

# **A szívritmus variabilitás spektrális jellemzőinek összefüggése az alvásszerkezettel**

**Schneider Bence**

Pszichofiziológia Alvás és Kronobiológia Kutatócsoport  
Magatartástudományi Intézet,  
Semmelweis Egyetem

A Magyar Alvásdiagnosztikai és Terápiás Társaság XV. kongresszusa  
2025

# Tartalom

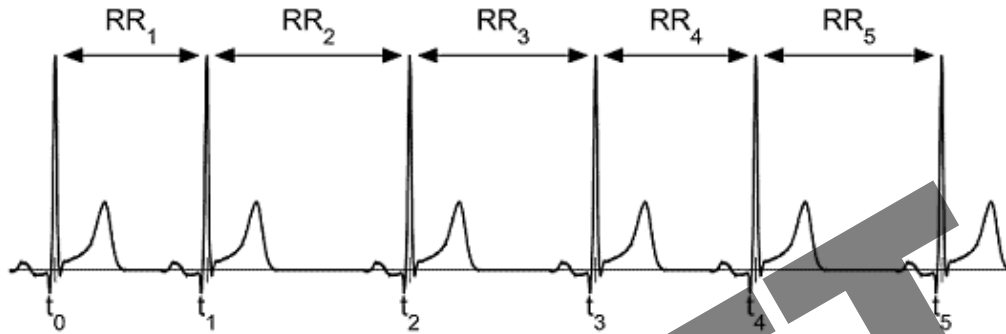
- **Bevezető**
- **Módszerek** - Szívritmus variabilitás spektrális leírása
- **Eredmények 1** - Egészséges populáció
- **Eredmények 2** - Williams-szindróma
- **Következtetések**
- **Kitekintés**

# Szívritmus variabilitás (HRV)

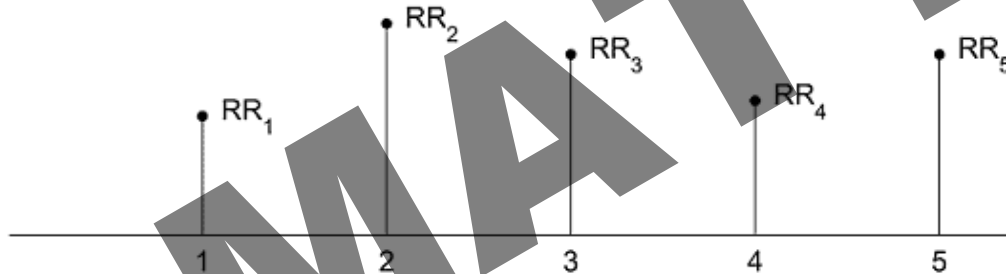
- Két szívverés között eltelt idő-intervallumok varianciája
- Csökkent variabilitás → csökkent adaptáció
- Szívinfarktus utáni mortalitás prediktora
- Pl. stressz, depresszió, szorongásos zavarok, ADHD, skizofrénia
- Alvásminőség indikátora
  - Inszomnia
  - Obstruktív alvási apnoé

