

Analýza srdeční aktivity pomocí EKG

pracovní návod s metodickým komentářem pro učitele
připravila M. Najbertová

Cíle

Seznámit žáky s metodou elektrokardiografie, demonstrovat postup měření a analýzou získaných dat ukázat základní charakteristiky křivky elektrokardiogramu (EKG).

Podrobnější rozbor cílů

Pomocí čidla pro EKG získat graf elektrické aktivity srdce za určité časové období. Naučit žáky rozeznávat různé vlny na EKG a spojovat je s aktivitami jednotlivých částí srdce v průběhu jednoho srdečního cyklu. Ukázat možnosti významu EKG pro určení minutové srdeční frekvence a zdravotního stavu srdce.

Zadání úlohy

Pomocí senzoru EKG PS-2111 získat graf elektrické aktivity srdce sledované osoby. Do získaného grafického záznamu přiřadit *vlny P* a *T* a *interval QRS* v rámci jednoho srdečního cyklu.

Pomůcky

počítač s USB portem se software DataStudio, PASPORT USB Link (Interface), PASPORT senzor EKG PS-2111, elektrodové náplastí na zápěstí, EKG gel, buničitá vata, pracovní návod s metodickým komentářem pro učitele

Technická úskalí, tipy a triky

Měření lze provést i pomocí software SparkVue, který umožňuje menší komfort při práci s grafem. Je možné použít i Xplorer GLX PS-2002.

Gel je vhodné využít po opakovaném použití náplastí. Místo elektrodových náplastí je možné využít končetinové EKG elektrody 3000F9024, umožňují lepší manipulaci, mají delší životnost.

Zařazení do výuky

G (SŠ): vzdělávací obor Člověk a příroda, obor Biologie – biologie člověka: žáci plní očekávané výstupy RVP – využívají znalosti o oběhové soustavě pro pochopení vztahů mezi procesy probíhajícími v lidském těle. Vhodné zařadit jako demonstrační experiment v rámci povinného nebo volitelného předmětu zaměřeného na biologii člověka. Tento experiment doporučujeme provést poté, kdy žáci znají z výuky základní pojmy o stavbě srdce a krevním oběhu.

Je možné zařadit jako demonstrační experiment i na ZŠ: vzdělávací obor Člověk a příroda, obor Přírodopis – biologie člověka: žáci plní očekávané výstupy RVP ZV – objasní funkci orgánů a orgánových soustav – obsah nutno přizpůsobit věku a znalostem žáků.

Časová náročnost

Teoretický úvod, příprava a vlastní měření asi 15 minut, analýza dat asi 15 minut.

Návaznost experimentů

Návaznost dalších experimentů na tento – „EKG a srdeční frekvence“ jako laboratorní cvičení.

Mezipředmětové vztahy

fyzika – elektrický proud v látkách; matematika – práce s grafy

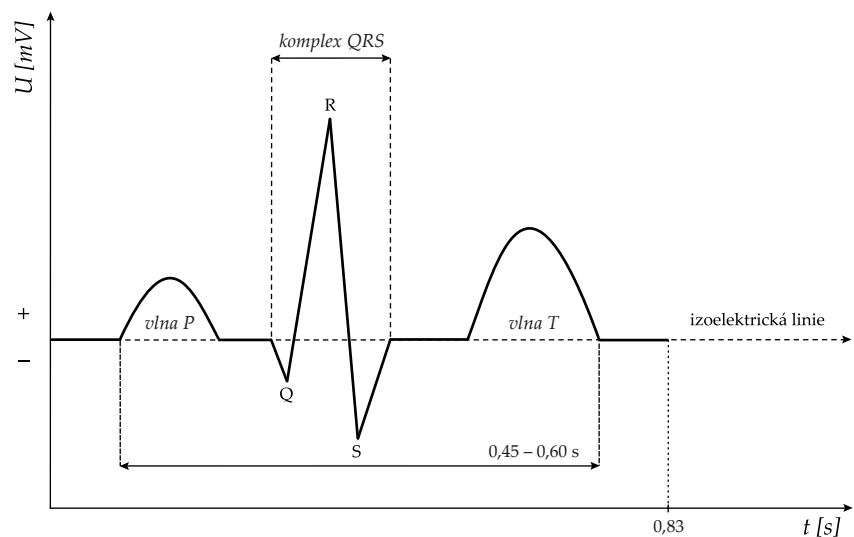
Teoretický úvod

Elektrokardiografie je základní vyšetřovací metoda v kardiologii založená na snímání elektrické aktivity srdečního svalu. Jejím grafickým záznamem je **elektrokardiogram (EKG)**.

