

Biosignály z pohledu biofyziky/biosignály v organismu

Vznik biosignálů

Na začátku jsme uvedli, že biosignálem může být prakticky libovolná fyzikální veličina, která se mění s časem a která svým kvalitativním charakterem a kvantitativními charakteristikami nějakým způsobem vypovídá (nese informaci) o probíhajících procesech v organismu, které stojí v zájmu naší pozornosti. Jejich význam je v zásadě dvojitý: Jednak jejich základním smyslem může být předávání informace pro vlastní potřeby uvnitř samotného organismu (například vzruchy vedené nervy). Tato podmínka není bezpodmínečně nutná – v řadě případů může jít jen o vedlejší efekt nějaké činnosti organismu. Druhý jejich význam (bez ohledu na jejich význam pro funkci organismu) je v tom, že je můžeme využít pro sledování některých funkcí organismu, tj. pro jeho **funkční diagnostiku**.

Právě s ohledem na schopnost funkční diagnostiky jsou metody vyšetřování biosignálů pokládány za komplementární diagnostické metody vzhledem k zobrazovacím technikám, které nás v prvé řadě informují o anatomických (prostorových) poměrech v organismu.

Vzhledem k pestrosti různých biosignálů není možné se v jedné kapitole skript, určených posluchačům prvního semestru studia medicíny, podrobně zabývat jednotlivými konkrétními biosignály či vyšetřovacími metodami, které jich využívají, a není to ani naším záměrem. K těmto informacím se dostane student z menší části ve vyšších ročnících pregraduálního studia, z větší části jsou podstatou dalšího specializačního studia. Na tomto místě se proto omezíme na to, že odkážeme ke znalostem, získaných v ostatních předmětech (např. **vznik akčního potenciálu**, podrobně probíraný ve fyziologii), a v ohnisku našeho zájmu budeme pokud možno držet základní obecně fyzikální, modelové, systémové a případně technické aspekty, týkající se dané problematiky. Několik konkrétních příkladů volíme spíše na ilustraci celé problematiky a pro základní orientaci ve všeobecně používané terminologii.

Biosignál můžeme v organismu sledovat na různých úrovních. Pomineme-li úroveň molekulární, pak nejnižší úroveň, kde můžeme biosignál zaznamenat, je úroveň buněčná. V případě elektrické aktivity dráždivých buněk (nervových a svalových) hovoříme o **akčním potenciálu**. Akční potenciál uvnitř buněk je zpravidla zkoumán v laboratorních podmínkách na preparátech in vitro – v klinickém prostředí nemáme běžně k dispozici elektrody a postupy, které by byly dostatečně jemné a přesné pro snímání signálu z intracelulárního prostoru jediné buňky. Při EMG vyšetření jemnou jehlovou elektrodou můžeme zachytit akční potenciály motorické jednotky. To, co v klinické praxi nejčastěji vidíme, jsou elektrické aj. projevy, sledované na úrovni tkání, případně částí orgánů, anebo celých orgánů či údů. V těchto příkladech hovoříme o tzv. **sumačním potenciálu** – je to signál, který vznikne podle principu superpozice v důsledku aktivity velkého množství buněk, jak jsme se již zmínili v odd. 2.2, v části „Lineární statický systém s více vstupy“.

Klinické metody vyšetření biosignálů

V **názvu vyšetřovací metody** je na prvním místě zpravidla uváděna fyzikální podstata biosignálu, který vyšetřujeme: Elektro..., Magneto..., Sono... atd. Na posledním místě slovní složeniny stojí zpravidla ...grafie, což je odvozenina od řeckého grafein, psát, a souvisí to s tím, že křivka, zobrazující časový průběh biosignálu byla zpravidla přístrojem zapisována na běžící pás papíru.

Pozor! Složeniny, končící na ...grafie, rovněž znamenají metody, které něco zobrazují (fotografie), a proto na první pohled nemusí být patrné, zda se v zásadě jedná o vyšetření biosignálu anebo o zobrazovací metodu (např. tomografie, ventrikulografie, angiografie, pneumoencefalografie, ...). Na druhé straně, u části metod nelze striktně a jednoznačně systematicky odlišit, zda se jedná o "ryze" zobrazovací metodu anebo o vyšetření biosignálu – např. sonografie se běžně zařazuje mezi zobrazovací metody, její podstatou je však odražený signál – proto místo "sono..." se též často říká "echo..." a obojí vyjadřuje vyšetřovací techniky, využívající ultrazvuk. Naproti tomu vyšetření sluchu zvukem o slyšitelné frekvenci se uvádí slovem "audio...". Pokud starý praktik provádí bez složitě aparatury vyšetření hrudní dutiny poklepem, pak používá podobný fyzikálně vyšetřovací princip, jako moderní sonografy. Kromě odrazu zvukových vln na rozhraní tkání je přitom však v hojnější míře využívána schopnost tlumené rezonance různých dutin. Aniž by to někdo tak explicitně nazýval, i zde je možno hovořit o vyvolaném biosignálu. Rovněž tak za biosignály můžeme pokládat různá foniatrická vyšetření hlasivek a artikulačních orgánů.

