

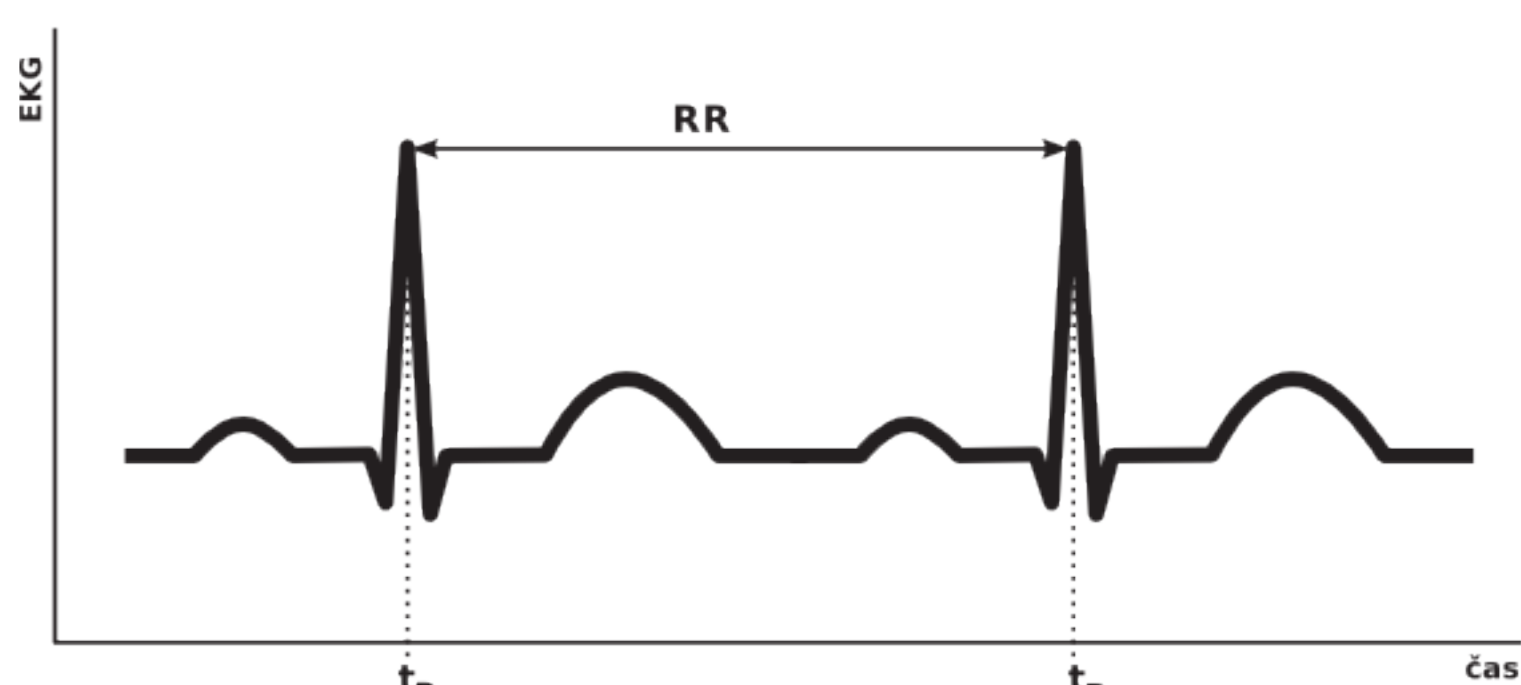
HRV

Variabilita srdečního rytmu (HRV - Heart Rate Variability), tj. fluktuace jak dob trvání po sobě jdoucích srdečních cyklů, tak hodnot okamžité srdeční frekvence je jev, který reprezentuje stav autonomního nervového systému řídicího srdeční činností.

