

BIOFYZIKÁLNÍ EXPERIMENTY SE SYSTÉMEM ISES ANEB SNÍMÁNÍ BIOSIGNÁLŮ LIDSKÉHO TĚLA

BALEK Bronislav, ČR

Resumé

Intelligentní školní experimentální systém (ISES) je počítačový systém, který lze využít mimo jiné i v biofyzice ke snímání a zpracování biologických signálů lidského těla.

Klíčová slova: biofyzika, experimenty, ISES, biosignál, lidské tělo.

BIOPHYSICAL EXPERIMENTS WITH ISES SYSTEM – SCANNING (MEASUREMENT) OF BIOLOGICAL SIGNALS OF HUMAN BODY

Abstract

Intelligent School Experimental System (ISES) is computer system which also we can use in biophysics for scanning and procesing of biological signals of human body.

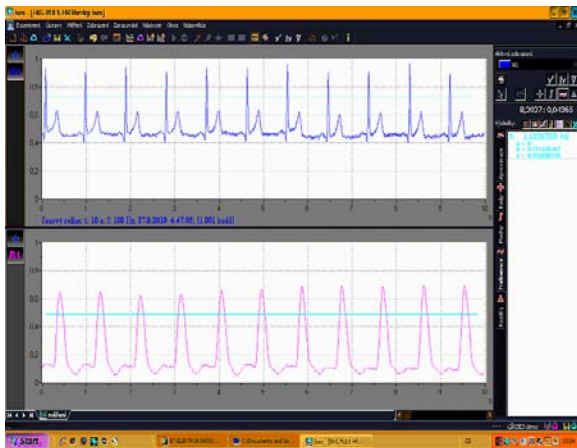
Key words: biophysics, experiments, ISES, biosignal, human body.

Úvod

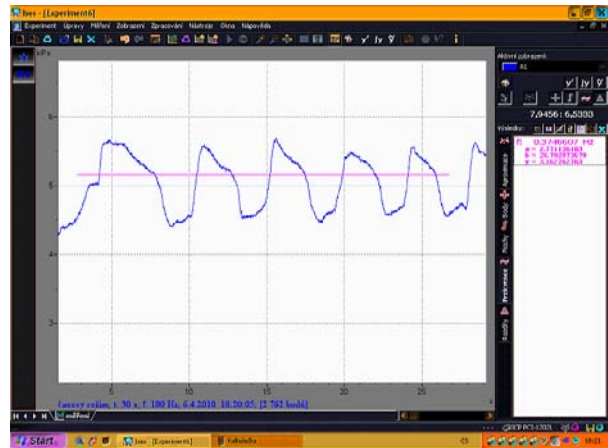
Počítačový Intelligentní školní experimentální systém ISES lze experimentálně využít v předmětech jako je: fyzika, chemie, biologie, biofyzika, fyziologie, elektrotechnika, elektronika, měření, automatizace. **Biofyzikální experimenty** se systémem ISES se zabývají počítačovým snímáním a zpracováním biologických signálů – **biosignálů**, které mají fyzikální podstatu. Biosignály mohou být **elektrické** generované nervovými a svalovými buňkami např. EKG (elektrokardiogram)–elektrická aktivita srdce, EEG (elektroencefalogram)–elektrická aktivita mozku, EMG (elektromyogram)–elektrická aktivita svalů atd., nebo **neelektrické** např. krevní tlak, pulsní periferní vlna, srdeční ozvy, dechová křivka, koncentrace kyslíku a kyslíčnicku uhličitého v dýchacích plynech, teplota, infuze atd. V přednášce a prezentaci budou popsány a předvedeny některé biofyzikální experimenty: EKG a pulsová vlna, dechová křivka, krevní tlak, infuze, srdeční ozvy, EMG - elektrická aktivita svalů, EOG - elektrické napětí mezi rohovkou a sítnicí oka atd.

