

MONITOROVACÍ TECHNIKA NA ARO

BALEK Bronislav, ČR

Resumé

Nové trendy technického vzdělávání se uplatňují i v moderní novodobé medicíně. Monitorování základních životních funkcí je typickým příkladem využití ICT a techniky ve škole i v praxi. Na anesteziologicko resuscitačním oddělení (ARO) nemocnice polyfunkční kardiomonitor monitorují biosignály základních životních funkcí kriticky nemocných. Jsou to: elektrokardiogram (EKG), srdeční frekvence (HR), neinvazivní arteriální krevní tlak (NIBP), dechová křivka a dechová frekvence (RR), teplota, saturace krve kyslíkem (SpO₂), popřípadě volitelně mozková aktivita (EEG), invazivní krevní tlak (IBP) atd.

Klíčová slova: Monitor, biosignály srdce (EKG), mozku (EEG), tepenného krevního tlaku (NIBP), nasycení krve kyslíkem – pulzní oxymetrie (SpO₂), invazivní měření tepenného krevního tlaku (IBP). Alarmy odvozených veličin.

MONITORING EQUIPMENT FOR RESUSCITATION

Abstract

New trends in technical education are applied in modern medicine. Monitoring of vital signs is a typical example of the use of ICT and technology at school and in practice. At the anesthesiology and resuscitation department (ARO) of hospital multifunctional cardiomonitors monitor of vital signs biosignals of critically ill patients. They are: electrocardiogram (ECG), heart rate (HR), noninvasive arterial blood pressure (NIBP), respiratory curve and respiratory rate (RR), temperature, oxygen saturation (SpO₂), or optionally brain activity (EEG), invasive blood pressure (IBP), etc.

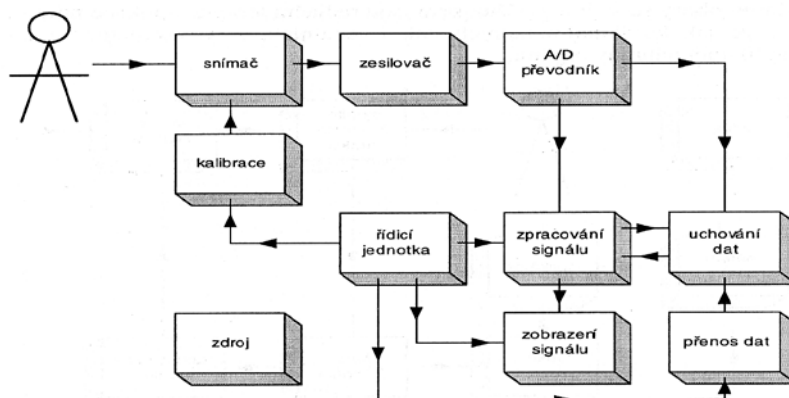
Key words: Monitor, biosignals of heart (ECG), brain (EEG), arterial blood pressure (NIBP), oxygen saturation - pulse oximetry (SpO₂), invasive measurement of arterial blood pressure (IBP). Alarms of derived variables.

Úvod

Cílem tohoto příspěvku je seznámit účastníky konference Trendy ve vzdělávání s nejnovějšími poznatky v monitorování základních životních funkcí nemocného v resuscitační péči [1].

