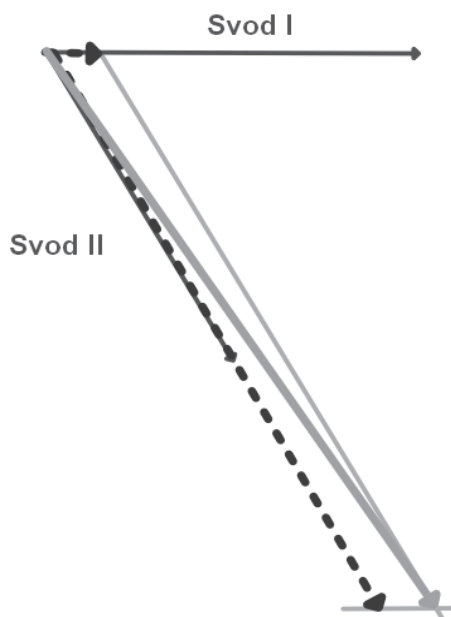
Pokud rozeznáme základní části, můžeme pokračovat výpočtem tepové frekvence, kterou vypočítáme ze souřadnic vrcholu kmitu R. Z grafu vyčteme souřadnice po sobě jdoucích kmitů R a odečteme od sebe časové složky, čímž získáme periodu srdce a z ní tepovou frekvenci. Tepovou frekvenci můžeme porovnat s medicínskými chorobami. Normální tepová frekvence se pohybuje v rozmezí 60-80 tepů. Jestliže je tepová frekvence vyšší než 100 tepů za min, nazýváme ji tachykardií, je-li tepová frekvence pod 60 tepů za min nazýváme ji bradykardií. V této části můžeme použít i informace o výpočtu tepové frekvence pro sport. Sportovci si udržují vyšší tepovou frekvenci pro výkonnost, nebo naopak nižší tepovou frekvenci pro hubnutí (viz. [1])

Poslední zajímavý údaj, který můžeme zjistit ze dvou naměřených svodů EKG křivky, je poloha srdeční osy. Srdeční osa je výsledný vektor depolarizace srdečního svalu, srdeční vektor promítáme jen do frontální roviny (zjednodušení). Srdeční osa má stejný směr jako poloha hrotu srdce v hrudním koši. Postup pro nalezení srdeční osy je následující.

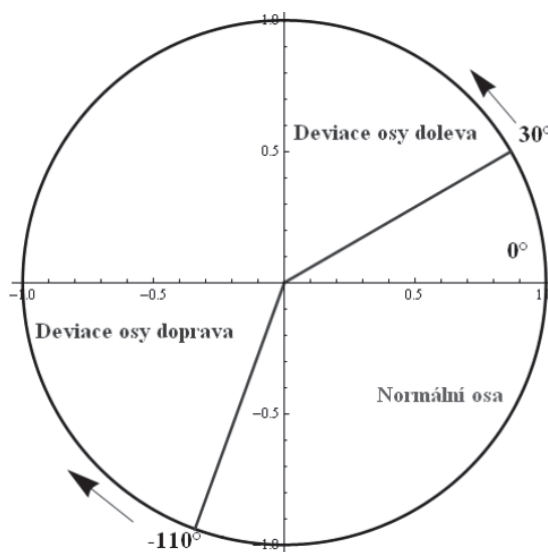


Obr. 4. Výpočet srdeční osy.

Po zobrazení EKG křivky dvou svodů určíme sumu kmitů z Q, R, S od izoelektrické linie (znaménko + kladný kmit, – záporný kmit, viz obr. 4). Příslušnou velikost vyneseme na vektor svodu do Eithovenova trojúhelníku. Po složení dvou vektorů (svodu I a II) dostaneme směr srdeční osy a polohy srdce v hrudníku. (viz obrázek 5) [2, 3, 4]. Výsledky můžeme opět diagnostikovat (upozornit žáky, že měření je jen orientační, nečinít závěry). Sklon srdeční osy a její deviace je zobrazen na obrázku 6. Deviace osy značí nefunkčnost části srdce.



Obr. 5. Znázornění srdeční osy.



Obr. 6. Diagnostika srdeční osy.

