

# Effects of hypoxia on cardiovascular and autonomic nervous functions in conscious rats

低酸素環境がラットの心血管系および  
自律神経系機能に及ぼす影響

川口友浩、伊藤公一、桑原正貴、局 博一  
東京大学 比較病態生理学教室

# 低酸素状態が起こる状況

高地



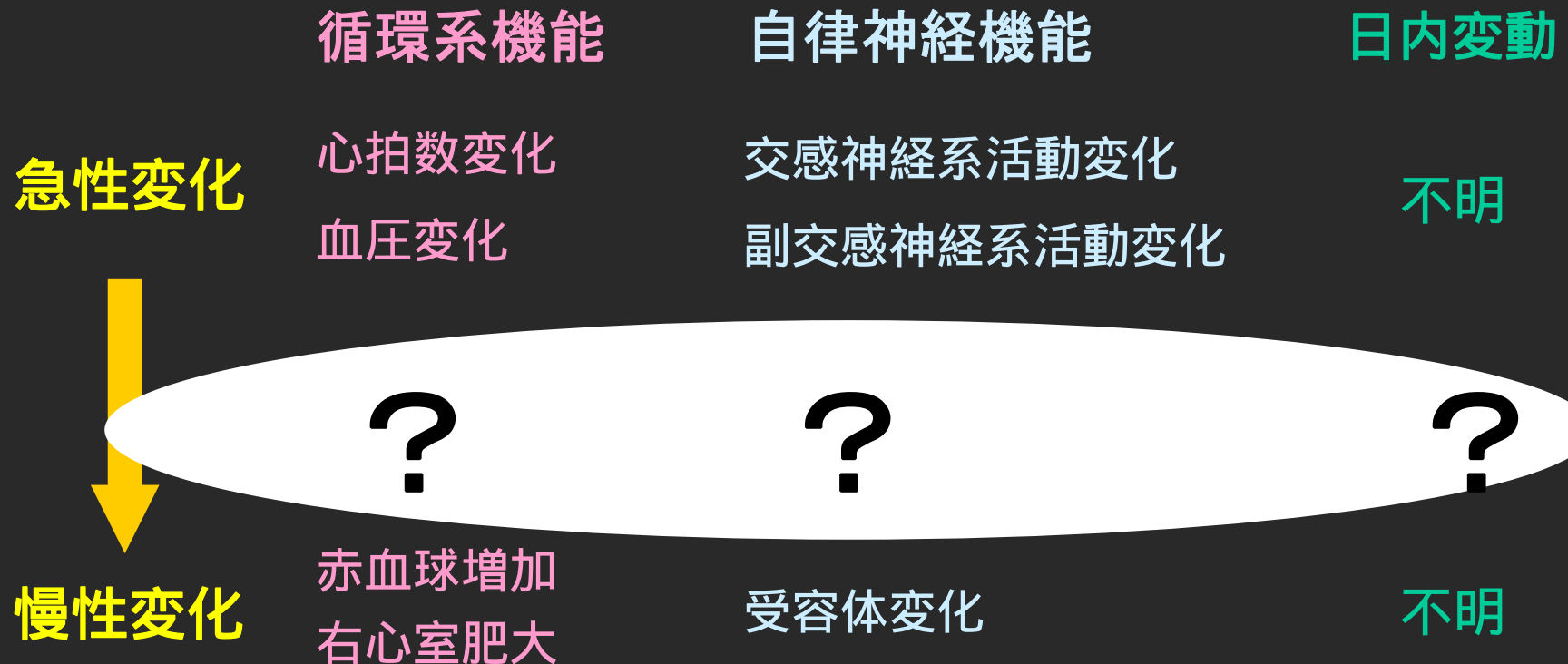
呼吸器疾患

- 睡眠時無呼吸症候群
- 慢性閉塞性肺疾患

低酸素状態に陥ると、酸素運搬能の維持を目的とした

