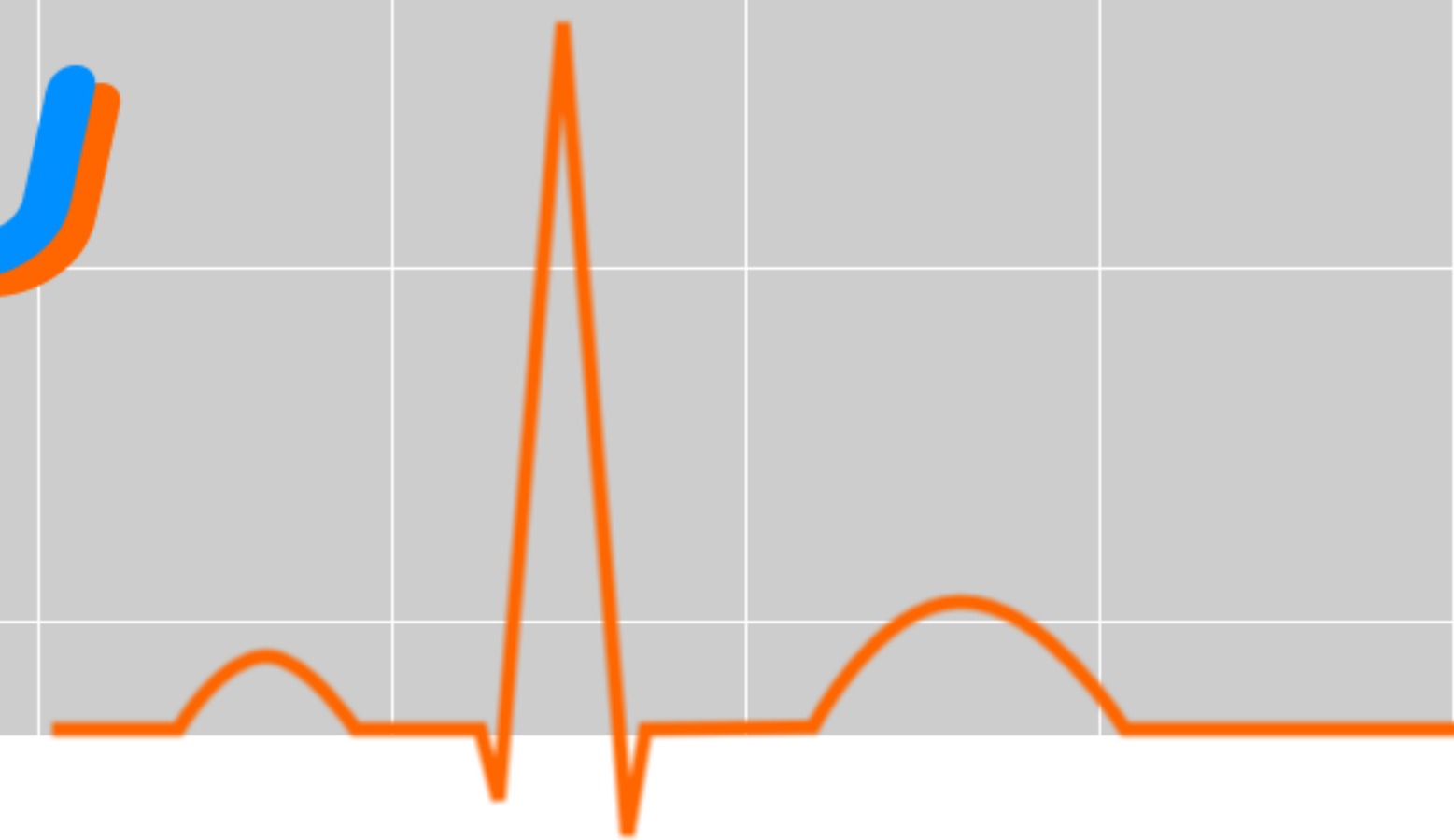


ELEKTROKARDIOGRAM

VLASTNOSTI SIGNÁLU A RUŠENÍ

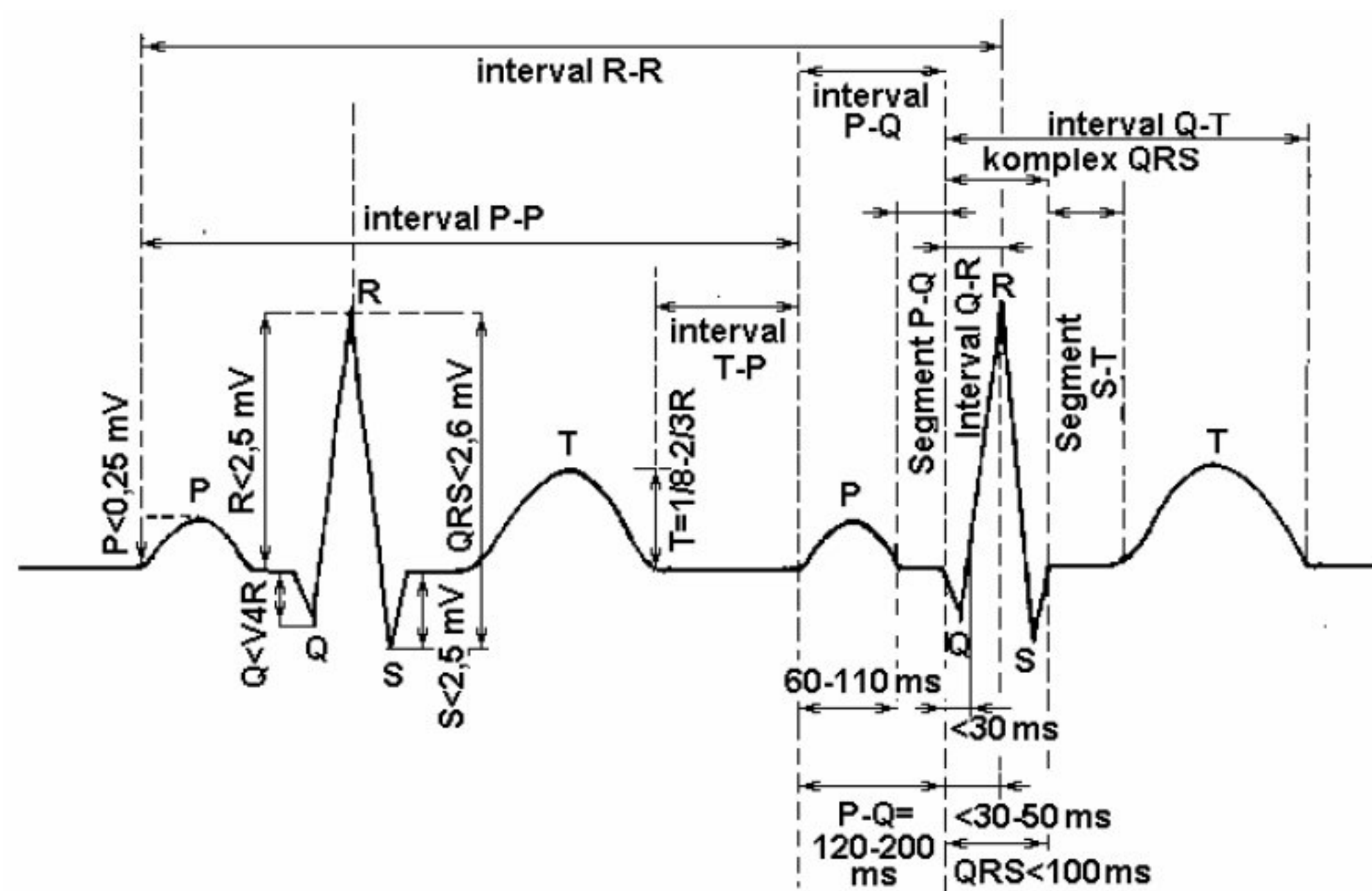