U zdravého srdce je v **pravé síni** přirozený udavatel rytmu – sinoatriální (sinusový) uzel, který je zdrojem elektrického výboje. Tento výboj pokračuje dále převodními drahami mezi síněmi do atrioventrikulárního (síňo-komorového) uzlu a odtamtud do obou komor. Přirozené převodní dráhy zajišťují řádné rozšíření impulsu a koordinované stažení nejprve síní, a pak komor. Toto elektrické vedení vytváří jedinečné výchylky v EKG, které podávají zprávu o stavu srdce.

Ještě více informací můžeme získat umístěním elektrod do různých pozic na hrudníku a končetinách. Elektrická aktivita částí srdce se projeví pozitivní nebo negativní výchylkou od isoelektrické linie, tj. části EKG bez viditelných výchylek.

Základem EKG je zápis průběhu jednoho srdečního cyklu nazývaného **srdeční revoluce**, který sestává z pěti identifikovatelných výchylek, které označujeme jako **vlny P, Q, R, S a T**.



Obr. 1: Grafický záznam srdečního cyklu (EKG)

Vlna P je první v záznamu a reprezentuje depolarizaci srdečních síní (stah, tj. systolu). Další tři **vlny Q, R a S** vytváří **komplex QRS (interval QRS)**, který reprezentuje depolarizaci srdečních komor. V tomto intervalu může některá z vln chybět. Vlna, reprezentující repolarizaci síní, je nedetekovatelná, neboť ji přebije intenzita *intervalu QRS*. Poslední vlna se označuje **T**, reprezentuje repolarizaci komor (ochabnutí, tj. diastolu).

Každá vlna a interval mají pro zdravé srdce fyziologicky danou průměrnou hodnotu délky trvání. Jeden **klidový srdeční cyklus** trvá při průměrném tepu 72 min^{-1} **asi 0,83 sekund**.

Protože je EKG záznamem elektrické aktivity v srdci, je důležitý při diagnostice nemocí či potíží, které poškozují vodivou schopnost srdečního svalu. Když jsou buňky srdečního svalu poškozeny nebo zničeny, nejsou už schopny vést elektrické impulsy, které jimi prochází. To vede k tomu, že signál u poškozené tkáně skončí, nebo je odkloněn od signálního proudu.

Ukončení nebo přesměrování elektrického signálu změní způsob, jakým se srdce stahuje. Kardiolog může z pohledu na pacientův elektrokardiogram poznat poškození srdečního svalu, a to podle vln a podle časového intervalu mezi jednotlivými elektrickými impulsy.

V tomto cvičení použijeme čidlo pro EKG k vytvoření grafického záznamu elektrické aktivity, ke které dochází v srdci po dobu deseti sekund. V záznamu jednoho srdečního cyklu budeme identifikovat výše zmiňované *vlny P*, *T* a *komplex QRS*. Zjistíme délku trvání jednoho srdečního cyklu. Měření provedeme použitím tří snímačů.

Motivace

V úvodu experimentu položíme žákům motivační otázky: Jakými způsoby se lze neinvazivně přesvědčit o činnosti srdce? Je možné pomocí přístrojů zaznamenat činnost srdce? Jak se tento způsob záznamu jmenuje? Lze tuto metodu využít k diagnostice činnosti srdce? Jaká je fyzikální podstata této vyšetřovací metody?

