

Organismus jako přenosová soustava biosignálů

Pro porozumění následujícím řádkům budeme chápat lidský organismus jako soubor rozličných biosignálů fungujících na **různých fyzikálních principech**.

Biosignál

Přijímaným signálem může být mechanický, chemický, akustický, optický, termický, elektrický, elektromagnetický, magnetický a jiné podněty, které se v organismu mění. Při průchodu nervovým systémem je podnět veden pomocí synapsí. Vzruch na membránách neuronů je přenášen pomocí změny elektrického potenciálu, čili jako elektrický impuls. Tato změna elektrického potenciálu se přes synaptickou štěrbinu přenáší chemicky pomocí synaptických vezikul. **Výstupní reakce** na přijímaný podnět může být opět mechanická, chemická, tepelná.

Podnět, na který umí tělo zareagovat, musí splňovat určité parametry. Aby např. optický podnět vyvolal požadovanou odpověď organismu, musí předně působit na příslušný, funkční orgán s funkční senzorickou i motorickou dráhou a s funkčním mozkovým centrem. Navíc jeho vlnová délka musí být v intervalu, který je definovaný pro viditelné světlo, totiž cca 400–750 nm. To odpovídá frekvenci vlnění cca $3,9 \times 10^{14}$ – $7,9 \times 10^{14}$ Hz. **Intenzita podnětu** musí být také dostatečná, aby vyvolala reakci organismu. Elektromagnetické záření v jiných vlnových délkách a frekvencích sice v organismu nevyvolávají zrakový vjem, přesto na něj ale působí. Části spektra s $\lambda \leq 400$ nm se od nejmenších λ dělí na γ záření, rentgenové záření a UV záření; záření s $\lambda \geq 750$ nm se opět od nejmenších λ rozděluje na infračervené záření a rádiové vlny. Všechna tato záření jsou biosignály působící na organismus: γ záření ovlivňuje genetickou informaci, UV záření stojí za opálením kůže, infračervené záření zase z části způsobuje zahřátí organismu atd.

Dělení biosignálu

Podle průběhu v čase lze biosignály rozdělit na deterministické a stochastické, přičemž **deterministické** jsou takové, které jsou určeny (determinovány) přesným časem vzniku, (zániku) a jejich průběhem v čase. V principu **stochastických** biosignálů hraje roli určitá náhodnost a nepředvídatelnost, ale výsledek procesu přesto můžeme předpokládat na základě fyzikálních zákonitostí. Příkladem stochastického děje je např. difúze – neumíme přesně předpokládat vývoj pohybu jednotlivé částice, ale dokážeme předvídat vývoj celé soustavy v čase.

Podle principu vzniku biosignálu se rozlišují signály aktivní a pasivní – aktivní je takový, který vzniká v organismu (např. změny elektrického napětí, na jejichž základě lze snímat např. EKG), pasivní signál je reakce organismu na vnější faktor. Vlastnosti takového signálu lze hodnotit podle úbytku vnějšího faktoru. Na tomto principu je založena např. ultrasonografie.

Model biosignálu

Pro objasnění různých pochodů v organismu můžeme použít tzv. **model**. Znamená to určitou formu abstrakce od složitého, propleteného fungování organismu. Podle typu abstrakce můžeme mluvit o několika druzích modelů. Uvedme si některé modely detailněji:

- Pojmeme-li lidské tělo jako **fyzikální model**, jedná se o abstrakci (zjednodušení) celého organismu, kdy se soustředíme jen na jeden konkrétní děj, proto můžeme další s tímto dějem nesouvisející struktury organismu opominout. Hledáme jiný – analogický – systém, u něhož vybraný děj probíhá co možná nejpodobněji. Na základě takového fyzikálního modelu můžeme objasnit složitější procesy. Pokud nalezneme dostatečně přesný model (tento proces se nazývá identifikace modelu), můžeme dobře předvídat chování – dochází k predikaci chování.
- U **strukturního modelu** jde o bližší prozkoumání jednotlivých struktur a jejich provázání.
- **Funkcionální model** se oprošťuje od procesů probíhajících v soustavě, zásadní jsou tu pouze vstupní a výstupní hodnoty - velmi podobné pojetí průběhu určitého děje existuje i např. v chemii v podobě Hessova zákona, kde nezáleží na průběhu chemické reakce, hodnotíme jen stav na počátku a na konci procesu.
- **Matematický model** vidí všechny pochody v lidském těle jako soubor matematických funkcí.
- **Počítačový model** je zjednodušením matematického modelu, protože řeší místo člověka komplikované matematické úlohy z matematického modelu organismu. V současné době počítačové programy simulují tělesné pochody k přehlednému znázornění a porozumění jejich podstaty.

Využití

Porozumění biosignálům má všestranné využití v **medicině, zoologii, etologii**. Studium biosignálů nyní umožňuje prověřit příklad funkčnosti a připravenosti sluchového orgánu novorozenců díky otoakustickým emisím. Bylo zjištěno, že zdravé funkční ucho reaguje na působení zvukového podnětu vznikem **harmonického kmitání** vláskových buněk (otoakustických emisí), které lze vcelku snadno snímat. Příznivý výsledek vypovídá o správném vyvinutí ucha samotného, tím pádem zvyšuje pravděpodobnost normálního vnímání zvuku, toto vyšetření ale neumí rozkrýt případné poruchy na převodním systému, samotné tudíž nemůže vyvrátit hluchotu.

Odkazy

Použitá literatura

- Heřman, P.: Biosignály z pohledu biofyziky;
https://cs.wikisource.org/wiki/Biosignály_z_pohledu_biofyziky#Model_syst.C3.A9mu
- NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA, et al. *Medicínská biofyzika*. 1 (dotisk 2013) vydání. Praha : Grada Publishing, 2005. 524 s. ISBN 978-80-247-1152-2.
- KONRÁDOVÁ, Václava, Jiří UHLÍK a Luděk VAJNER. *Funkční histologie*. 2. vydání. Jinočany : H & H, 2000. 291 s. ISBN 80-86022-80-3.