

Novinky v biofyzikálních experimentech s ISES i bez

Bronislav Balek

e-mail: bbalek@seznam.cz

Střední škola dopravy, obchodu a služeb Moravský Krumlov

Klíčová slova

EKG, tep, pulsová vlna, systolický a diastolický tepenný tlak, Korotkovovi ozvy, dechová křivka, dechová frekvence, EMG, EOG, ISES, fotoplethysmografický snímač, infuze

1 Úvod

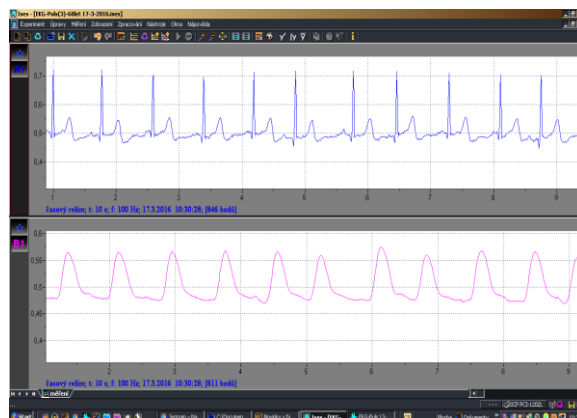
Internetové školní experimentální studio ISES se mimo fyziku a chemii hodí také pro měření biofyzikálních veličin. V humánní medicíně se tyto veličiny nazývají biosignály, které rozeznáváme elektrické a neelektrické. Nejčastěji snímané elektrické biosignály jsou EKG (elektrická aktivita srdce), EEG (elektrická aktivita mozku), EMG (elektrická aktivita kosterních svalů), EOG (elektrická aktivita okohybných svalů), atd. Mezi neelektrické biosignály patří NIBP (neinvazivní měření tepenného krevního tlaku), SpO₂ (nasycení tepenné krve kyslíkem – možno snímat s prstů rukou i nohou a uší), pulsovou tepennou hemodynamickou vlnu (z prstů a uší, artérie radialis, krčních, spánkových a čelních tepen), respirogram – dechová křivka, teplota TEMP, atd. Jako novinky má ISES nový EKG modul, reflexní fotoplethysmografický snímač pulsu, snímač kapek atd.

Kromě systému ISES lze pro měření biosignálů člověka použít také profesionální lékařské přístroje, které se používají ve zdravotnictví. Podrobně se o těchto přístrojích hovořilo v minulém příspěvku na konferenci Počítač ve škole 2015 s názvem: Mobilní lékařské přístroje ve škole. Obojí přístroje si budou moci účastníci vyzkoušet.

2 Měření EKG a srdečního tepu



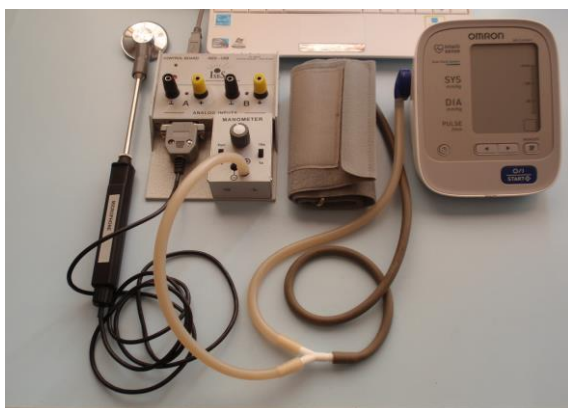
Obr. 1. Modul EKG a prstový snímač pulsu