# Szívritmus variabilitás (HRV)

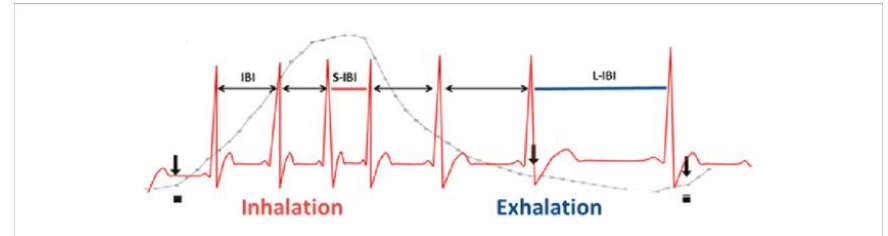
Derived RR intervals



RR interval tachogram



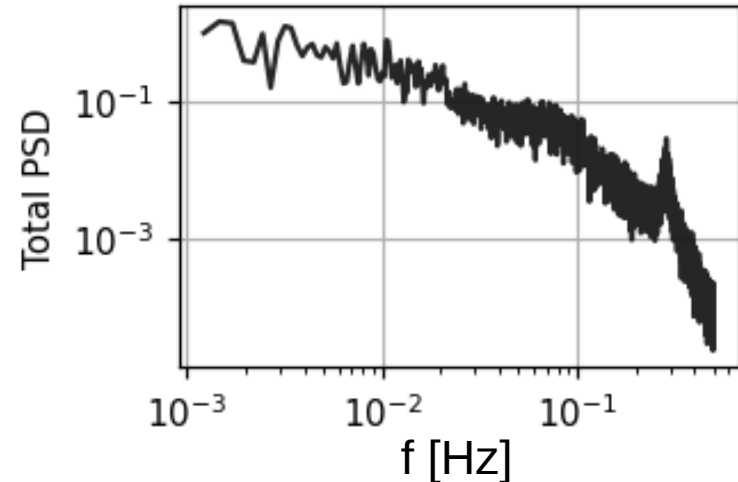
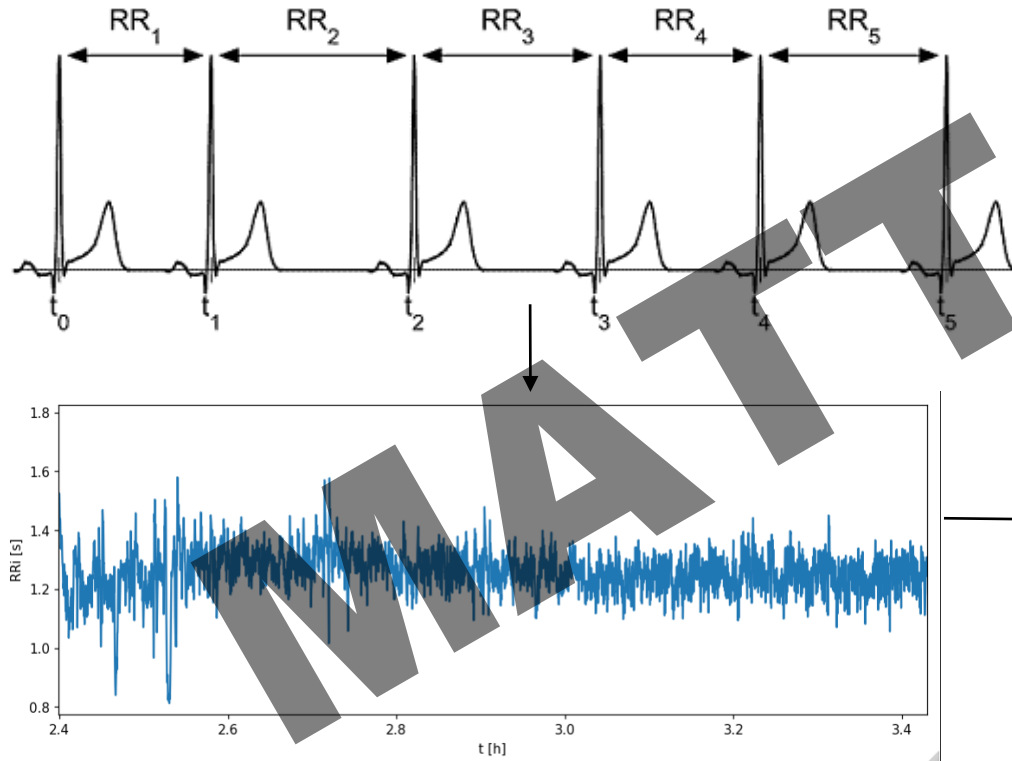
- R-csúcsok közti időintervallumok varianciája
- Ritmikus változások:
  - Mayer hullámok ~ 10 s változás a vérnyomásban – baroreceptor reflex
  - Respirátoros szinusz aritmia ~ 3 s oszcilláció



# HRV spektrális leírása

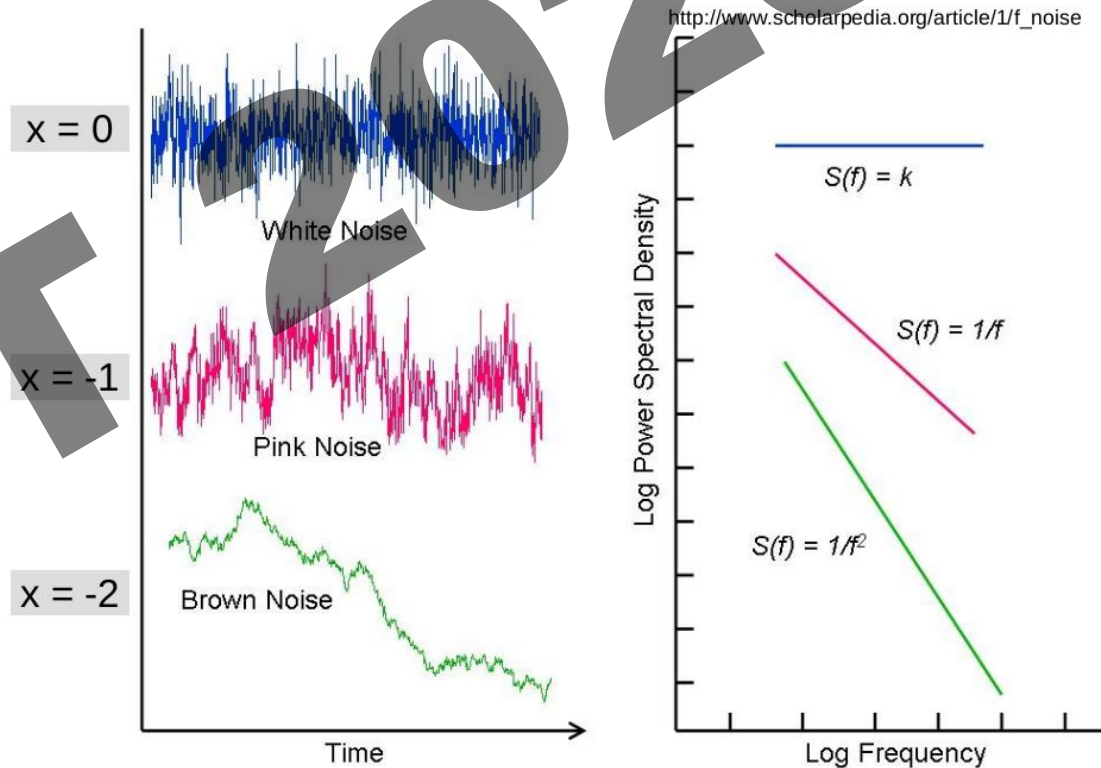
EKG felvétel → R-csúcs detekció → Tachogram → Teljesítmény Spektrum