Bezpečnost práce

Je třeba dodržovat zásady bezpečnosti a hygieny práce v biologické laboratoři a zásady bezpečné práce s elektrickými zařízeními. Během měření a připojení EKG elektrod na měřenou osobu nepřibližovat do blízkosti vody či elektrických zdrojů ani USB link. Dodržovat pokyny v „Návodu k obsluze senzoru EKG PS-2111“, zejména:

Nezapojovat jej na žádné elektrické zařízení. Vždy zapojit nejprve černý (uzemňovací) konektor. Nezaměňovat pozici elektrod. Nikdy nepokládat senzor na výkonové elektrické zařízení, na elektrické zásuvky. Nepoužívat senzor, pokud je některý z jeho kabelů poškozen. Pracovat pečlivě dle návodu práce.

Příprava úlohy

Příprava měřicí techniky a zkouška funkčnosti senzoru EKG PS-2111 a jeho propojení s počítačem. Příprava pomůcek pro měření – elektrody k senzoru EKG PS-2111.

Postup práce

V úvodu položíme žákům motivační otázky a zjistíme, co o problematice EKG znají. Měření provedeme jako **demonstrační**.

Připravíme testovanou osobu k měření. Analyzujeme získaná data v DataStudio. Vybereme jeden srdeční cyklus záznamu, zvýrazníme postupně *vlnu P*, *komplex QRS* a *vlnu T* a přiřadíme srdeční aktivity. Odečteme délku trvání sledovaného srdečního cyklu a vypočteme přibližnou minutovou srdeční frekvenci testované osoby. Posoudíme případné odlišnosti námi získaného grafického záznamu od vzorového. Provedeme diskuzi ohledně využití EKG pro posouzení zdravotního stavu jedince.

Nastavení HW a SW

Připojíme Senzor EKG PS-2111 do USB LINKu PS-2100A a propojíme s USB portem počítače (obr. 2).

Spustíme v počítači program DataStudio. V DataStudio zvolíme variantu *Creative experiment*, program sám rozpozná senzor. V nabídce měření *Displays* kliknutím na *Graf* zvolíme měření *Voltage*. Na horní liště zvolíme nabídku *Setup*, v úvodní obrazovce zvolíme vzorkování 200 Hz a v horní liště v nabídce *Vzorkování* přednastavíme automatický stop po 10 sekundách, potvrdíme *OK*. Zavřením okna je program připraven ke sběru dat.

Poznámka

Doporučujeme zadat před tímto experimentem žákům jako domácí samostudium vyhledat informace o EKG.

Poznámka

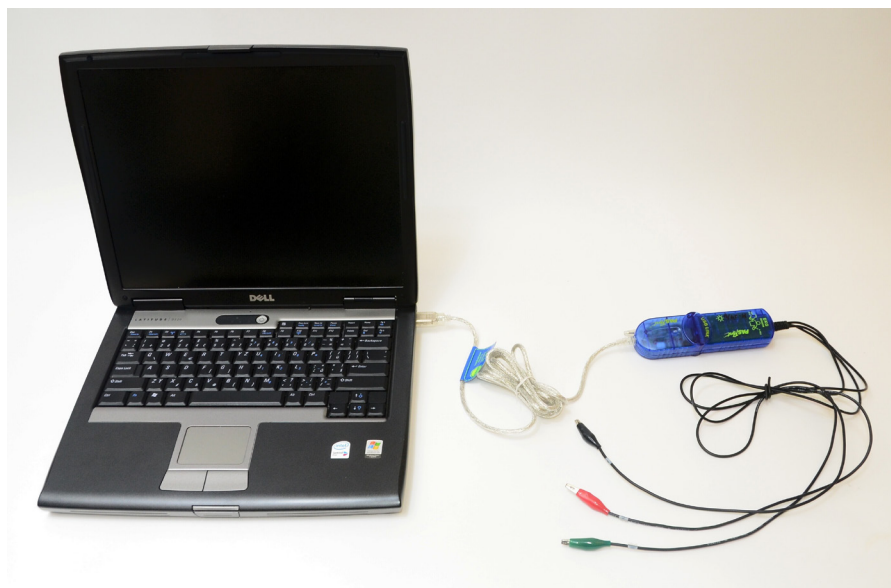
Senzor je navržen pro studijní účely, neměl by být využíván pro medicínskou diagnózu!