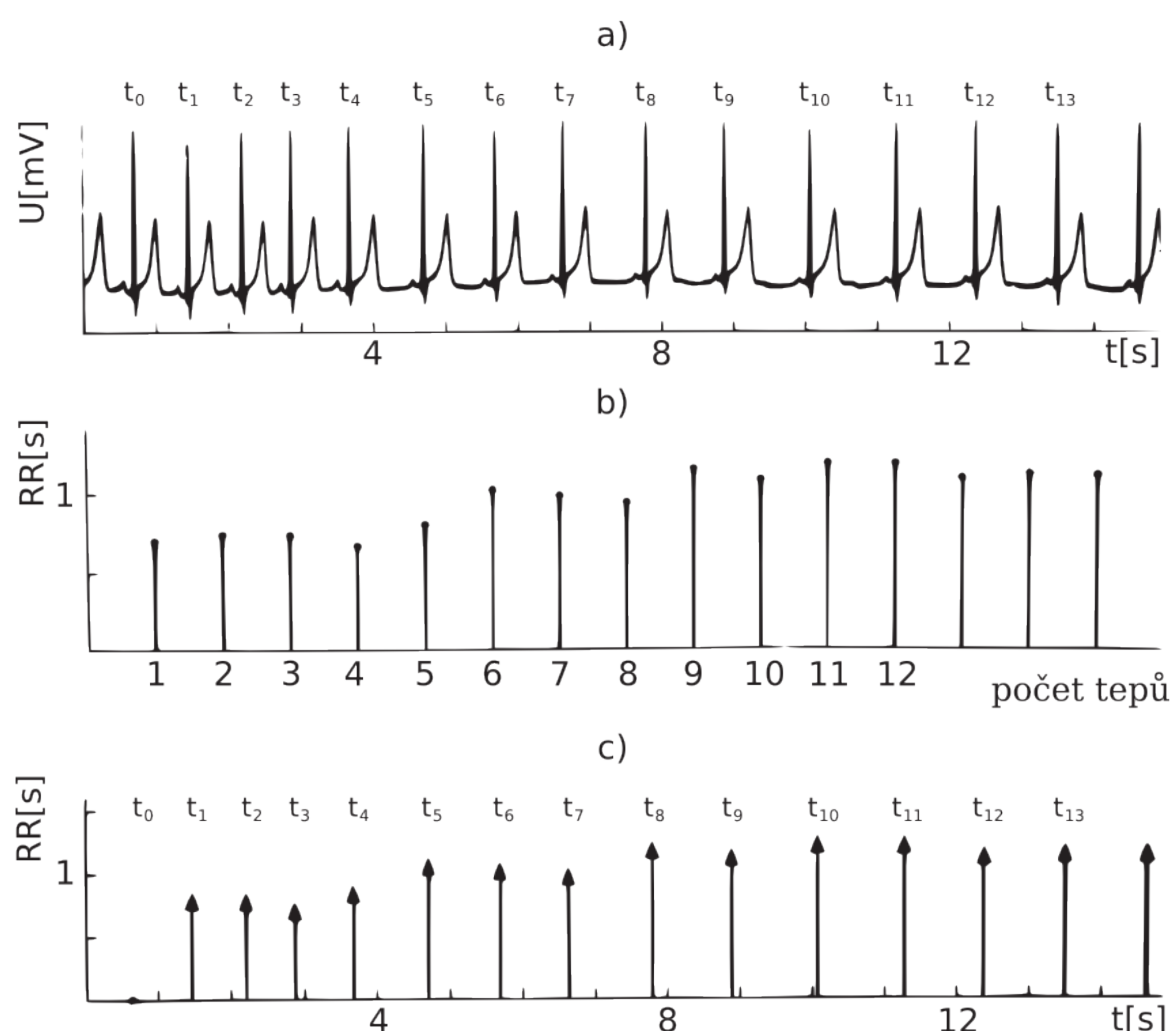
Sběr dat

Pro analýzu HRV se nejčastěji využívá série intervalů RR získaných rozměřeními křivky EKG. Grafická reprezentace může být provedena formou tzv. tachogramu, tj. závislosti intervalů RR na počtu tepů srdce nebo formou tzv. intervalové funkce, tj. závislosti intervalů RR na okamžiku výskytu jedné z vln R, tzn. $t_{R_{i+1}} - t_{R_i} = f(t_{R_i})$ nebo $t_{R_{i+1}} - t_{R_i} = f(t_{R_{i+1}})$.

Výsledkem vyjádření v závislosti na čase je neekvidistantně vzorkovaný signál. Pokud to další analýza vyžaduje (např. výpočet spektra prostřednictvím DFT), je potřeba signál interpolovat a převzorkovat s konstantní vzorkovací frekvencí (f_{VZ} bývá v rozsahu 2,4 - 4Hz).