EKG

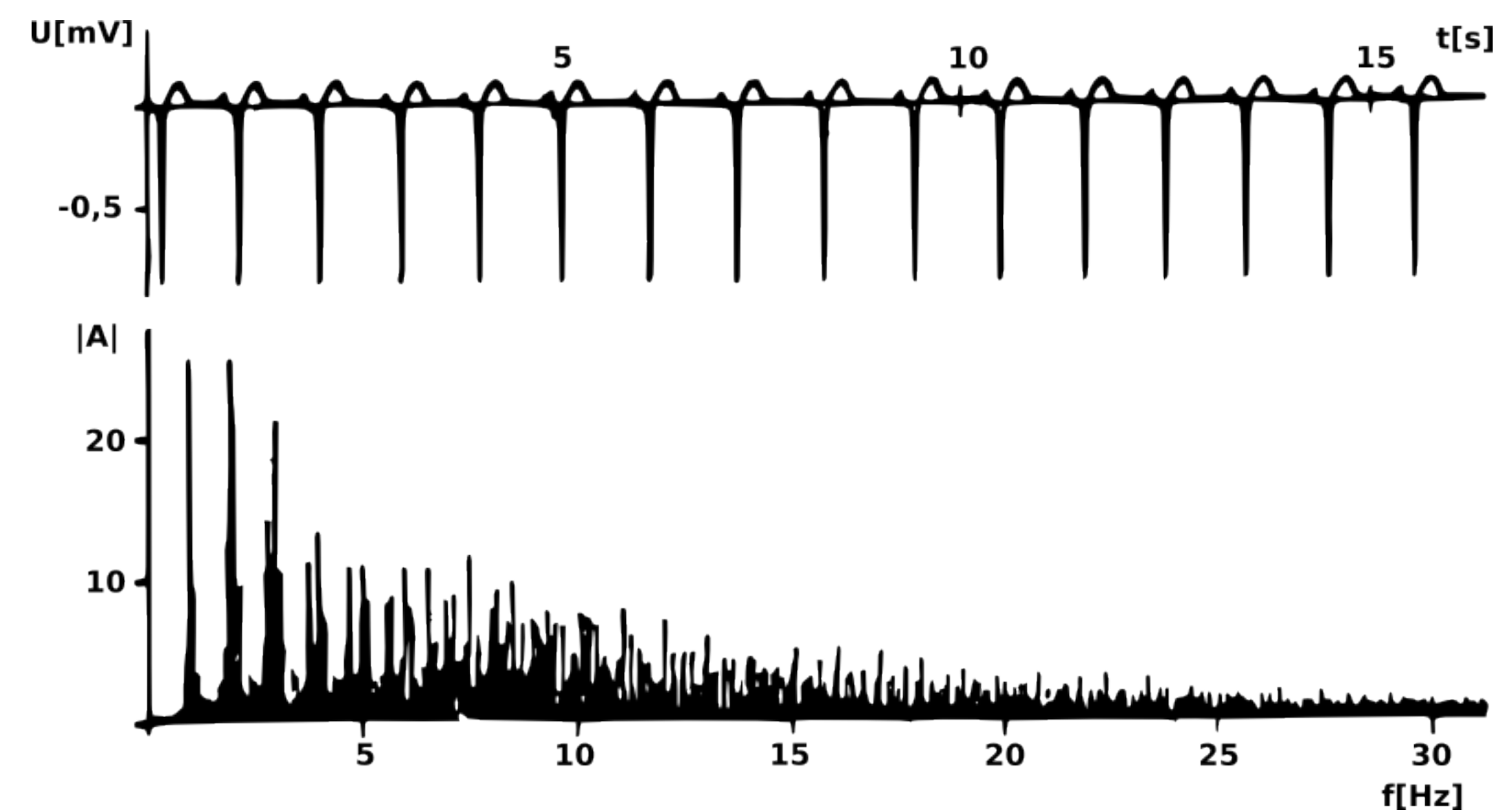
Grafická reprezentace časové závislosti rozdílů elektrických potenciálů, snímaných zpravidla z povrchu hrudníku, které vznikají jako důsledek šíření elektrického vzruchu svalovou tkání srdečních síní a komor.