Derived RR intervals

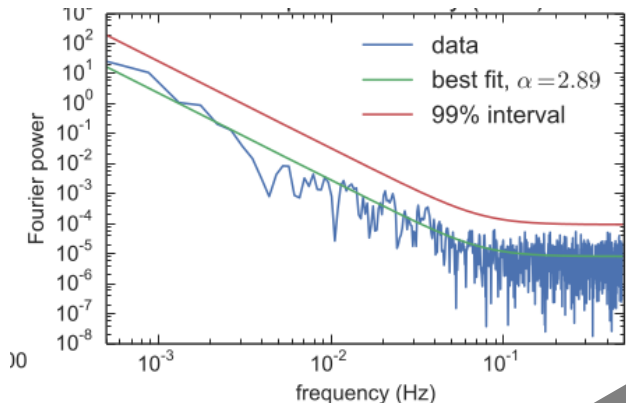


## 1/f zajok

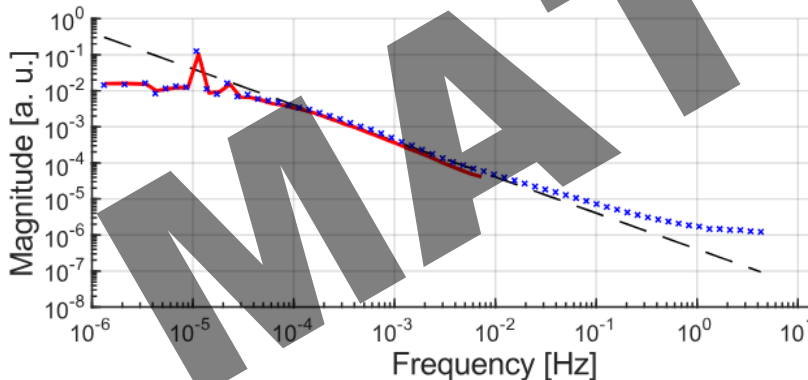
- Nem periodikus, “random” jel (bonyolult)
- Statisztikailag leírható
- Pl. Kozmikus háttérsugárzás,  
$$P(x) = b \cdot f^x$$
elektromos zaj erősítőben, stb.
- Teljesítmény – frekvencia:  
hatványfüggvény



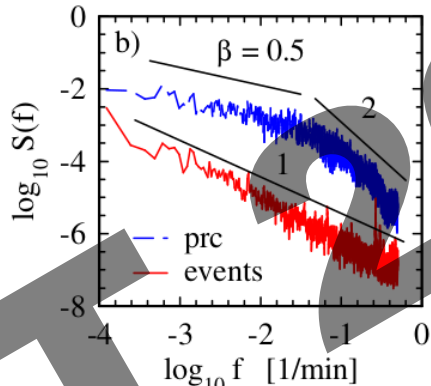
# Törött hatvány-függvény spektrumok



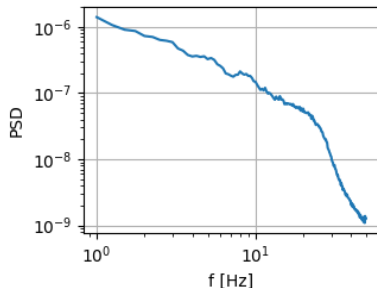
Inglis, A. R., (2015). QUASI-PERIODIC PULSATIONS IN SOLAR AND STELLAR FLARES: RE-EVALUATING THEIR NATURE IN THE CONTEXT OF POWER-LAW FLARE FOURIER SPECTRA. <https://doi.org/10.1088/0004-637x/798/2/108>



B. Maczák (2023), "Revealing the Generality of 1/f Noise Based Spectral Characteristics of Human Activity Across Different Datasets," doi: 10.1109/ICNF57520.2023.10472765.



Bender, R. (2011). Observations and modelling of 1/f-noise in weather and climate. <https://doi.org/10.5194/asr-6-137-2011>