1 Měření EKG a pulsu (Obr. 1.)

Elektrické impulsy vycházející ze sinusového uzlíku (Pace Maker) srdce se šíří pomocí elektrické převodní soustavy srdeční do celé svaloviny srdce a vně, pomocí EKG elektrod, můžeme tento aktivní elektrický projev srdeční tkáně snímat jako elektrokardiogram (EKG). Nejvyšší vlna EKG–QRS komplex pak vybudí vypuzení krve z levé srdeční komory v době systoly. Tato pulsová tlaková vlna se přes aortu šíří krevním řečištěm do jednotlivých částí našeho těla až k periférii a tedy i do konečků prstů. Změny objemu periferie (např. konečků prstů) v závislosti na naplnění tkání krví při srdeční revoluci (pulsní periferní vlně) se nazývají pletysmografie. Tyto změny se snímají fotoelektrickým snímačem pulsu. Z EKG nebo pulsové vlny lze odvodit srdeční (tepovou) frekvenci. Grafy EKG a pulsové periferní vlny jsou na obr. 1.



Obr. 1. Grafy EKG a pulsové vlny



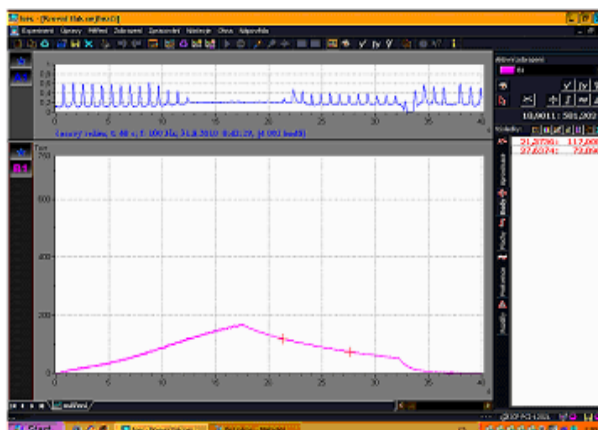
Obr. 2. Respirogram

2 RESPIROGRAM (Obr. 2.)

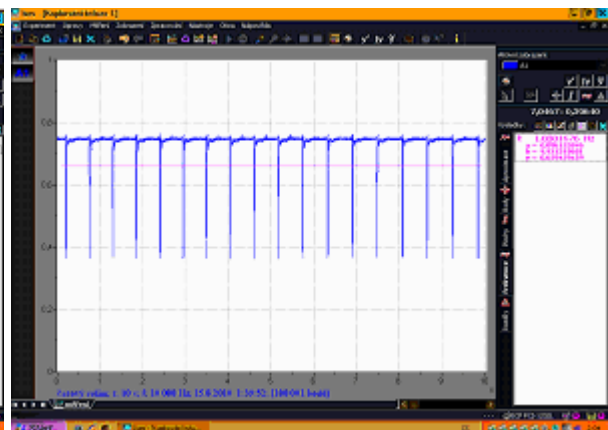
ISESem lze také snímat a zobrazit respirační-dechovou křivku (respirogram) a z ní lze, pomocí odečtu frekvence, odvodit dechovou (respirační) frekvenci. Pro měření je použit tlakový modul a speciální přípravek s aerodynamickým odporem, který klade průtoku vdechovaného a vydechovaného vzduchu aerodynamický odpor. Odbočka na vstupu přípravku měří průběh náporového tlaku před překážkou v době inspiria (vdechu) a expiria (výdechu). Tato tlaková křivka přibližně reprezentuje dechovou křivku. Naměřená křivka (respirogram) je na obr. 2.

3 MĚŘENÍ TEPENNÉHO KREVNÍHO TLAKU (Obr. 3.)

Tepenný krevní tlak lze měřit neinvazivně několika způsoby. Osobní automatické tlakoměry využívají převážně oscilometrické metody. Ta spočívá v tom, že pažní manžeta se nafoukne na totální okluzy až pažní tepnou neteče žádná krev a tedy i snímač pulsu neindikuje pulsovou vlnu (viz.obr. 3. první křivka). Pozvolna se vypouští vzduch z manžety a sledují se oscilace (pulsace) na tlakové křivce (obr.3. druhá křivka). První oscilaci (viz.obr. 3. první pulsová křivka) odpovídá systolický (horní) tlak, poslední pulsaci odpovídá diastolický (dolní tlak) viz. obr. 3. dolní tlaková křivka.