- ・心臓、肺、内分泌系、神経系、行動等にさまざまな変化
- ・特に心血管系機能と自律神経系機能に大きな影響

# 低酸素環境における循環系機能と自律神経系の変化



低酸素順化過程における  
循環系機能と自律神経系機能の解明

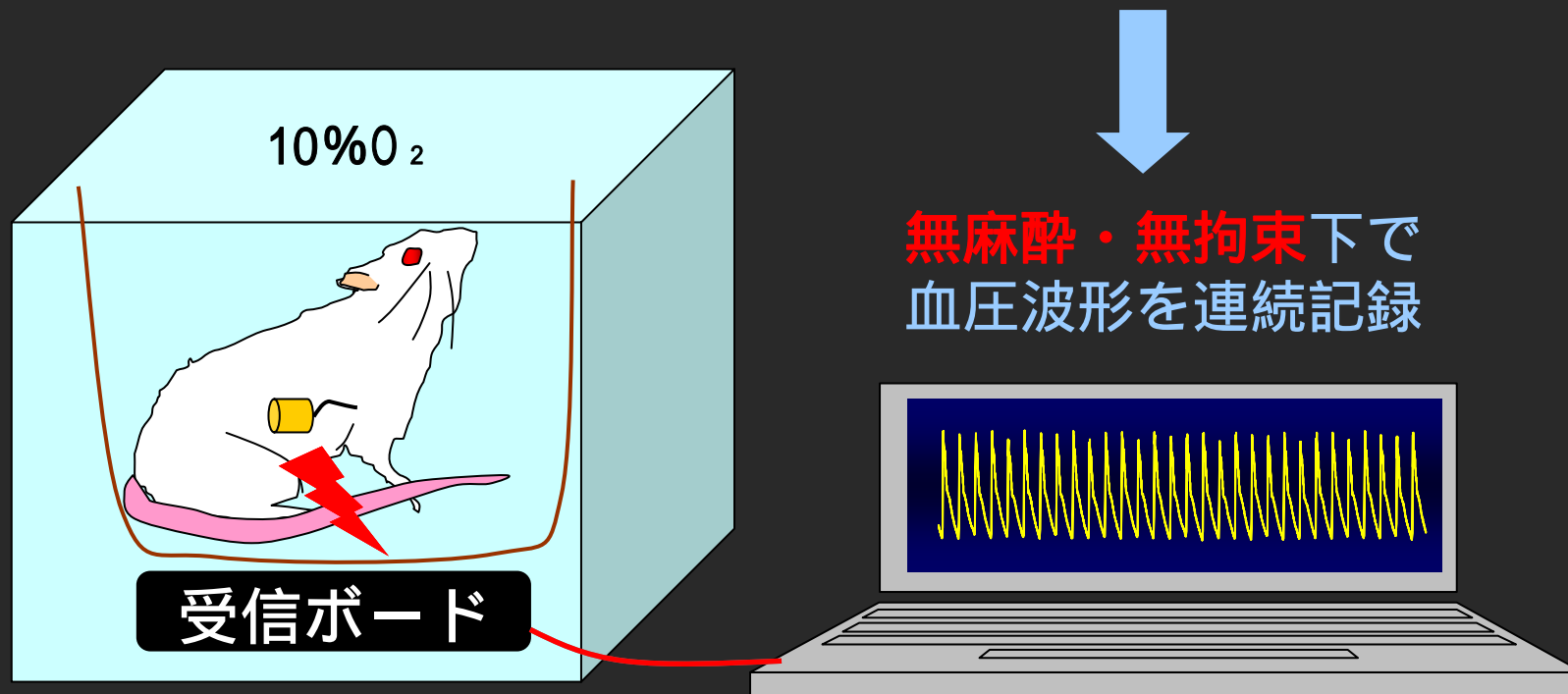
## 方法(実験1)

動物：SDラット 6w (n=6)

血压測定用テレメーター送信器(TA11PA-C40;  
Data Sciences)を腹腔内に埋め込む

測定条件：明暗周期(L:D 12:12、明期開始7:00)