Závěr

Tímto laboratorním cvičením lze ve výuce upozornit na mezipředmětové vazby mezi fyzikou a biologií. Měření lze použít i na střední škole v seminářích z fyziky. Jistě zaujme žáky, kteří mají zájem o medicínu a lékařské obory a chtějí si vyzkoušet něco z oblasti medicíny. Měření můžeme užít i ve výuce jako motivaci před výukou elektřiny. Úlohy budou dostupné na webových stránkách pokusy.upol.cz.

Práce vznikla z podpory projektu FRVŠ 81_2012 a interního grantu IGA Palackého Univerzity (PrF_2012_008).

Literatura

- [1] <http://www.cyklistikakrnov.com/Clanky/Clanky/Proc-merit-tepovou-frekvenci.htm>
- [2] Sovová E. a kol.: *EKG pro sestry*. Praha, Grada Publishing, a.s., 2006.
- [3] <http://www.ekg-ucebnice.cz/1300-elektricka-osa-srdecni/1301-elektricka-osa-srdecni.html>
- [4] <http://web.practicus.eu/sites/cz/Documents/Practicus-2009-03/38-EKG-pro-praxi.pdf>

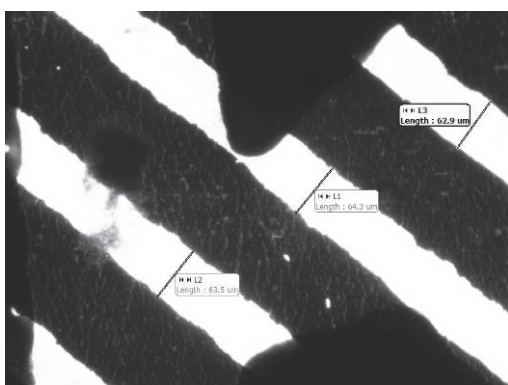
Také obrázky ochranných proužků bankovek různého provedení ukazují rozdílné technologické postupy při jejich výrobě.



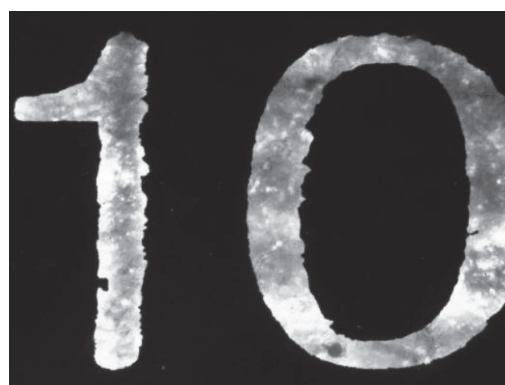
Obr. č.14 Bankovka 100 EUR
– objektiv 4×.



Obr. č.15 Bankovka 1000 Kč
– objektiv 4×.



Obr. 16. Bankovka 1000 Kč – objektiv 10×
(naměřené hodnoty 63,5; 64,3; 62,9 μm).



Obr. 17. Bankovka 100 Kč
– objektiv 4×.

Cílem tohoto příspěvku bylo ukázat možnost zařazení mikroskopu do fyzikálních praktik, včetně využití moderních technologií, které představuje on-line měření za pomoci CCD kamery. Studenti si na atraktivních námětech prohloubí své teoretické poznatky o mikroskopu a zároveň si upevní praktické dovednosti při práci s mikroskopem. Komparací naměřených rozměrů preparátů s dosavadními představami pak studenti zlepšují svůj odhad a vytvářejí si reálnou představu o rozměrech miniaturních těles. Samozřejmě, že výčet uváděných měřených preparátů není vyčerpávající, ale pouze nastiňuje některé osvědčené náměty.

Literatura

- [1] Brož J. a kol.: *Základy fyzikálních měření (I)*, SPN Praha 1983
- [2] Horák, Z., Krupka, F.: *Fyzika (sv. 2)*, SNTL/ALFA 1976
- [3] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Mikroskop> (17. 08. 2012)
- [4] http://www.fch.vutbr.cz/~zmeskal/obring/presentace_2003/04_opticke_mikroskopy.pdf