Obr. 3. Grafy pulsových vln a tlaku v manžetě



Obr. 4. Graf kapkování infuze

4 INFUSE (Obr. 4.)

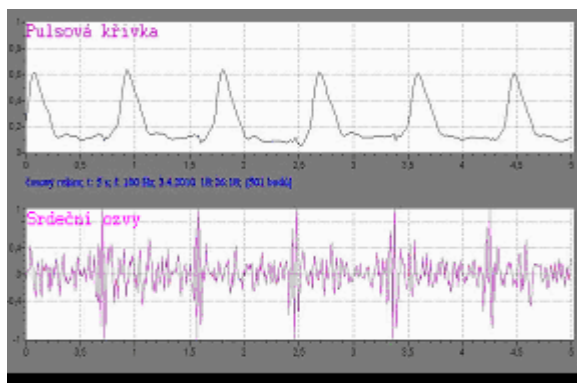
Infuse v medicíně je léčba nemocných infusními roztoky vpravovanými do žil nebo tepen. Infusí se může např. zvyšovat krevní tlak nemocnému, dodávat nemocnému potřebné medikamenty vstříknuté do infusního roztoku ve vaku, po určitý časový interval nebo dodávat intravenosní (nitrožilní) výživu. Kapkování infusí lze snímat optickou závorou, zobrazit na obrazovce a akusticky indikovat pomocí reproduktoru. Protože 20 kapek odpovídá 1ml roztoku lze podle počtu kapek určit jaký objem infuse nemocný dostane za určitý časový interval. Na obrázku 4. je graf kapkování infuse.

5 FKG – FONOKARDIOGRAM (SRDEČNÍ OZVY) (Obr. 5.)

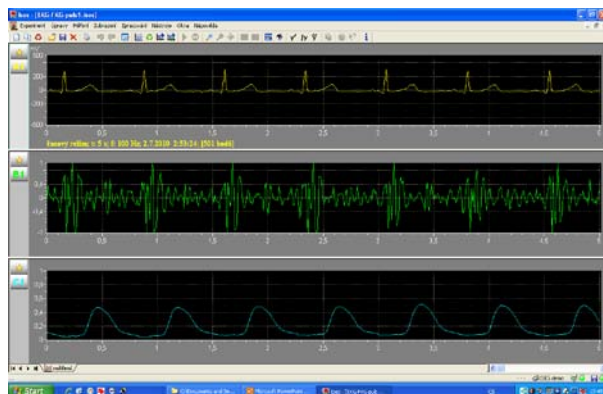
Proudění krve, její narážení na chlopně i stěny srdce, otevírání a zavírání srdečních chlopní vyvolává specifické kmity ve frekvenčním pásmu 40-500 Hz. Tyto kmity (ozvy) lze registrovat fonokardiografem nebo si je lékař přímo zesiluje fonendoskopem (stetoskopem) přičemž usiluje o nalezení místa s maximální intenzitou zvuku.

Zkušený kardiolog dokáže poslechem určit zúžení nebo nedostatečnost mitrální (síňokomorové) nebo aortální chlopně, zúžení plicnice apod.

Při jedné srdeční revoluci (jednom vypuzení krve z levé komory a její plnění) vznikají 4 srdeční ozvy, přičemž slyšitelné fonendoskopem jsou první dvě. Grafický záznam srdečních ozvů se nazývá fonokardiogram (FKG). První ozva, systolická, je současná se systolou (vytlačování krve z komory), je hlubší, delší a hlasitější. Druhá ozva diastolická, spadá do začátku diastoly (plnění komory krví) a je kratší. Grafy pulsově křivky a fonokardiogramu (FKG) jsou na obr. 5.