Sleep EEG – REM example

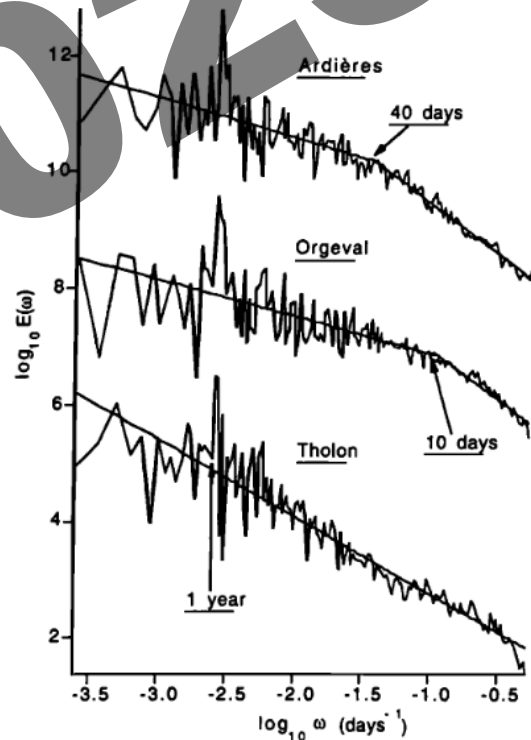


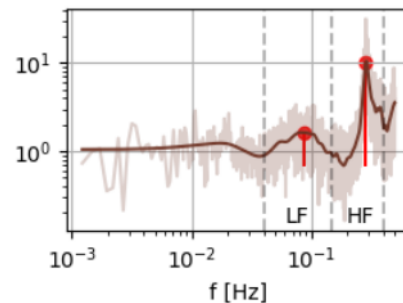
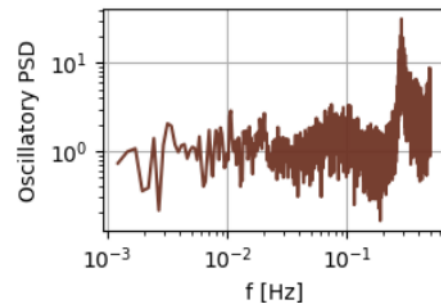
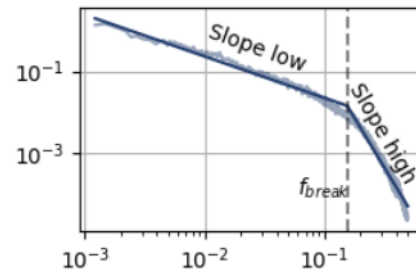
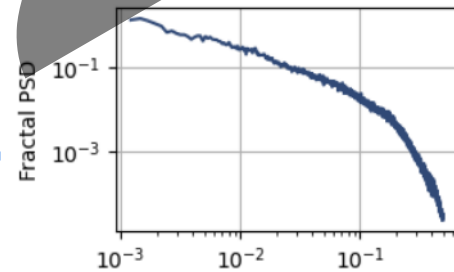
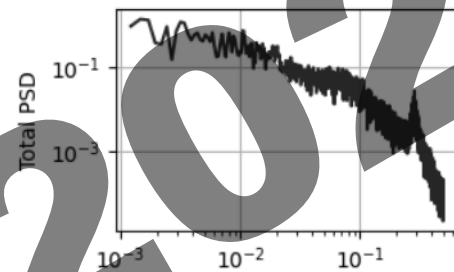
Figure 2. Power spectra for daily river flows for three different rivers in France.

Tessier, Y., (1996). Multifractal analysis and modeling of rainfall and river flows and scaling, causal transfer functions. <https://doi.org/10.1029/96jd01799>

# Spektrum paraméterezése

Teljes spektrum → IRASA módszer:

- Fraktál komponens -Törött hatványfüggvény:
  - **2 Meredekség, 2 intercept**
  - **Törési frekvencia**
- Oszcillátoros komponens:
  - **Alacsony frekvenciás (LF) csúcs**  
(0.04-0.15 Hz) (Mayer hullámok)  
**magasság, frekvencia**
  - **Magas frekvenciás (HF) csúcs**  
(0.15 Hz-0.4 Hz) (Respirátoros szinusz aritmia)  
**magasság, frekvencia**
- **5 + 4 = 9 paraméter**



# Budapest-München poliszomnográfias adatbázis

- Egészséges minta
- 251 alany
  - Nemek: 122 nő
  - Életkor: 4-69 év
- Egészéjszakás PSG → EKG felvételek

Bódizs, R., Gombos, F., Ujma, P. P., Szakadát, S., Sándor, P., Simor, P., Pótári, A., Konrad, B. N., Genzel, L., Steiger, A., Dresler, M., & Kovács, I. (2017). The hemispheric lateralization of sleep spindles in humans. *Sleep Spindles & Cortical Up States*, 1(1), 42–54. <https://doi.org/10.1556/2053.01.2017.002>