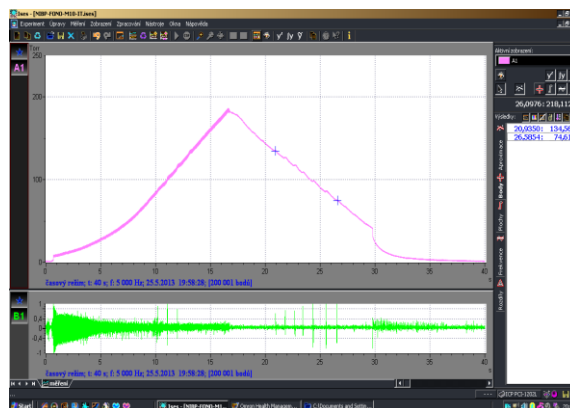
Obr. 2. Grafy EKG a pulsové periferní tepenné vlny

Pro měření elektrické aktivity srdce (EKG) je použit miniaturní EKG zesilovač (obr. 1. černá krabička) a prstový klipsový reflexní fotoplethysmografický snímač (obr. 1. vpravo). EKG se dá snímat elektrodami končetinovými klipsovémi nebo lepícími předgelovanými elektrodami pro jedno použití.

3 Tepenný krevní tlak indikovaný Korotkovými ozvy



Obr. 3. Mikrofony a digitální tonometr

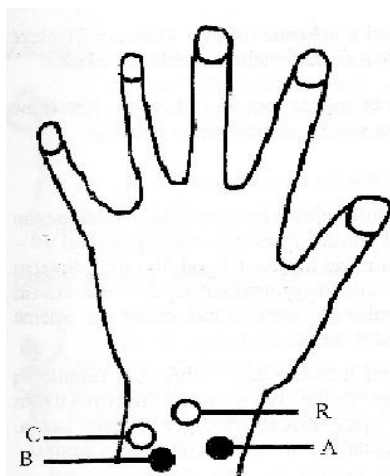


Obr. 4. Nahoře tlak v manžetě, dole Korotkovovy ozvy

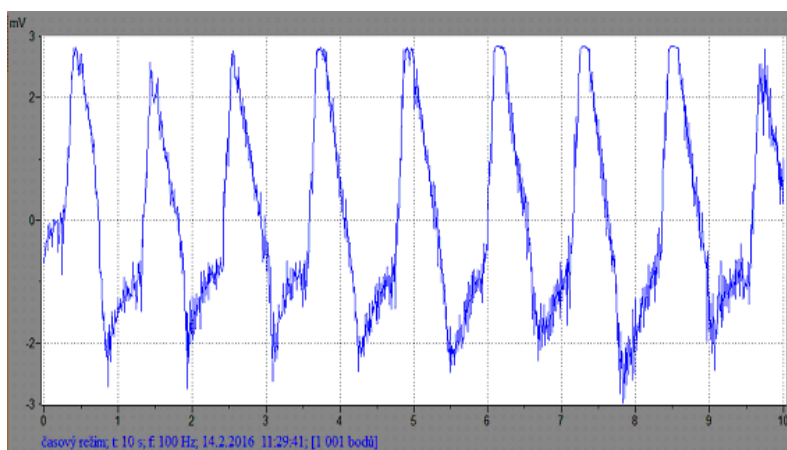
Pro vizualizaci tepenného krevního tlaku v pažní manžetě a Korotkovových ozev v pažní tepně je použito dvoukanálové zařízení ISES-USB. Pro tlakování manžety je určen digitální tonometr. Tlak vzduchu je přiváděn současně jak do manžety tak také do manometru ISES. Ozvy v tepně jsou indikovány spojením mikrofonu ISES a mikrofonu fonendoskopu. První ozva odpovídá systolickému (hornímu) tepennému tlaku a poslední ozva koresponduje s diastolickým tlakem. Vpravo na obr. 4 jsou digitálně zobrazeny systolický a diastolický tlak. Protože pro tlakování manžety používáme digitální tonometr, který zároveň tepenný tlak měří, lze jím naměřené hodnoty srovnat s naším odečtem. Ideální tlak je 120/80 mmHg.