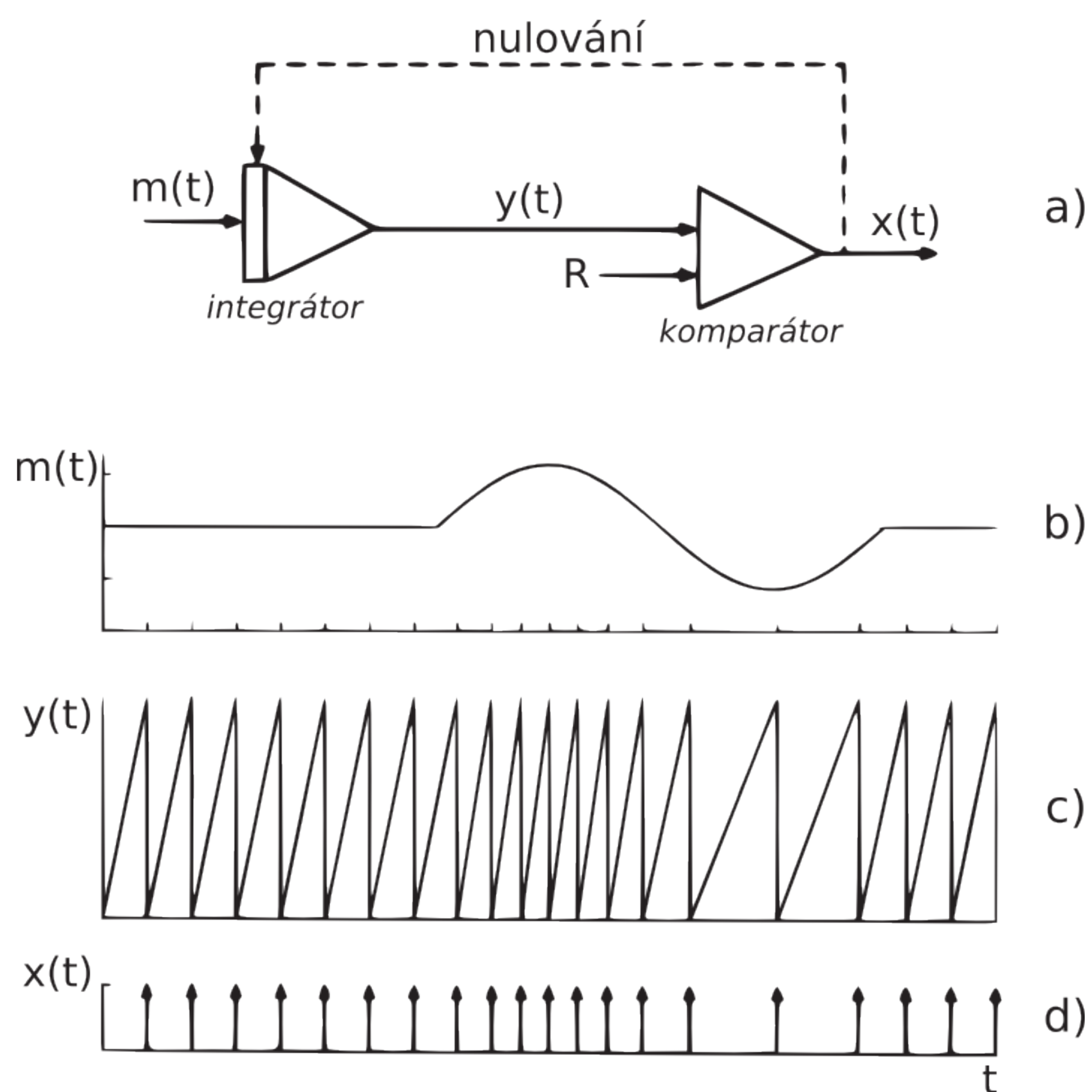


Obr. 1 Princip stanovení intervalů RR z křivky EKG



Obr. 2 a) signál EKG s vyznačenými časy srdečních tepů; b) intervalový tachogram; c) intervalová funkce

Model variability srdečního rytmu



Obr. 3 a) model integrační impulsové frekvenční modulace; b) vstupní signál modulující změny v délce intervalů; c) výstup integrátoru s ohledem na prahovou hodnotu R komparátoru; d) výsledný signál reprezentující HRV

Popis HRV

Pro vyjádření HRV mohou být použity různé parametry počítané v časové nebo ve frekvenční oblasti.