Vlastnosti signálu EKG v časové oblasti

Jednotlivé srdeční cykly v signálu EKG se opakují, doba srdečních cyklů však není zcela stejná, podobně lze najít drobné odchylky i ve tvaru signálu v jednotlivých srdečních cyklech. Nelze proto hovořit o periodickém signálu. Abychom vyjádřili specifikum tohoto typu signálu (obecně všech signálů kardiovaskulárního systému), označujeme je za repetiční. Délka trvání jednotlivých vln a kmitů i intervalů mezi nimi souvisí s dobou trvání procesů, které reprezentují. Velikost vln závisí jednak na místě, ze kterého je snímána, jednak na stavu myokardu. Velikost měřených napětí je převážnou dobou pod 1 mV, jen nejvyšší maxima tuto hodnotu obvykle překračují (v unipolárních hrudních svodech často i několikanásobně). Parametry normálního průběhu jsou zřejmé z Obr.1.

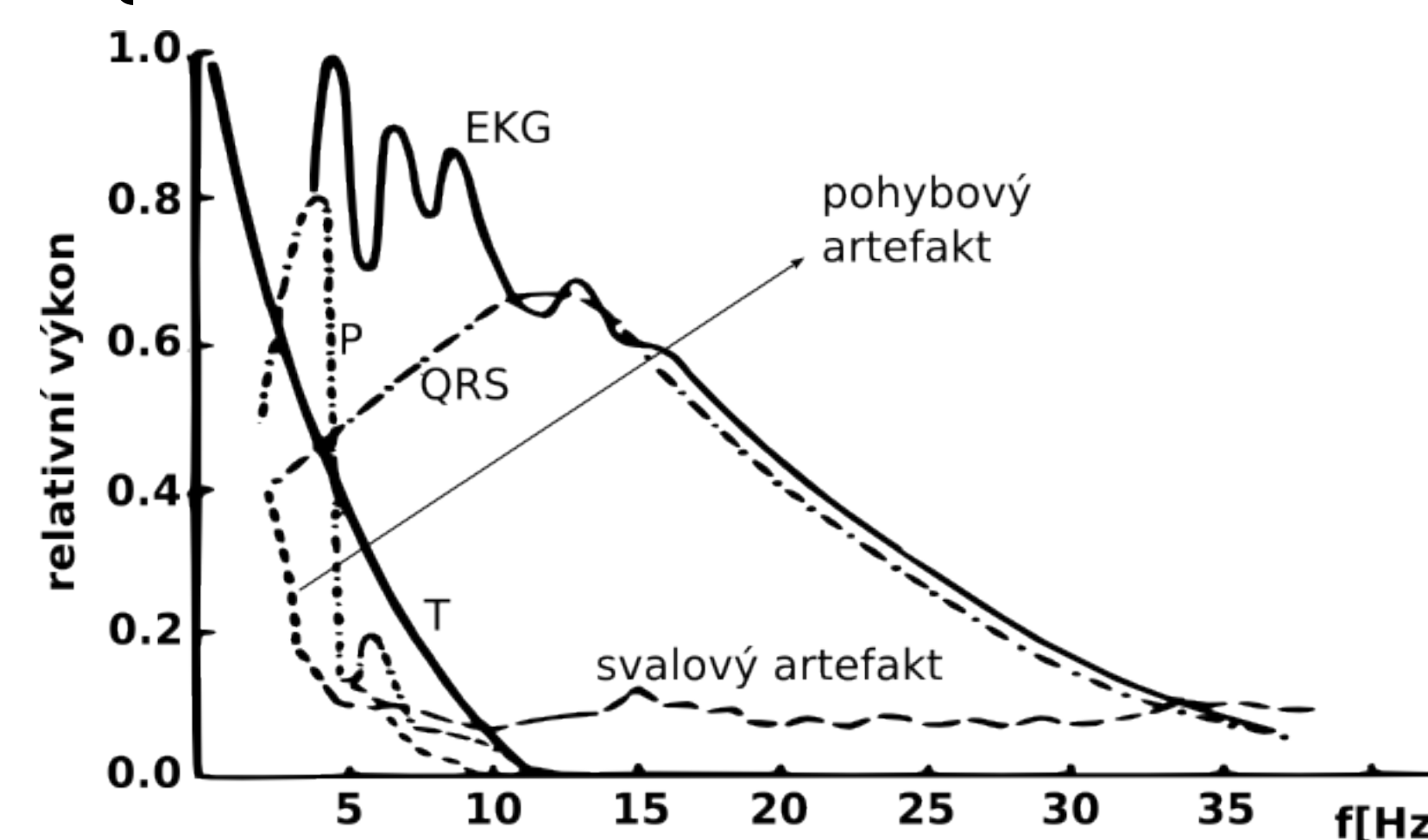


Obr. 1 Parametry signálu EKG



Obr. 3 Časový průběh a odpovídající frekvenční spektrum signálu vytvořeného z jednoho srdečního cyklu s proměnnou délkou opakování