Uprostřed slovní složeniny, označující danou diagnostickou metodu, zpravidla uvádíme orgán, kterého se vyšetření týká, tak např.: **EKG** = elektrokardiografie (v anglosaské literatuře **ECG** = electrocardiography), **MKG** = magnetokardiografie, **EEG** = elektroencefalografie, **MEG** = magnetoencefalografie, **ECOG** (pro odlišení od ECG) = elektrokortikografie (v podstatě EEG snímáné z povrchu mozkové kůry), **ERG** = elektoretinografie, **EMG** = elektromyografie.

Nativní záznam, provokace, evokace

U vyšetřovacích metod je nutno rozlišovat, zda zaznamenáváme biosignál, který v organismu spontánně vzniká, anebo jeho vzniku nějakým způsobem "napomáháme". V prvním případě hovoříme o tzv. **nativním záznamu** (například **nativní EEG**). Ve druhém případě je nutno ještě dále zvlášť **pečlivě rozlišit** případy, kdy organismus přivedeme do stavu, ve kterém začne produkovat nějaké patologické projevy, které by se nám za normálního stavu

jen obtížně anebo vůbec nepodařilo zachytit (**provokace**) a případ, kdy sledované signály vznikají jako přímé odpovědi (zejména zdravého) organismu na vnější podněty (**evokace**). Rozdíl je jednak v tom, že v případě provokace nabuzení odpovědi znamená zpravidla patologickou situaci, zatímco v případě evokací je sledovaná odpověď zpravidla fyziologická, v patologických případech různě zkreslená, opožděná až absentující. Další důležitý rozdíl je v tom, že provokace zpravidla navodí podmínky pro projev patologického stavu, který pak může ještě chvíli dál pokračovat po dobu řádově několika minut, nelze mluvit o tom, že by jeho projevy byly s provokací vyloženě synchronní. Naproti tomu **evokované odpovědi registrujeme synchronně** v závislosti na dráždivých podnětech se zpožděním zlomku sekund. Třetí podstatný rozdíl je povahy technické, že totiž v případě provokace můžeme použít nezávisle na sobě přístroj pro provokaci (generátor s výbojkou) a pro snímání biosignálu (běžný EEG přístroj), zatímco v případě evokovaných potenciálů (EP) je nutné použít speciálního zařízení (zprůměrovač, averager), ve kterém stimulační a snímací část aparatury pracuje ve spřaženém, synchronním režimu (v současné době obě funkce zastává většinou počítač). Fyziologický i metodologický **rozdíl** mezi oběma způsoby **je** tudíž **podstatný**, i když po vnější stránce by laik mohl obě metody zaměnit, a rovněž nelze vždy vyloučit, že i evokace nebudou působit provokativně.

Jedna z typických indikací EEG vyšetření je suspektní epilepsie. Při nativním EEG se však ani u organismu náchylném k paroxysmům nemusí žádné projevy paroxysmální aktivity v době vyšetření projevit. Proto se nativní EEG běžně doplňuje **provokačními technikami**, které mají za cíl **snížit práh dráždivosti** CNS a v případě dispoice dopomoci k vybavení epi projevů, které by bylo možné na záznamu diagnostikovat. Jednou z obvyklých metod je vybít pacienta k několikaminutovému hlubokému dýchání (**hyperventilaci**). Další metodou provokace by mohlo být podání alkoholu (údajně používané ve Spartě při selekci novorozenců, v našich podmínkách by zřejmě byly problémy při proplácení pojišťovny). Jinou možností je aplikace rychlé série záblesků výbojky – **stroboskopu** (je známé nebezpečí takových efektů např. na diskotékách, kde může u disponovaných jedinců navodit epileptický záchvat). Stejnou nebo podobnou (avšak jinak zapojenou) výbojku je však možné využít k vyvolání **VEP** – viz dále – což je onen případ, který by nepozorný student mohl (v lepším případě u zkoušky) zaměnit.

Odkazy

Zdroj

- HERMAN, Petr. *Biosignály z pohledu biofyziky*. 1. vydání. Praha : Petr Heřman – DÚLOS, 2006. 64 s.

Doporučená literatura

- AMLER, Evžen, et al. *Praktické úlohy z biofyziky I*. 1. vydání. Praha : Praha: Ústav biofyziky 2. lékařské fakulty UK, 2006.
- HRAZDIRA, Ivo. *Biofyzika : učebnice pro lékařské fakulty*. 2. vydání. Praha : Avicenum, 1990. ISBN 80-201-0046-6.
- KHAN, M. I. Gabriel. *EKG a jeho hodnocení*. 1. vydání. Praha : Grada, 2005. ISBN 80-247-0910-4.
- KOMÁREK, Vladimír, et al. *Dětská neurologie*. 1. vydání. Praha : Galén, 2008. ISBN 80-7262-492-8.
- ROSINA, Jozef, et al. *Lékařská biofyzika*. 1. vydání. Praha : Manus, 2000. 0 s. ISBN 80-902318-5-3.
- NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA. *Biofyzika v medicíně*. 1. vydání. Praha : Manus, 2003. 398 s. ISBN 8086571033.
- NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA, et al. *Medicínská biofyzika*. 1. vydání. Praha : Grada, 2005. ISBN 80-247-1152-2.