Obr. 5. Grafy pulsově vlny a srdečních ozvů



Obr. 6. Grafy EKG – FKG – pulsově vlny

6 EKG – FKG – PULSOVÁ VLNA (Obr. 6.)

Kombinací předchozích měření vzniknou grafy experimentu EKG (elektrokardiogram), FKG (fonokardiogram-srdeční ozvy) a pulsově periferní vlny. Grafy toho experimentu EKG-FKG-Pulsově vlny jsou na obr. 6.

7 ELEKTROMYOGRAFIE – MĚŘENÍ EMG

EMG-elektromyogram představuje elektrickou aktivitu svalových vláken. Napěťový 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

8 ELEKTROOKULOGRAFIE – MĚŘENÍ EOG

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. Napěťový rozsah EOG je 10V -3,5mV a frekvenční rozsah je (0-100)Hz. Pro snímání EOG používáme plošné elektrody a speciální biozesilovač.

Závěr

ISES je univerzální otevřený měřicí, zobrazovací a vyhodnocovací systém hodící se pro výuku v předmětech vyjmenovaných v úvodu. V tomto příspěvku byl využit ISES pro *Biofyzikální experimenty* – snímání biosignálů z lidského organismu.

Množství funkcí lidského organismu bylo inspirací pro uplatnění v technice. Z principů smyslových orgánů vychází řada snímačů a převodníků v různých technických oborech. Přenosy signálů od lidských čidel do centrální nervové soustavy jsou uskutečňovány iontovou vodivostí v elektrolytech tedy vodivostí II. řádu a na nervová vlákna se pohlíží jako na dlouhá elektrická vedení. Zpracování elektrických signálů centrální nervovou soustavou (mozek a mícha) je činěno multiprocessorově. Celé tyto uzavřené zpětnovazební systémy udržují lidský organismus v rovnováze.

Biofyzika a fyziologie se vyučuje na lékařských fakultách. Na středních školách na gymnáziích začíná zájem o tuto oblast a může připravovat prakticky studenty, zajímající se o biofyzikální experimenty, o vstup na lékařské fakulty. Na středních odborných školách na principech smyslových orgánů, vedení vzruchů a procesorovém zpracování mohou studenti lépe pochopit principy snímání, zpracování a vyhodnocení signálů. Není vyloučeno, že časem bude zájem o tuto oblast i na základních školách.

Literatura

1. HRUBÝ, L., HÉDL R., HOLČÍK, J. *BIONIKA (Návody do laboratorních cvičení)*. Skripta. ÚBMI VUT Brno 2000. stran 49, ISBN 80-214-1769-2.
2. ČIHÁK, J. *Biofyzikální snímače, sondy a elektrody*. Skripta. PF Univerzity Palackého Olomouc 1985, 139 s.
3. HUSÁK M. a kol.: *SENZORY V LÉKAŘSTVÍ (Návody k laboratorním cvičením)*. Skripta. FBI ČVUT Praha 2008, 163 s. ISBN 978-80-01-03611-2.
4. HOZMAN, J. a kol. *PRAKTIKA Z BIOMEDICÍNSKÉ A KLINICKÉ TECHNIKY*. Skripta. FBI ČVUT Praha 2008, stran 154, ISBN 978-80-01-03956-4
5. ROZMAN, J. a kol.: *ELEKTRONICKÉ PŘÍSTROJE V LÉKAŘSTVÍ*, ACADEMIA, Praha 2006, stran 406, ISBN 80-200-1308-3.
6. Mentar & PC-IN/OUT: *Uživatelská příručka programu ISESWIN32i (pracovní verze 30.11.2007)*, stran 76

Lektoroval: Prof. Ing. Otakar Sláma, DrSc.

Kontaktní adresa:

Bronislav Balek, Ing,
Slunečná 33, 664 91 Ivančice,
Tel. 732 238 845, e-mail: bbalek@seznam.cz