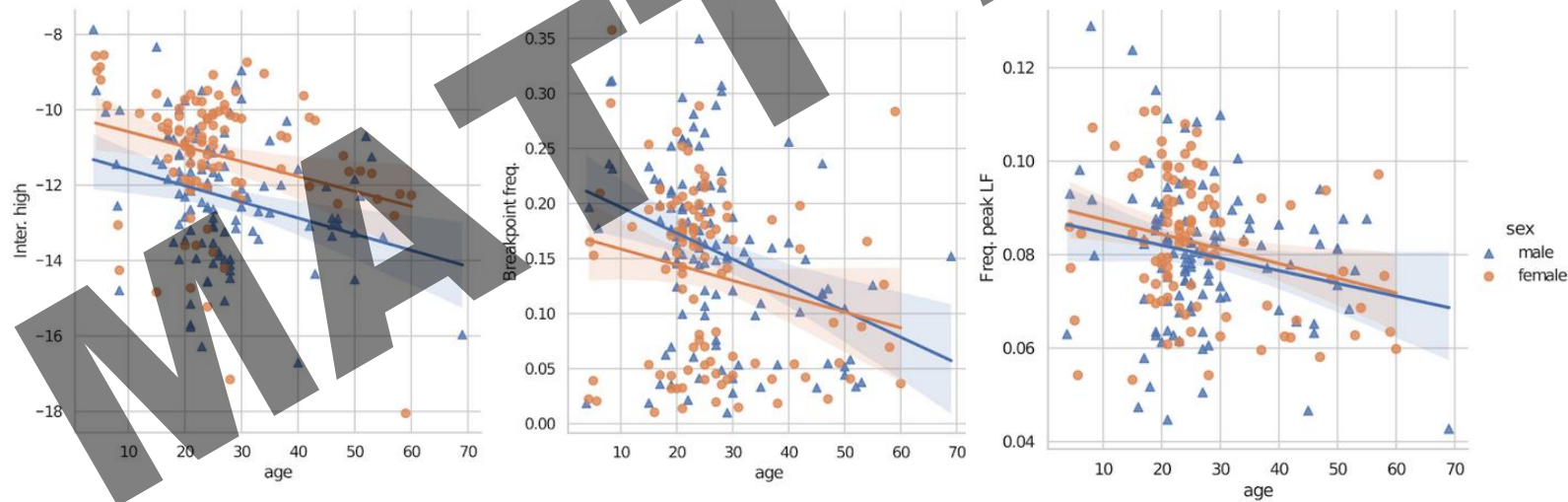
# Életkori és nemi hatások

- Életkor:

↓ Intercept felső tartomány

↓ Töréspont frekvencia

↓ LF csúcs frekvencia



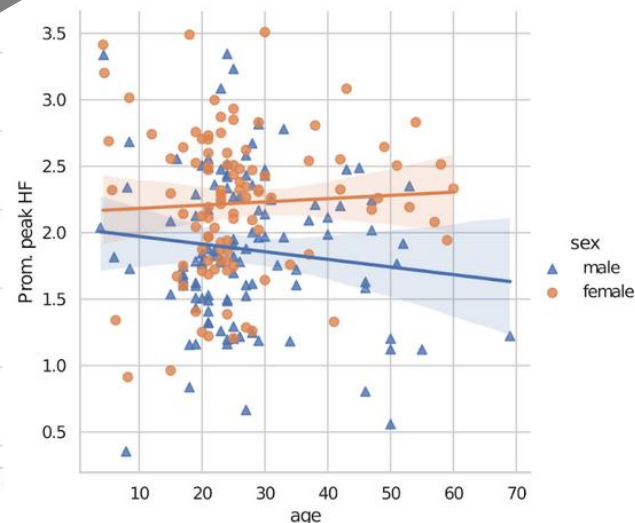
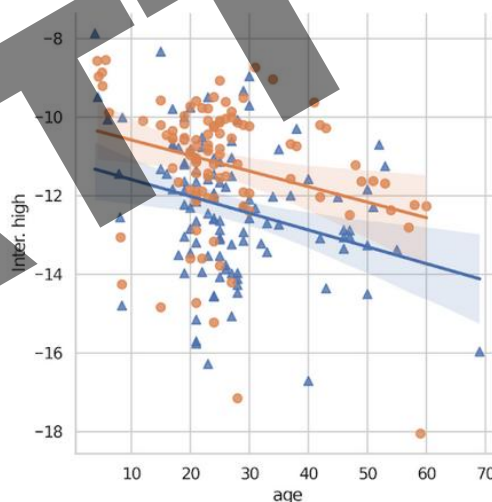
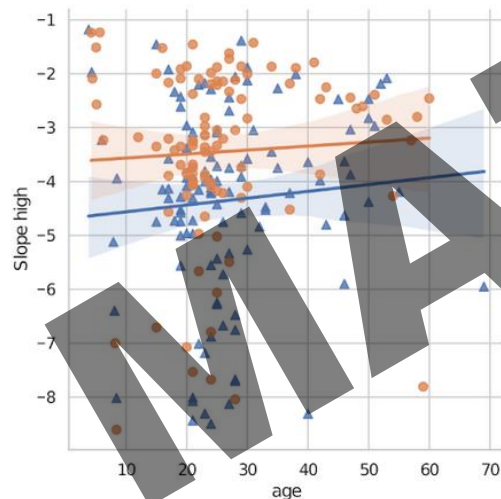
# Életkori és nemi hatások

- Nemi hatás (nőkben férfiakhoz képest):

↑ mindkét meredekség (laposodás)