4 Měření EMG elektrické aktivity kosterních svalů

EMG – elektromyogram představuje elektrickou aktivitu kosterního svalstva. Napětový rozsah těchto biosignálů je (0,05–5) mV a frekvenční rozsah je (2–500) Hz. Při stahu svalových vláken vzniká elektrický signál, který má charakter impulsu s dobou trvání (3–15) ms a opakovací frekvencí (6–30) Hz. Pro snímání EMG používáme plošné elektrody a speciální biozesilovač. Pro měření EMG byl užít dvoukanálový měřicí systém ISES-USB.



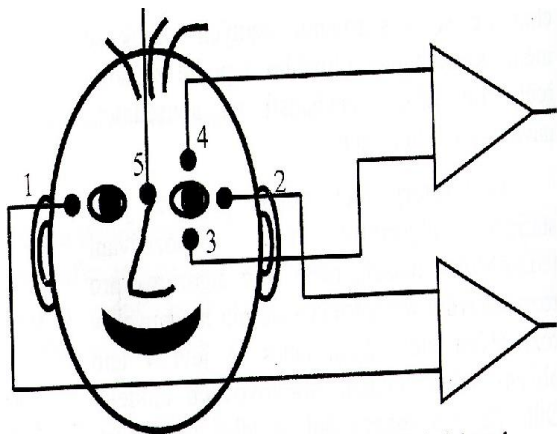
Obr. 5. Umístění elektrod EMG



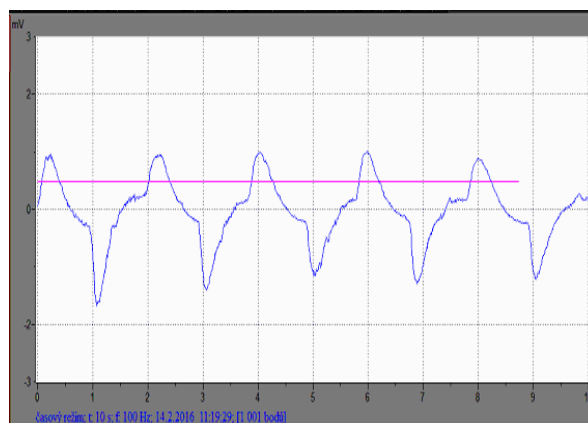
Obr. 6. Elektromyogram EMG při zatínání pěsti

5 Měření EOG elektrické aktivity okohybných svalů

EOG – elektrookulogram je záznam změn elektrického napětí vyvolaných spontánním nebo řízeným pohybem oka. Oko se chová jako dipól, přičemž na rohovce je kladný náboj a na sítnici náboj záporný. Napětový rozsah EOG je 10 μ V – 3,5 mV a frekvenční rozsah je (0–100)Hz. Pro snímání EOG používáme plošné elektrody a speciální biozesilovač.



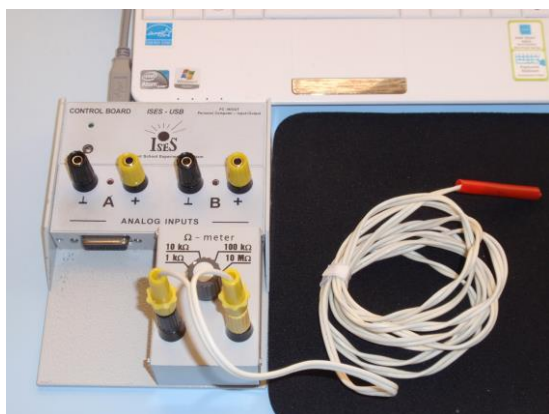
Obr. 7. Umístění elektrod při snímání EOG