Technická úskalí, tipy a triky

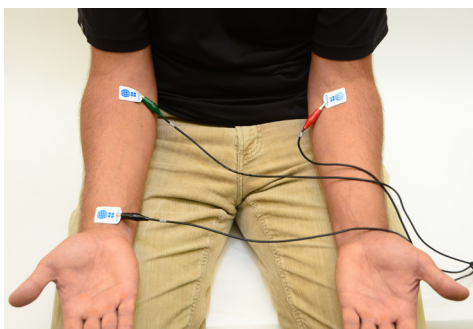
Je vhodné provést následnou analýzu za využití interaktivní tabule.

Poznámka

Před měřením je vhodné zjistit, zda testovaná osoba nemá nějaké zdravotní omezení. Získaný grafický záznam uložíme jako soubor DataStudio (*.ds) pro případnou další analýzu. Snažíme se, aby žáci při analýze spolupracovali.



Obr. 2: Sestava měřicí techniky



Obr. 3: Zapojení elektrod

Technická úskalí, tipy a triky

Místo elektrodových náplastí je možné využít končetinové EKG elektrody 3000F9024.

Příprava měření

Testovaná osoba si sundá všechny prstýnky, řetízky a jiné kovové předměty. Umyje a osuší si obě předloktí a zápěstí na pravé ruce. Elektrodové náplasti přilepíme na pravé zápěstí a obě předloktí. K senzoru zapojíme nejprve černou (zemnicí) elektrodu na zápěstí pravé ruky, poté zelenou (negativní) elektrodu do předloktí pravé – a červenou (pozitivní) elektrodu do předloktí levé ruky (obr. 3).

Po tomto zapojení by měla blikat **červená LED dioda** na senzoru (v srdečním rytmu). Signalizuje tak, že senzor je připraven ke sběru dat.

Vlastní měření a záznam dat

Zabráníme tomu, aby testovaná osoba viděla v průběhu měření zobrazované údaje, během měření musí být v klidu a nemluvit.

Stiskem zeleného tlačítka *START* v levém rohu spustíme měření. Grafický záznam EKG uložíme z nabídky *File – Save Activity As...* jako soubor *DataStudio (*.ds)* na místo, které máme vyhrazeno k ukládání souborů k případné další analýze (obr. 4).

Analýza naměřených dat

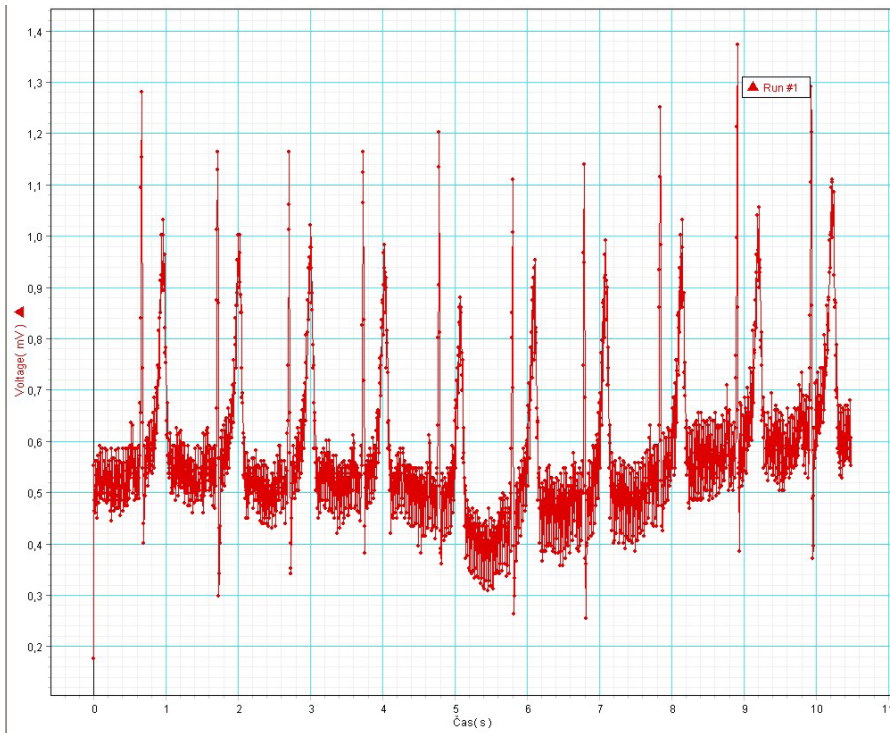
Použitím funkce *Scale to fit* upravíme měřítko grafu.