Metody v časové oblasti

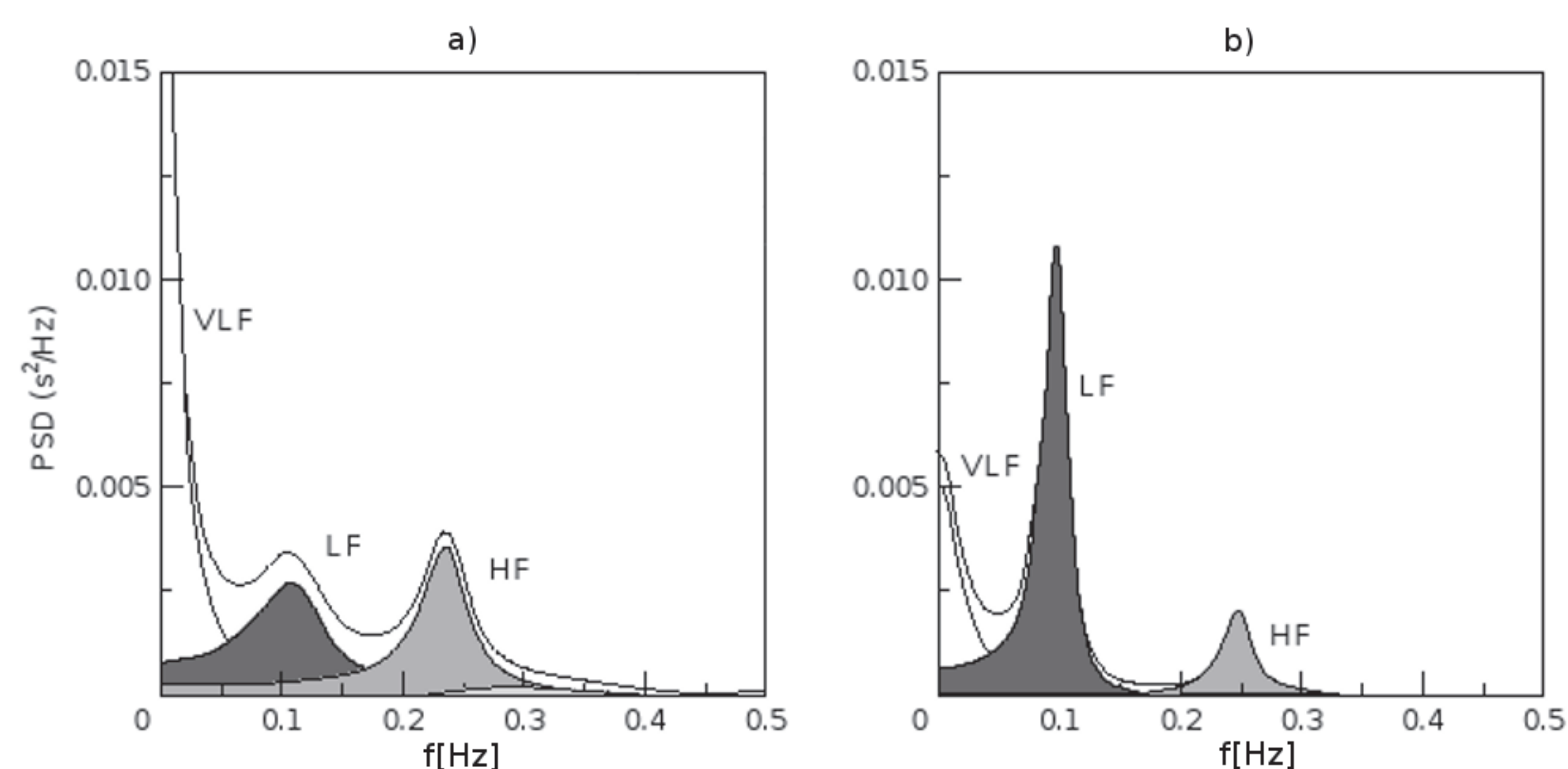
Tab. 1 Vybrané parametry počítané v časové rovině

parametr	jednotka	popis
Statistické parametry		
SDRR	s	standardní odchylka RR intervalů; odráží všechny periodické složky odpovědné za variabilitu v celém záznamu
SDARR	s	standardní odchylka průměrných RR intervalů počítaných přes 5 minut záznamu; vyjadřuje změny v srdečním rytmu způsobené složkami s periodou větší než 5 minut
RMSSD	s	druhá odmocnina střední hodnoty kvadrátů rozdílů sousedních RR intervalů; vyjadřuje změny v srdečním rytmu na vyšších frekvencích
Geometrický parametr		
HRV triangular index		integrál hustoty rozložení RR intervalů (tzn. počet všech RR intervalů) dělený maximem hustoty rozložení RR intervalů; vyjadřuje celkovou variabilitu srdečního rytmu