Na celkovém průběhu se jednotlivé vlny podílejí příspěvkem zhruba patrným z Obr. 4. Je zřejmé, že vlny P a T obsahují přibližně stejné frekvenční složky - maximálně do 10 Hz, výkon vlny T je v normálním záznamu vyšší. Komplex QRS, který se vyznačuje v časovém průběhu rychlejšími a vyššími kmity, obsahuje frekvenční složky s maximem energie v intervalu mezi 5 a 30-35 Hz, jeho frekvenční složky však dosahují frekvencí až do výše 120 či 150 Hz. Maximum spektrální funkce komplexu QRS se nachází v intervalu mezi 10 až 20 Hz.



Obr. 4 Spektrální funkce relativního výkonu jednoho cyklu signálu EKG s vyznačením příspěvku jednotlivých vln

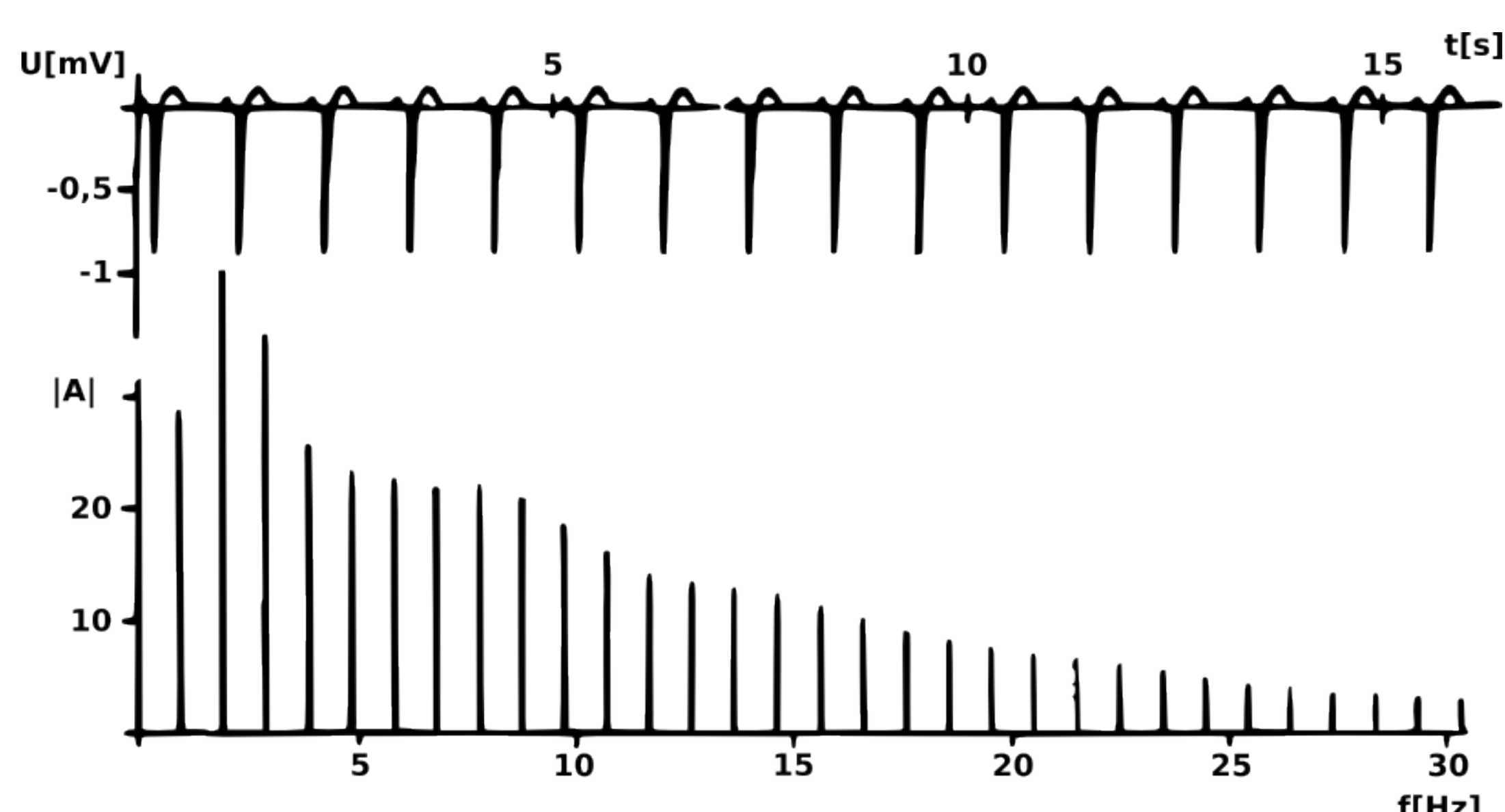
Vlastnosti signálu EKG ve frekvenční oblasti