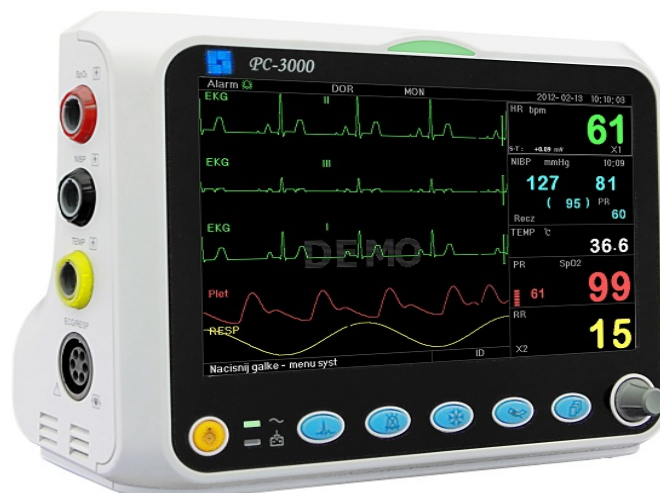
Monitorování je dlouhodobá kontinuální vizualizace měření a sledování specifických jevů základních životních funkcí nemocného. Základem správného monitorování je správné měření. Navíc, oproti měření, se při monitorování sledují odvozené veličiny základních životních funkcí nemocného v určitém (předem zvoleném) tolerančním pásmu. Např. srdeční frekvence z EKG, systolický a diastolický tlak z tlakové křivky, dechová frekvence z dechové křivky atd. Tedy monitory kromě kvalitních měřičů obsahují hlídače mezních stavů (alarmy – poplachy) s optickou nebo akustickou indikací překročení mezí (tolerančního pásma). Monitor hodnotí, na určité úrovni, situaci sám podle zadaných kritérií a také sám upozorňuje (monet) obsluhující personál na mimořádné situaci. Alarmy jsou fyziologické upozorňující obsluhu na závažné a méně závažné změny nemocného. Dalšími poplachy jsou poplachy technické informující na nesprávné přiložení nebo zapojení snímačů.

1 Blokové schéma monitoru



Obr.1 Blokové schéma monitoru [1]

Mezi nemocným a snímačem bývá kontaktní medium viz Obr. 1. Při snímání EKG je to EKG gel, který snižuje přechodový odpor tkáň-elektroda. Při ultrazvukovém zobrazování je to ultrazvukový gel. Snímači elektrických biosignálů bývají EKG, EEG, EMG atd. elektrody. Snímače neelektrických biosignálů – se někdy nazývají převodníky, neboť převádějí neelektrické veličiny na veličiny elektrické (snímače tlaku, teploty, zvuku, ultrazvuku atd.). Snímané biosignály jsou analogové (časově spojité) a velmi malé proto se zesilují v zesilovači. Protože počítač pracuje pouze z binárními digitálními elektrickými signály převádí se analogový signál ze zesilovače na digitální v A/D převodníku. Řídící jednotka, zpracování signálu, uchování dat, zobrazení signálu a přenos dat tvoří dohromady počítač. V bloku zpracování signálu se binární signály vyhodnotí, získají se z nich odvozené veličiny a ty se uloží do pevné paměti počítače (uchování dat) a zobrazí na obrazovce počítače (zobrazení signálu). Blok přenos dat slouží k počítačovému propojení monitoru s centrálním monitorem oddělení a ten pak dále může být napojen na počítačovou síť nemocnice.



Obr. 2 Monitor. Zelené stopy EKG (3 svody), červená (SpO2), spodní respirace [3]
Číslice: 61 (tep), 127/81 (systol./diastol.tlak), 36,6 (teplota), 99 (okysličení krve), 15 (dech)

Tabulka 1. Typické hodnoty vybraných elektrických biosignálů člověka [2]

Biosignál	Napět'ový rozsah	Frekvenční rozsah	Testovací napětí
Elektrokardiogram EKG - srdce	0,5–5 mV	0,05–100Hz	1 mV
Elektroencefalogram EEG - mozek	2-200 μ V	0,5-200 Hz	50 μ V
Elektromyogram EMG – svaly	0,05-5 mV	2-500 Hz	-
Elektrookulogram EOG - oko	10 μ V-3,5 mV	0-100Hz	-

Tabulka 2. Rozsahy některých odvozených veličin získaných z biosignálů

ODVOZENÁ VELIČINA	MENŠÍ NEŽ NORMÁL	NORMÁL	VĚTŠÍ NEŽ NORMÁL
Srdeční frekvence	Bradykardie	(60-90) tepů/min.	Tachykardie
Dechová frekvence	Bradypnoe	(10-18) dechů/min	Tachypnoe
Krevní tlak tepenný Systolický/Diastolický	(100/60)mmHg Hypotenze	(120/80) mmHg	(139/89)mmHg Hypertenze
Centrální žilní tlak	Hypotenze	(6-12) mmHg	Hypertenze
Pulsní saturace SpO2	Hypoxie	(95-100)%	

Pozn.: Alarm hlídá "Normální hodnoty odvozených veličin". Jsou-li pod či nad aktivuje se.