↑ Intercept felső tartomány

↑ HF csúcs magasság

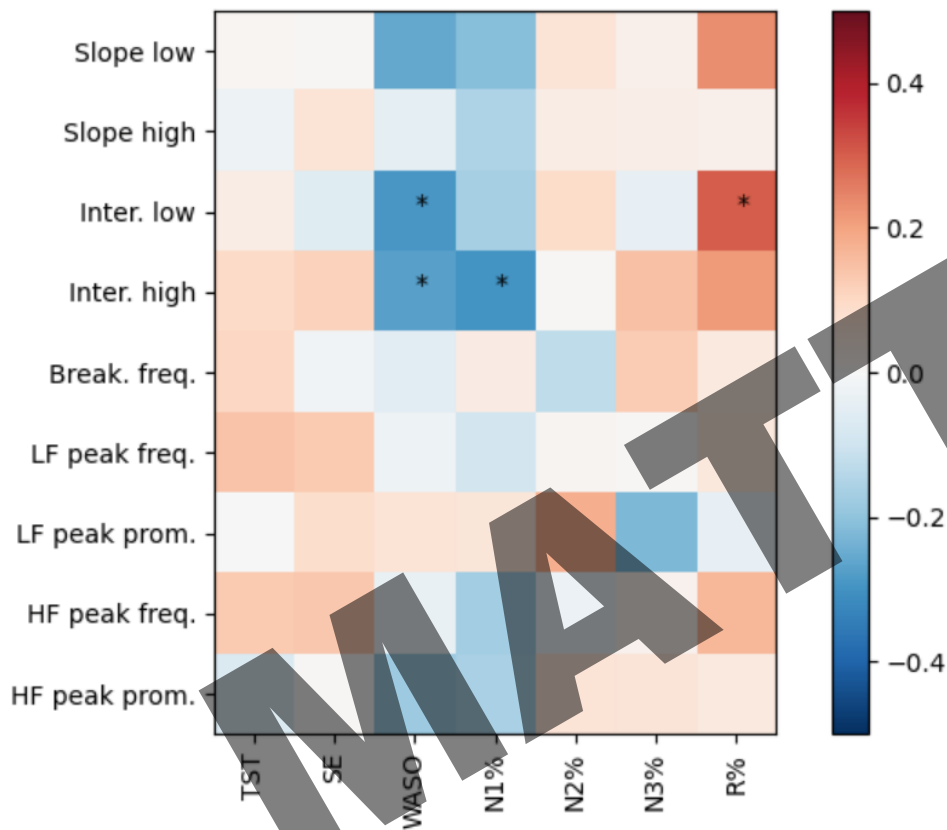


# Spektrális paraméterek és klasszikus HRV mutatók összefüggése

| <u>Covariates</u> | <u>HRV (total power)</u> | <u>LF power</u> | <u>HF power</u> | <u>LF/HF ratio</u> |
|-------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| Fractal           | 0.834                    | 0.705           | 0.675           | 0.509              |
| Oscillatory       | 0.086                    | 0.131           | 0.115           | 0.303              |
| All               | 0.838                    | 0.862           | 0.704           | 0.738              |

Multiple Linear Regression – R<sup>2</sup> values

# Összefüggés alvásindikátorokkal



- WASO:
  - alsó intercept:  $r=-0.28$
  - felső intercept:  $r=-0.27$
- N1%:
  - felső intercept:  $r=-0.29$
- R%:
  - felső intercept:  $r=+0.30$

# Williams-szindróma adatbázis

- Ritka genetikai fejlődési rendellenesség (1/20.000)
- Elasztin deficit
- Szív, érrendszeri és vese funkciókat érinti
- Korai öregedés
- Enyhe kognitív deficit
- Hiperszociabilitás, szociális diszinhibíció
- Alvászavarok

- 20 WS (Williams-szindrómás) alany
  - Nemi eloszlás: 13 nő
  - Koreloszlás: 6-29 év
- 20 TF (tipikusan fejlődő) nem- és korillesztett alany