対照記録を測定後、10%酸素環境に3週間曝露



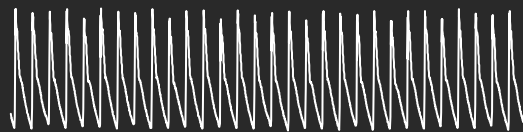
# データ解析

## 測定項目

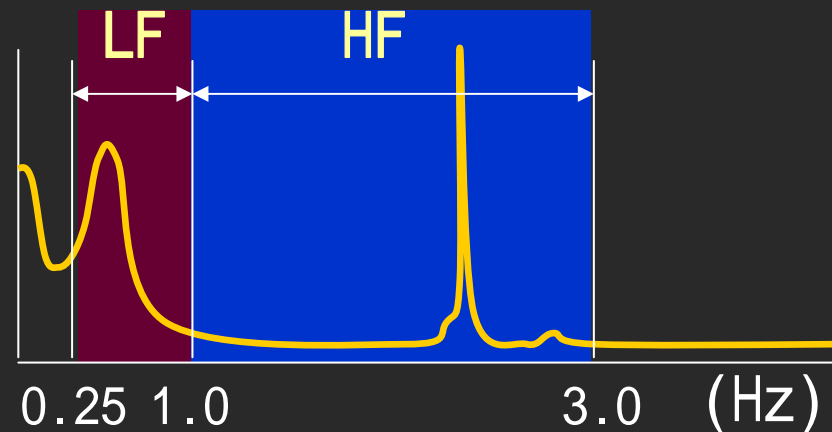
- ・心拍数
- ・収縮期血圧
- ・HR-HF (心拍変動 High Frequency)  
副交感神経系活動の指標
- ・HR-LF/HF (心拍変動 Low Frequency/ High Frequency)  
交感神経系活動と副交感神経系活動のバランスの指標
- ・BP-LF (血圧変動 Low Frequency)  
交感神経系活動の指標

## 心拍・血圧変動解析

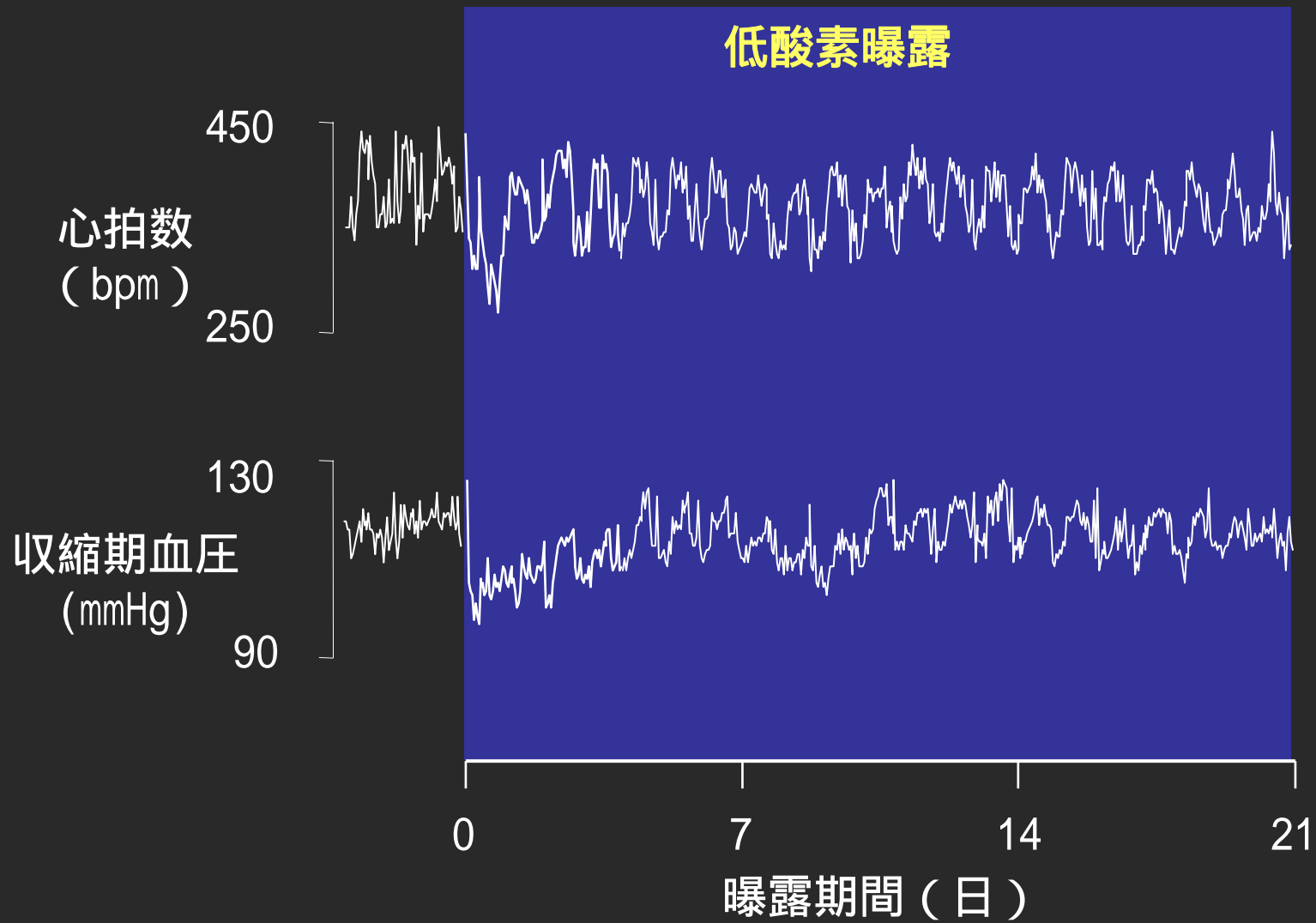
Fluclet WT (大日本製薬)



