

## Laboratorní úloha č. 5:

### Variabilita srdeční frekvence (HRV) v klidu a při zátěži

#### 1. Úvod

Variabilita srdeční frekvence (HRV) odráží aktivitu autonomního nervového systému a jeho vliv na srdeční činnost. HRV analýza nachází uplatnění v kardiologii, psychofyziologii, sportovní medicíně i neurovědách. Kromě časových a frekvenčních ukazatelů zahrnuje také geometrické a nelineární metody. Fyzická zátěž ovlivňuje HRV – typicky se projevuje snížením variability a zvýšením srdeční frekvence.

#### 2. Cíle laboratorní úlohy

- a) Analyzovat variabilitu srdeční frekvence z EKG signálů ve stavu klidu a při fyzické zátěži (např. dřepy).
- b) Navázat na detekci R-špiček z předchozí úlohy a vypočítat HRV parametry v časové, frekvenční a nelineární oblasti.
- c) Porovnat výsledky mezi klidem a zátěží, zhodnotit vliv artefaktů a kvality detekce R-špiček na výsledky analýzy a fyziologicky interpretovat pozorované změny.

#### 3. Metodika

- a) Měření a vstupní data  
Naměřte vlastní EKG pomocí systému Biopac
  - jeden kanál (II svod),
  - $f_s = 500$  Hz,
  - celková délka 4 minuty
    - 0:00–2:00 min: klid, 2:00–4:00 min: zátěž - např. dřepy.
- b) HRV analýza
  - i. Filtrace signálu a detekce R-špiček, výpočet RR intervalů.
  - ii. Časová doména: mean RR, std RR (SDNN), mean HR, std HR, RMSSD, NN50, pNN50, NN20, pNN20.
  - iii. Geometrické metody: histogram RR, HRV Triangular Index, TINN.
  - iv. Frekvenční analýza: interpolace RR na rovnoměrnou osu, spektrum pomocí Welchovy a LPC (AR) metody, výkon v pásmech LF, HF, poměr LF/HF, časový průběh LF/HF.
  - v. Nelineární analýza: Poincarého diagram (SD1, SD2).
- c) Zpracujte data ve dvou variantách:
  - i. Detekci R-špiček pomocí Pan-Tompkinsova algoritmu.
    - Originální RR (jen detekce R-peaků)

- Interpolované RR (po odstranění odlehlých hodnot a interpolaci)
- ii. Pro obě varianty spočítejte HRV parametry v klidové i zátěžové části signálu.
- iii. Porovnejte výsledky a diskutujte rozdíly. Ne všechny vypočtené HRV parametry budou fyziologicky smysluplné. Kriticky zhodnoťte vliv délky záznamu, artefaktů a detekce R-špiček.

#### 4. Výstupy

Zpráva BSG05\_prijmeni.pdf bude obsahovat:

- Stručný popis měření (vlastní / poskytnutý signál).
- Grafy a tabulky pro obě části signálu (klid / zátěž), pro obě varianty (originální / interpolované):
  - EKG původní a filtrovaný, detekce R-špiček.
  - RR intervaly, HR, histogramy, spektrální analýzy, LF/HF průběhy.
  - Poincarého diagramy.
- Tabulky HRV parametrů v časové a frekvenční oblasti.
- Shrnutí a zhodnocení:
  - a) Fyziologický rozdíl mezi klidem a zátěží.
  - b) Technický vliv artefaktů a detekce na HRV metriky.
- **Požadované soubory** (do následující středy, 13:00 v MOODLE):
  - BSG05\_prijmeni.pdf** – zpráva se všemi výstupy.
  - BSG05\_prijmeni.zip** – složka se všemi soubory.

Příklad tabulky:

Parametr	Klid (Orig)	Klid (Interp)	Zátěž (Orig)	Zátěž (Interp)
Mean RR [ms]				
Std RR (SDNN) [ms]				
Mean HR [bpm]				
Std HR [bpm]				
RMSSD [ms]				
pNN50 [%]				
pNN20 [%]				
TINN [ms]				
HRV Triang. Index				
LF [ms <sup>2</sup> ]				
HF [ms <sup>2</sup> ]				
LF/HF				
SD1 [ms]				
SD2 [ms]				

*originální RR = po detekci R-peaků bez korekce*

*interpolované RR = po odstranění ektopických/odlehlých intervalů a interpolaci*

Následující tabulka obsahuje orientační trendy pro HRV parametry v klidu a při zátěži (bez záruky 😊):

Parametr	Hypotéza změny
Mean RR [ms]	↓
Std RR (SDNN) [ms]	↓
Mean HR [bpm]	↑
Std HR [bpm]	→ / ↑
RMSSD [ms]	↓
pNN50 [%]	↓
pNN20 [%]	↓
TINN [ms]	↓
HRV Triangular Index	↓
LF [ms <sup>2</sup> ]	↓
HF [ms <sup>2</sup> ]	↓
LF/HF	↑
SD1 [ms]	↓
SD2 [ms]	↓

↓ = pokles

↑ = vzestup

→ = žádná/zanedbatelná změna

? = nelze spolehlivě říct