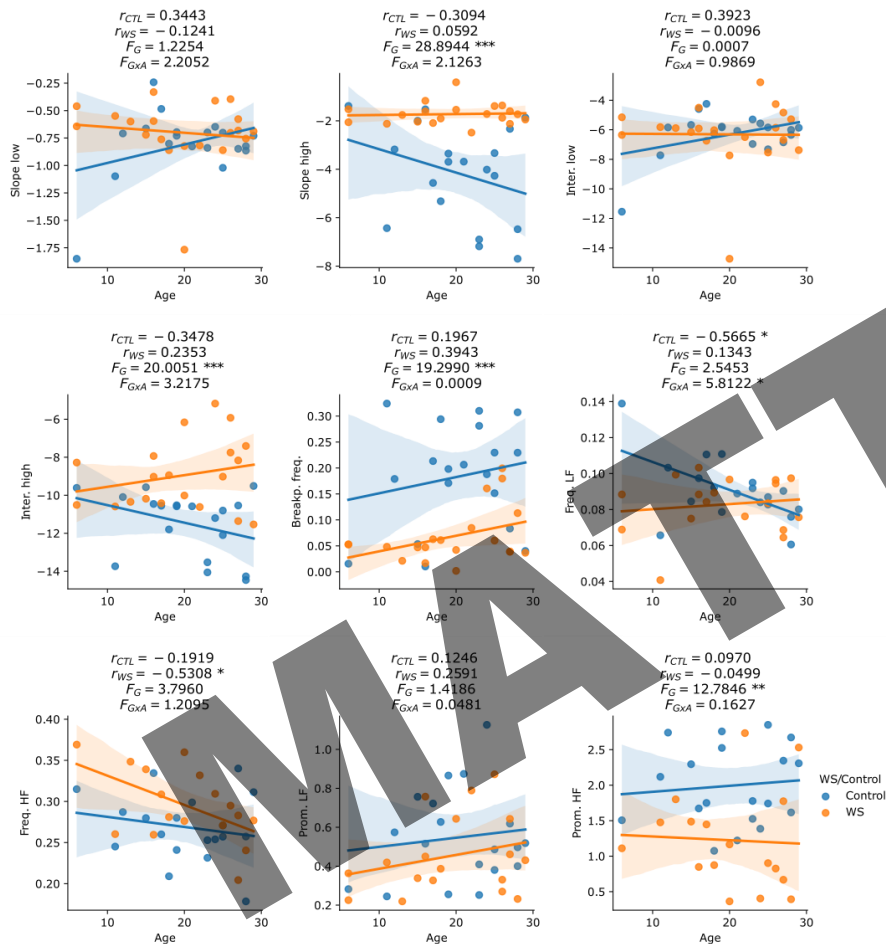
# Csoport és életkori hatások

Csoport hatás (WS-ben, TF-hez képest):

↑ Felső tartomány meredekség

↓ Töréspont frekvencia

↓ HF csúcs magasság



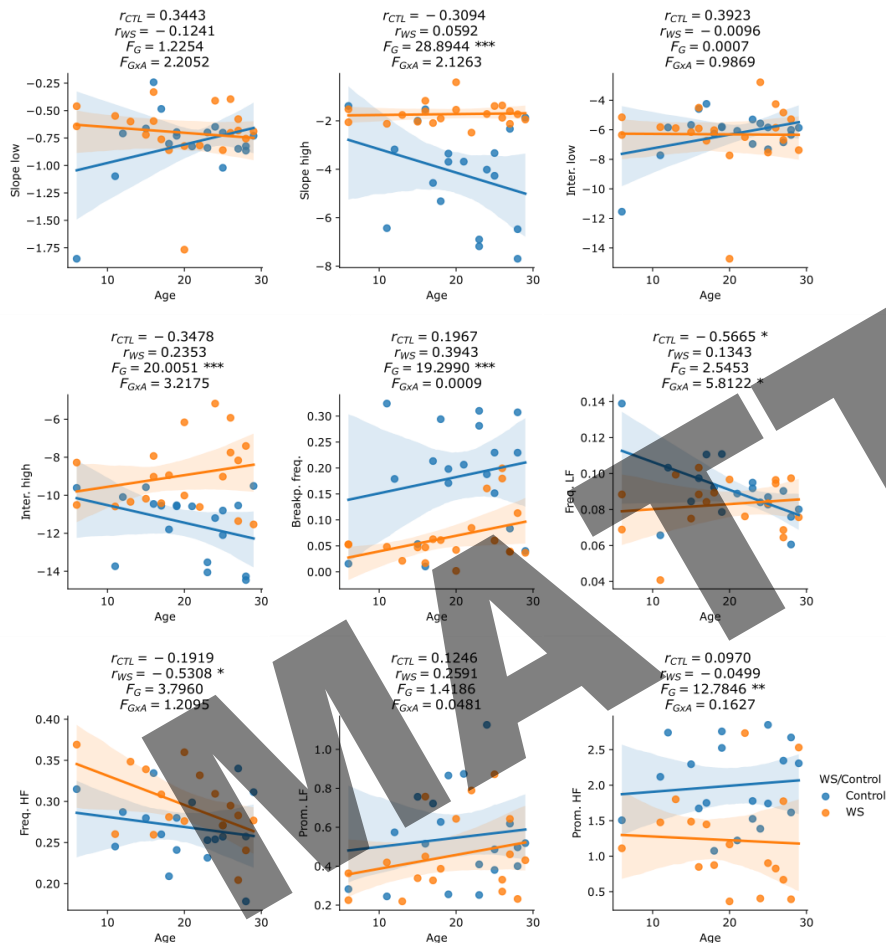
# Csoport és életkori hatások

Csoport hatás (WS-ben, TF-hez képest):

- ↑ Felső tartomány meredekség
- ↓ Töréspont frekvencia
- ↓ HF csúcs magasság

Csoport-életkor interakció:

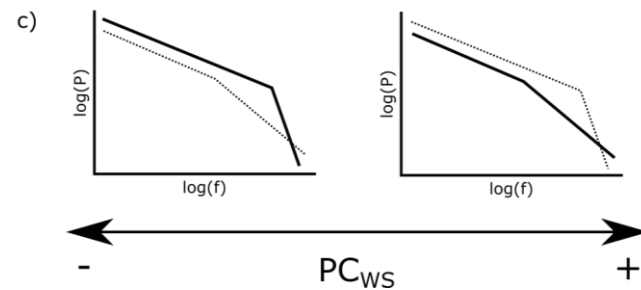
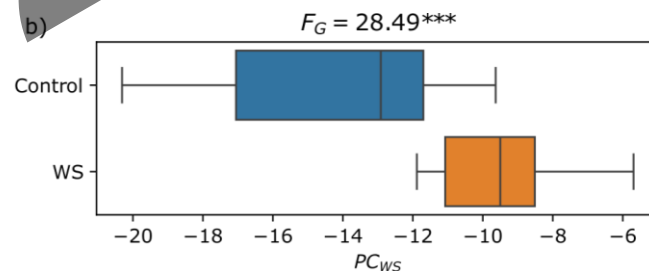
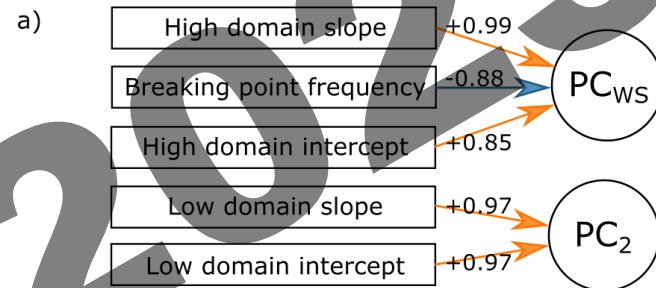
- ↓ LF csúcs frekvencia TF-ben, de nem WS-ben