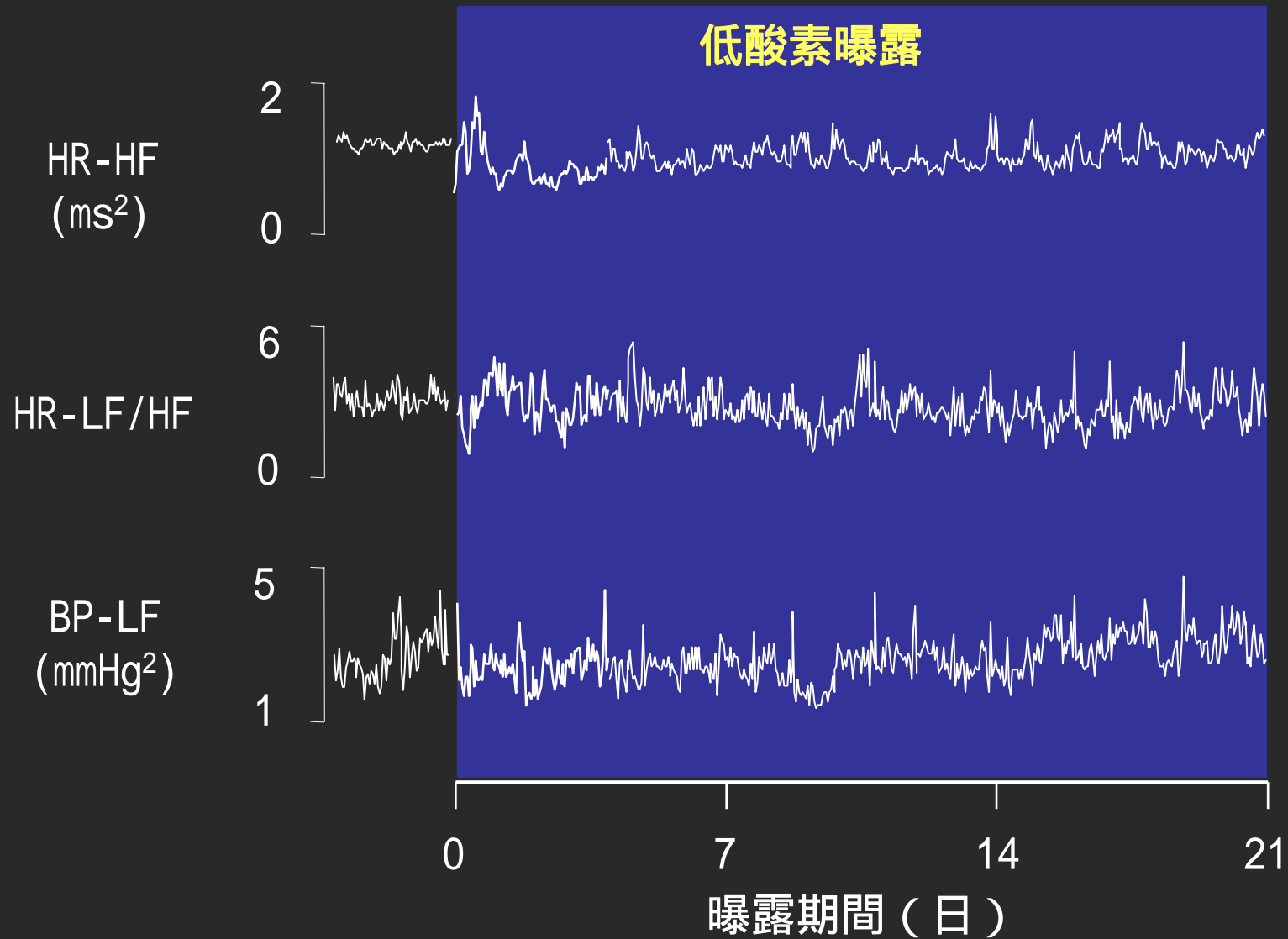
Wavelet法