2 Monitorování EKG, srdeční a dechové frekvence (EKG, HR, RR)

EKG se snímá EKG elektrodami vyrobenými ze sintrátu Ag-AgCl. EKG elektrody (předgelované samolepící pro jedno použití) se umísťují na hrud' na dohodnutá svodová místa nemocného dle Einthovenova trojúhelníku.. Elektrody se propojí s monitorem EKG kabelem. Amplituda EKG signálu bývá kolem 1 mV a frekvenční rozsah (0,05-100) Hz. Viz tab.1. Vstupní impedance EKG zesilovače musí být vyšší než 2,5 M Ω .

Srdeční frekvence (puls) se získává z R-vln EKG signálu nebo z pulzní periferní vlny z prstového fotoelektrického snímače v kardi tachometru. Normální frekvence je (60-90) tepů/min. Viz tab. 2. Pod 60 tepů/min. je to bradykardie nad 90 tepů/min. je tachykardie.

Dechová frekvence se získává z dechové křivky. Reografická dechová křivka vznikne měřením impedance (zdánlivého odporu) hrudníku nemocného v souvislosti s jeho dýcháním. Impedance hrudníku se mění s vdechem a výdechem nemocného, neboť dochází ke kontrakci a expanzi hrudníku. Protože měřená impedance obsahuje paralelní a sériové kombinace ohmických odporů (R) a reaktančních kapacit (C), měří se střídavým proudem. Frekvenční rozsah je (30-600) kHz. Obvod elektrod je napájen z generátoru napětím asi 3 V. Použitím speciálních filtrů na vstupu zesilovače EKG lze z jedné EKG elektrod snímat okamžitý

průběh EKG a okamžitý průběh reografické dechové křivky (impedanční pneumogram). Dechová frekvence se odvozuje s dechové křivky v respirotachometru.

3 Neinvazivní monitorování tepenného krevního tlaku (NIBP)

Metoda je oscilometrická. Monitor měří za nastavený časový interval krevní tlak. Manžeta se naloží na paži a natlakuje se zabudovaným kompresorem. Do pažní tepny neteče krev. Vypouštěním tlaku z manžety se snímá první tlakový puls odpovídající systolickému tlaku. Manžeta se dále vypouští a poslednímu tlakovému pulsů odpovídá diastolický tlak.

4 Monitorování nasycení periferní tepenné krve kyslíkem (SpO₂)

Měří se na konečcích prstů fotoelektrickým průsvitovým snímačem. Prst se prosvětluje červeným světlem o vlnové délce 660 nm a infračerveným světlem o vlnové délce 940 nm. Absorpce prošlých světél kyslíkem obsaženým v hemoglobinu je mírou měřené veličiny tedy SpO₂ [%].

Závěr

Množství funkcí lidského organismu bylo inspirací pro uplatnění v technice. Z principů smyslových orgánů vychází řada snímačů a převodníků v různých technických oborech. Každý smyslový orgán (čidlo) převádí neelektrickou veličinu (zvukovou, mechanickou, světelnou, chemickou, tepelnou atd.) na veličinu elektrickou. Přenosy dvojkových elektrických signálů od lidských čidel (senzorů-smyslových orgánů-převodníků) do centrální nervové soustavy jsou uskutečňovány smyslovými (aferentními-dostředivými) neurony iontovou vodivostí v elektrolytech (hlavně ionty Na⁺ a K⁺) tedy vodivostí II. řádu. Na nervová vlákna se pohlíží jako na dlouhá elektrická vedení charakterizovaná paralelními a sériovými kombinacemi ohmických odporů (R) a reaktančních kapacit (C). Zpracování binárních elektrických signálů centrální nervovou soustavou CNS (mozek a mícha) je činěno multiprocessorově. CNS pak např. pomocí motorických (eferentních-odstředivých) neuronů řídí výkonné orgány např. svaly. Celé tyto uzavřené zpětnovazební systémy udržují lidský organismus v rovnováze (**homeostáze**).

Literatura

1. BALEK, B. *Lékařská elektronika pro obor anesteziologie a resuscitace a pro intenzivní péči*. Praha: Služba zdravotníkům č.4/83, 7 s.
2. ROZMAN, J a kol. *Elektronické přístroje v lékařství*. Praha Academia 2006.
3. <http://www.google.cz/obrázky/kardiomonitor>

Lektoroval: Doc. RNDr. František Lustig, CSc.

Kontaktní adresa:

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