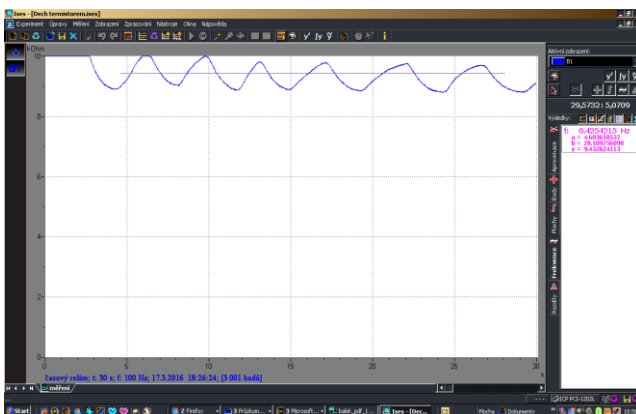
Obr. 8. Elektrookulogram EOG při pohledu nahoru-dolu

6 Měření dechové křivky a dechové frekvence

Pro měření dechové křivky a dechové frekvence lze užít několik způsobů. Jedním z nich je užití termistoru NTC (má záporný teplotní koeficient odporu) pro získání pseudodechové křivky. Termistor můžeme vložit do nosní dírky nebo do kanyly, která se vkládá do úst. Z dechové křivky pak pomocí systému ISES odečteme dechovou frekvenci v [Hz] a násobením 60ti dostaneme dechovou frekvenci za minutu [dechů/min].



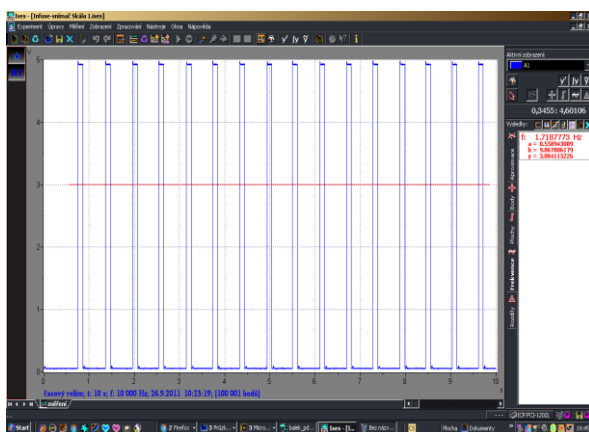
Obr. 9. ISES-USB-Ohmmetr-Termistorové čidlo



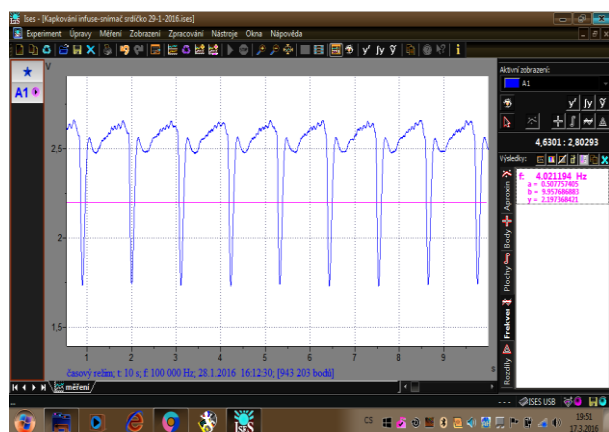
Obr. 10. Pseudodechová křivka-Vpravo dech. Frekvence[Hz]

7 Měření kapkování

Snímač kapek a infusní soupravu lze užít v biologii, biofyzice, fyziologii atd. pro ukázkou funkce infusní pumpy. V chemii lze tímto způsobem provádět titrace a ve fyzice nastavovat požadované průtoky. Nově máme dva snímače kapek. Je to profesionální snímač kapek firmy Skála (graf obr. 11) a také reflexní fotosnímač (graf obr. 12).



Obr. 11. Graf kapkování s čidlem Skála



Obr. 12. Graf kapkování s reflexním fotočidlem

8 Závěr

Všechna výše uvedená zapojení a měření provedl autor tohoto příspěvku, všechny obrázky jsou vlastní. Detailní vysvětlení jednotlivých principů je uvedeno v literatuře [1].

9 Zdroje

- [1] Balek B.: *Biologické experimenty se systémem ISES. Návod pro laboratorní cvičení*: skripta Ivančice 2012, 51 stran.