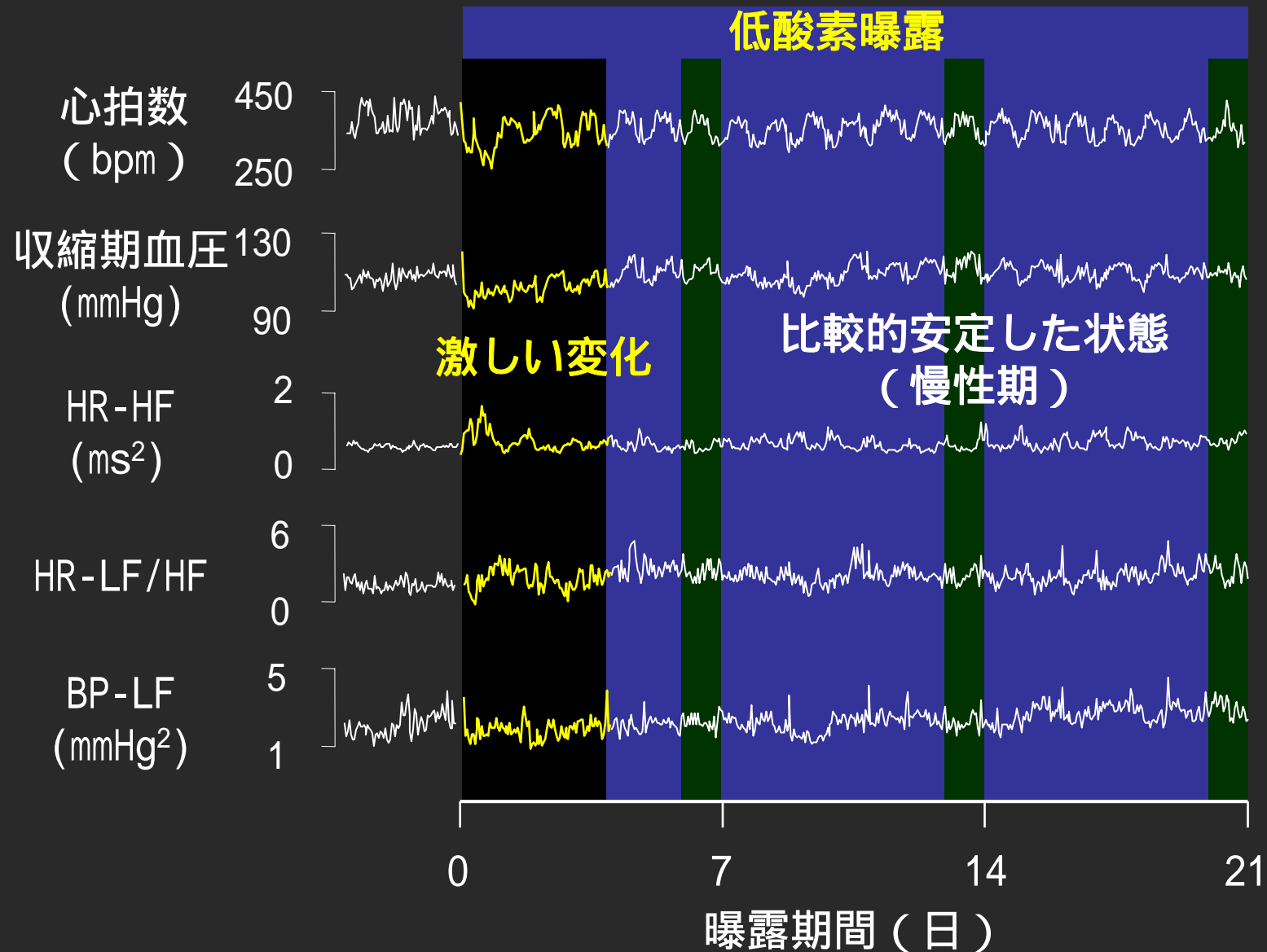
# 低酸素環境下における循環系の変化の1例