Upravíme záznam vertikálně a horizontálně tak, abychom na obrazovce viděli záznam jednoho srdečního cyklu. Kurzorem najedeme na vodorovnou osu grafu do blízkosti číselného označení, místo kurzoru se objeví obousměrná šipka. Tahem levým tlačítkem myši roztáhneme graf do požadovaného náhledu. Obdobným postupem můžeme graf upravit vertikálně.

Z celkového záznamu vybereme **vhodný srdeční cyklus** k analýze tak, že kurzorem najedeme na vodorovnou osu grafu mezi číselné označení, objeví se místo kurzoru ruka a tahem levým tlačítkem myši vybereme nejvhodnější srdeční cyklus.

Pro lepší orientaci v grafu „vyhladíme“ křivku zrušením nastavení *Data points* v nabídce *Settings*. Pomocí tlačítka *Smart tool* nastavíme izoelektrickou linii.

V grafickém záznamu zvýrazníme *vlnu P*, *komplex QRS* a *vlnu T* a analyzovaný srdeční cyklus. Příklad postupu při **zvýraznění vlny P**:



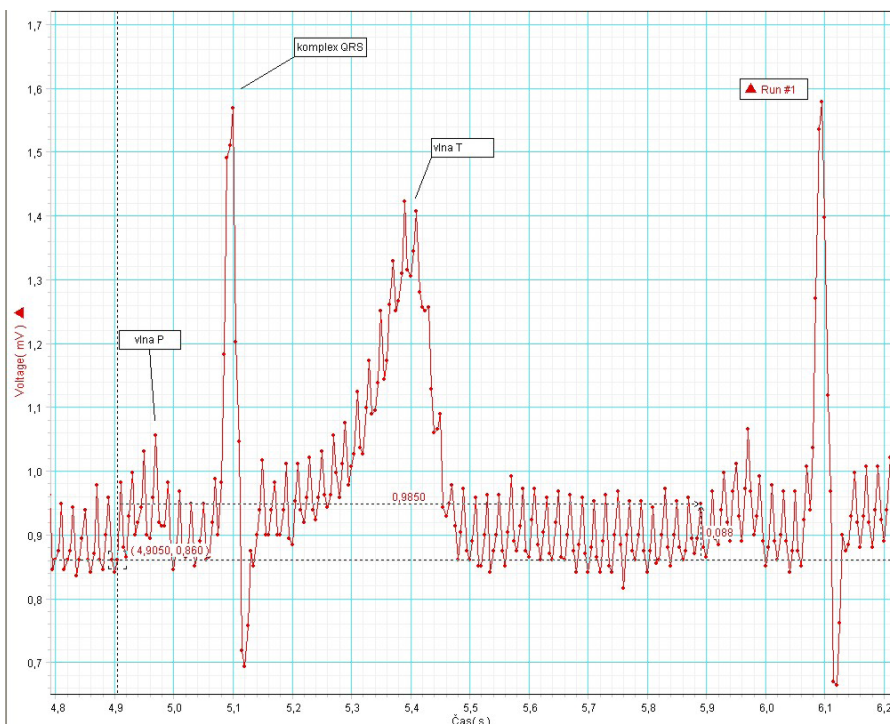
Obr. 4: Naměřené EKG

Aktivujeme tlačítko *Align matching X Scales* a kliknutím v prostoru grafu pod místem přechodu klidového potenciálu do pozitivní výchylky počátku sledovaného srdečního cyklu tažením levým tlačítkem myši do prostoru návratu pozitivní výchylky k isoelektrické linii barevně vyznačíme vlnu P. Aktivaci tlačítka *Note* vlnu popíšeme. Stejným způsobem provedeme zvýraznění dalších sledovaných parametrů (obr. 5).