Metody ve frekvenční oblasti

Tab. 2 Vybrané parametry počítané ve frekvenční rovině

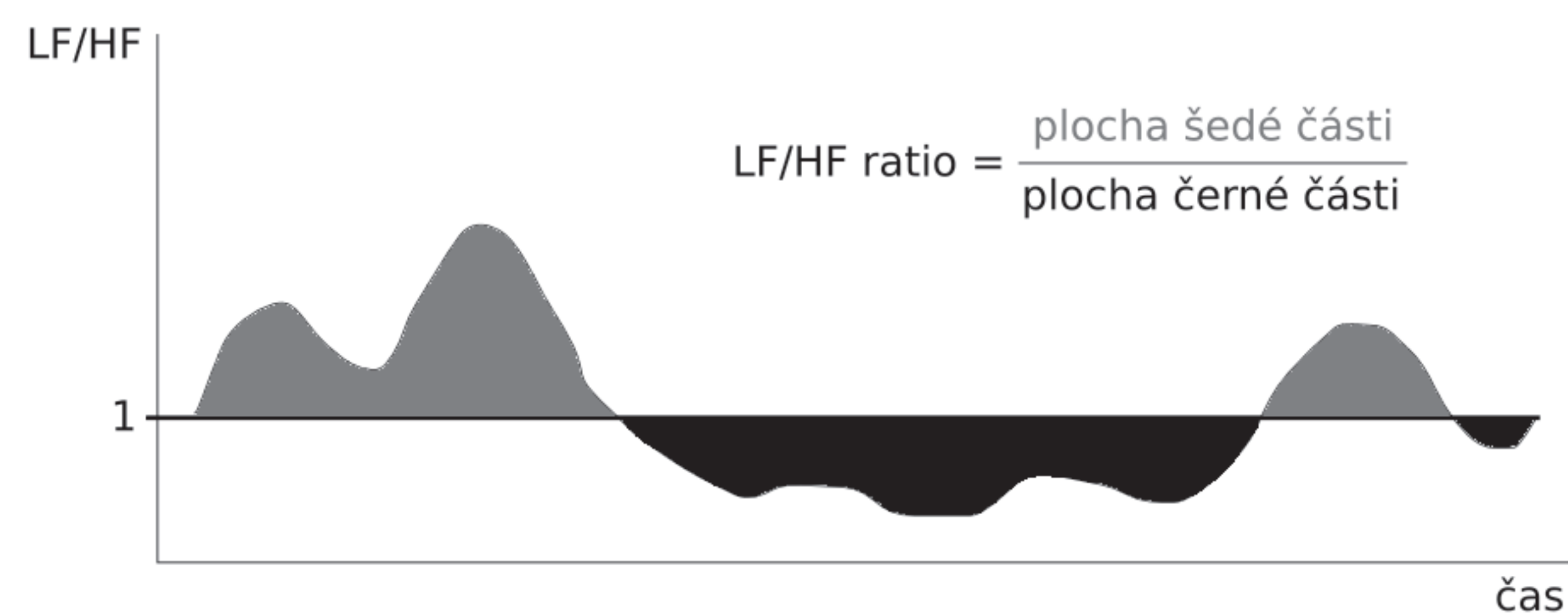
parametr	jednotka	popis	frekv. rozsah
Analýza krátkých záznamů			
VLF	s ²	výkon na velmi nízkých frekvencích	< 0,08 Hz
LF	s ²	výkon na nízkých frekvencích; odráží aktivitu baroreflexu	0,08 - 0,15 Hz
HF	s ²	výkon na vysokých frekvencích; odráží aktivitu respiračního systému	0,15 - 0,5 Hz
Analýza dlouhých záznamů (24hod) - k výše uvedeným se navíc použije			
ULF	s ²	výkon na ultra nízkých frekvencích	< 0,003Hz
α		směrnice lineární části spektra v log-log souřadnicích	



Obr. 4 Spektrum intervalů RR pacienta - a) v klidu v leže; b) po náhlé změně polohy

Časově-frekvenční metody

Pro výpočet výkonových spekter se použije krátké plovoucí okno (např. 30s) a získá se vývoj parametrů LF a HF v čase. Výsledný parametr "LF/HF ratio" vypočteme z křivky jejich podílu a vyjadřuje rovnováhu mezi aktivitou sympatiku a parasympatiku.



Obr. 5 Znárodnění výpočtu parametru "LF/HF ratio"