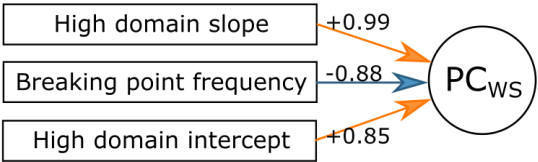
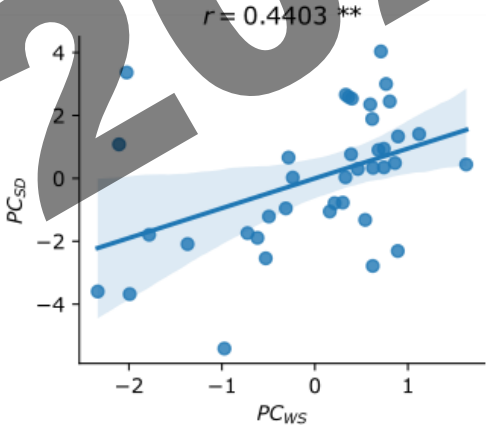
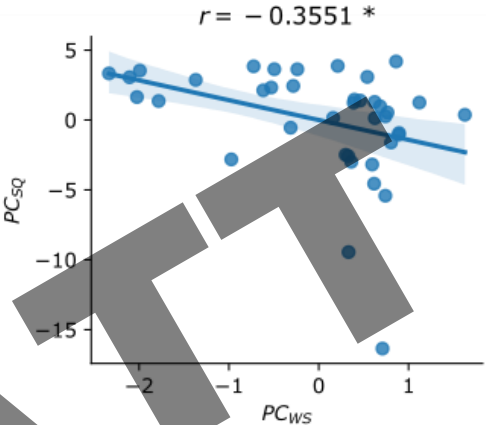
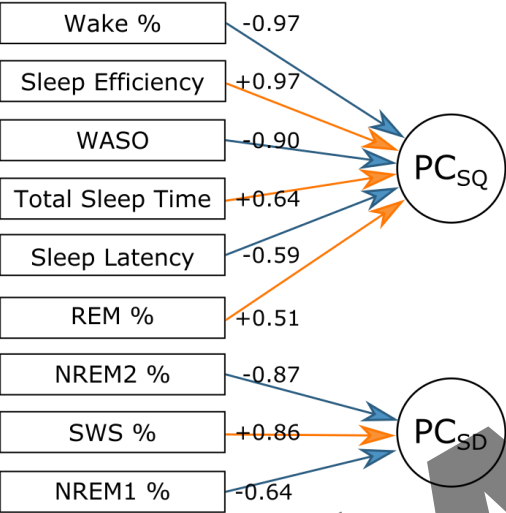
# Fraktál paraméterek főkomponens elemzése

Pearson's Correlations

| Variable  |             | slope1 | slope2 | inter1 | inter2 | fbreak |
|-----------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1. slope1 | Pearson's r | —      |        |        |        |        |
|           | p-value     | —      |        |        |        |        |
| 2. slope2 | Pearson's r | 0.059  | —      |        |        |        |
|           | p-value     | 0.722  | —      |        |        |        |
| 3. inter1 | Pearson's r | 0.914  | -0.114 | —      |        |        |
|           | p-value     | < .001 | 0.490  | —      |        |        |
| 4. inter2 | Pearson's r | 0.104  | 0.825  | 0.043  | —      |        |
|           | p-value     | 0.527  | < .001 | 0.796  | —      |        |
| 5. fbreak | Pearson's r | -0.011 | -0.883 | 0.200  | -0.538 | —      |
|           | p-value     | 0.947  | < .001 | 0.223  | < .001 | —      |



# Alvásindikátorok főkomponens elemzése



# HRV spektrális paraméterei

- Alkalmasak az alvás alatti szívritmus dinamikus változásainak megradására
  - Ismert és új életkori, nemi hatásokat mutatnak
  - Jellegzetes módosulás WS-ban
  - Tükrözik az alvás és szívritmus szabályozást
- Az autonóm idegrendszeri szabályozás általános (jól) működését jellemzik
- Az oszcillációkon túl: fontos szerepet játszik a fraktál komponens!

## Kitekintés

- Paraméterek mélyebb megértése
- Mechanizmusok feltárása az autonóm szabályozás tükrében
- Klinikai alkalmazások lehetősége

- Köszönöm a figyelmet!

**MATT**

**2025**