Odečteme délku trvání sledovaného srdečního cyklu pomocí tlačítka *Smart tool*. Klikneme na *Smart Tool* na liště grafu. Zobrazený osní kříž v grafu uchopíme myši a se stisknutým levým tlačítkem myši jej přesuneme do po-

Poznámka

Při barevném zvýraznění dalšího parametru pomocí tlačítka *Align matching X Scales* barevné označení předchozího parametru zmizí. Je proto vhodné jednotlivé kroky postupně ukládat pro další využití.



Obr. 5: Analyzovaný srdeční cyklus

Hodnocení výsledků

Na získaném grafickém záznamu jednoho srdečního cyklu rozpoznáme vlnu P, komplex QRS a vlnu T, ke sledovaným úsekům přiřadíme jednotlivé činnosti srdce: vlna P – systola síní, QRS – systola komor a vlna T – diastola komor. Porovnáme záznam získaný měřením se vzorovým a posoudíme případné odlišnosti, například absenci vlny Q. Vyhledáme úseky bez asymetrických výchylek od izoelektrické linie. Zjistíme délku trvání sledovaného srdečního cyklu a odvodíme přibližnou minutovou srdeční frekvenci testované osoby, porovnáme s průměrnou normovanou hodnotou.

Doporučujeme zvolit postup, aby žáci sami označovali sledované parametry, případná chybná určení opravíme. Je vhodné využít k demonstraci výsledků interaktivní tabuli.

Syntéza a závěr

Žáci by se měli naučit orientovat v získaném elektrokardiografickém záznamu, rozeznat různé vlny a úseky na EKG a spojit je s aktivitami jednotlivých částí srdce v průběhu jednoho srdečního cyklu. Uvědomí si, že grafický záznam lze využít pro výpočet minutové srdeční frekvence.

Zdůrazníme význam EKG pro diagnostiku poruch srdeční činnosti jedince. Je vhodné ukázat žákům záznamy EKG s nefyziologickou křivkou.

částku sledovaného srdečního cyklu. Pohybujeme myší do strany čtverce, který je v osním kříži, dokud se neobjeví symbol trojúhelníku. Poté se stisknutým levým tlačítkem myši přetáhneme kurzor do konce sledovaného srdečního cyklu, uvolníme tlačítko myši. Hodnotu odečteme na vodorovné ose s přesností na dvě desetinná místa.

Informační zdroje

- AL], K. Bernášková ... [et], Redakce R. ROKYTA a Ilustrace L. D ILUSTRACE L. ŠTASTNÁ. *Fyziologie: praktická cvičení a demonstrace*. 2. vyd. Praha: Pro 3. lékařskou fakultu Univerzity Karlovy vydalo Psychiatrické centrum Praha, 2002. ISBN 80-851-2133-6.
- SILBERNAGL, Stefan a Agamemnon DESPOPOULOS. *Atlas fyziologie člověka*. 6. přeprac. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2004, 435 s. ISBN 80-247-0630-X.
- VOKURKA, Martin. *Praktický slovník medicíny*. 5. rozš. vyd. Praha: Maxdorf, 1998, 490 s. ISBN 80-858-0081-0.
- PASCO. *Návod k obsluze senzorů Pasport* [online]. [cit. 17. 7. 2012]. Dostupný na WWW: <http://www.pasco.cz/images/stories/Manualy/___PS-%2021XX%20Manual.pdf>.
- PASCO. *Pasco* [online]. [cit. 2012-07-17]. Dostupné z: www.pasco.cz
- PASCO. *Pasco* [online]. [cit. 2012-07-17]. Dostupné z: www.pasco.com
- VERNIER. *Vernier* [online]. [cit. 2012-07-17]. Dostupné z: www.vernier.cz