Frekvenční spektrum signálu je vyjádření rozložení amplitud a počátečních fází jednotlivých harmonických složek, ze kterých se signál skládá, v závislosti na frekvenci.

Signál EKG je signálem repetičním, jehož průběh se opakuje. Nicméně doby, po kterých se signál opakuje, se trochu liší, podobně jako tvar signálu. Pokud by signál EKG byl přesně periodický, měl by frekvenční spektrum čárové, jak lze určit rozkladem pomocí Fourierovy řady

$$c_m = \frac{1}{P} \int_{t_0}^{t_0+P} f(t) e^{-jm\omega_0 t} dt \quad m=0, \pm 1, \pm 2, \dots; \quad f(t) = \sum_{m=-\infty}^{m=+\infty} c_m e^{jm\omega_0 t}$$

Jakmile se, ale periodičnost částečně poruší, jedno zda změnou průběhu nebo délkou repeticí, projeví se tato skutečnost ve spektru rozmazáním spektrálních čar. Protože stejnosměrná složka signálu EKG nenese relevantní informaci, znamená to, že nejnižší užitečná harmonická složka signálu má frekvenci srdeční činnosti (je-li srdeční frekvence 60 tepů/min, pak základní harmonická složka má frekvenci 1 Hz) a dále se ve spektru vyskytují vyšší harmonické složky až do frekvence přibližně 120 Hz v případě signálu EKG dospělých a až 150 Hz v případě signálu EKG dětí. Míra rozmazání spektrálních čar závisí na míře porušení periodičnosti signálu.



Obr. 2 Časový průběh a odpovídající frekvenční spektrum signálu vytvořeného z jednoho srdečního cyklu s konstantní délkou opakování

Rušení signálu EKG

Parazitní signály, které negativně ovlivňují kvalitu záznamu signálu EKG lze dle frekvenčních vlastností rozdělit na úzkopásmové a širokopásmové.

úzkopásmové rušivé signály:

a) pomalé kolísání (drift) základní izoelektrické linie - způsoben např. vlivem pomalých elektrochemických dějů na rozhraní elektroda-pokožka (náhodný charakter), vlivem dýchání pacienta (repetiční charakter), případně pomalými pohyby pacienta. Zmíněné typy rušení nepřekračují frekvenci 0,8 - 1,5 Hz;

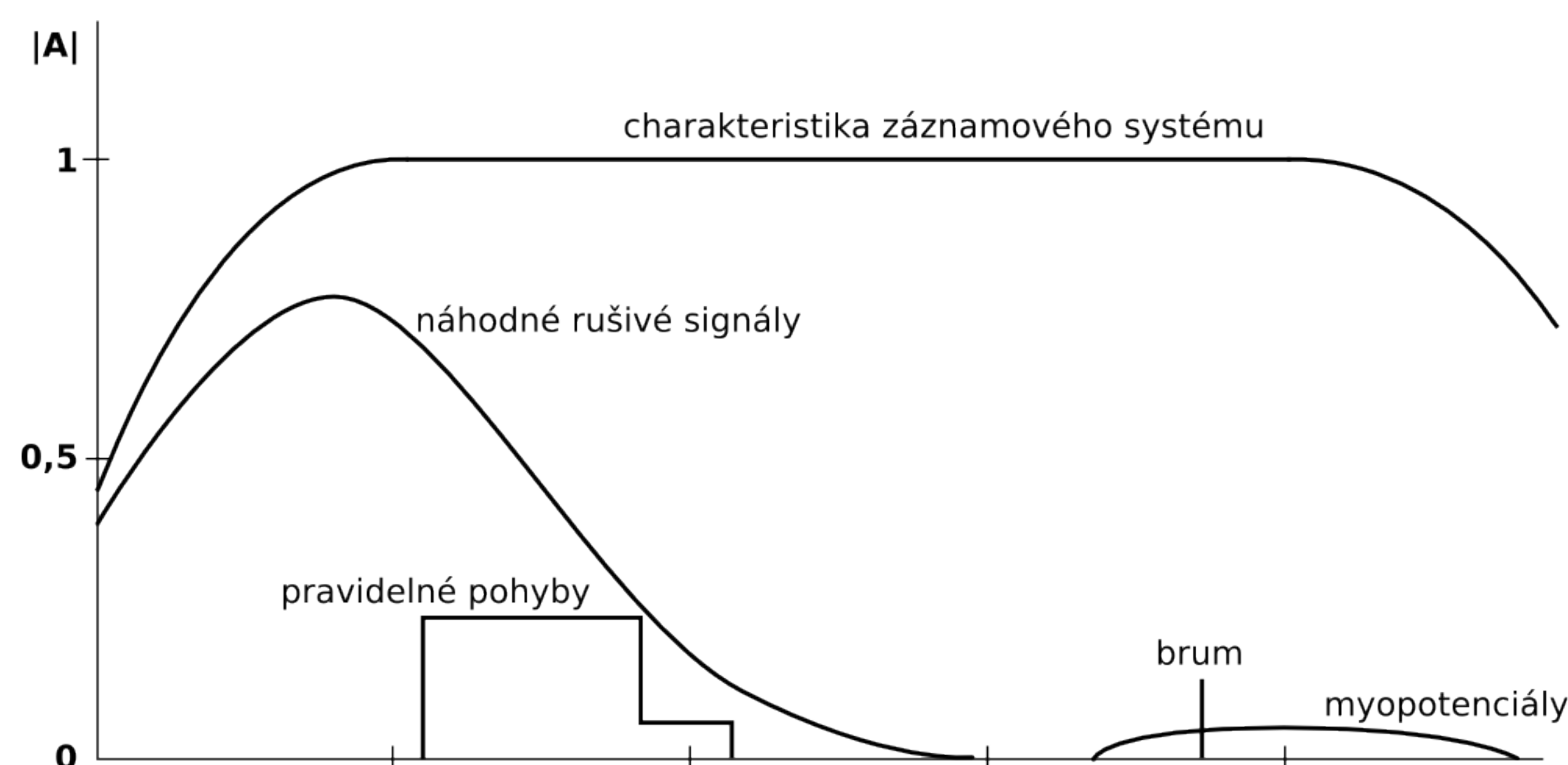
b) síťové rušení - 50Hz Evropa; 60Hz Amerika, Asie.

širokopásmové rušivé signály:

a) myopotenciály - signály generované aktivitou kosterních svalů při spontánních pohybech. Frekvenčně se nachází v pásmu od 20Hz do 5-10 kHz;

b) rychlé změny izoelektrické linie - vyvolány špatným kontaktem snímací elektrody s pokožkou při rychlých pohybech pacienta. Frekvenčně zasahují zdola do spektra EKG signálu do 15Hz;

c) impulsní rušení - vyvoláno technickými artefakty v blízkosti silových elektrických rozvodů či zařízení nebo indukovaním komunikačních signálů.



Obr. 5 Frekvenční vlastnosti rušení signálu EKG