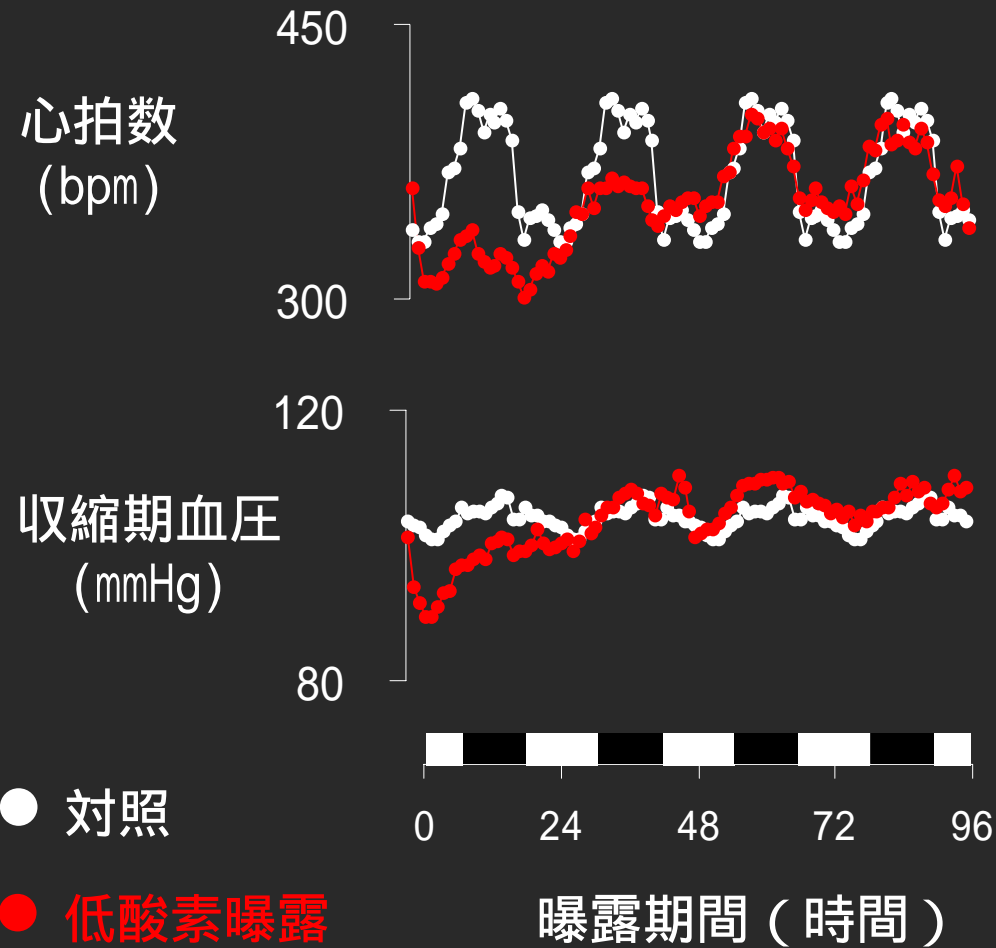
# 低酸素環境下における自律神経系の変化の1例



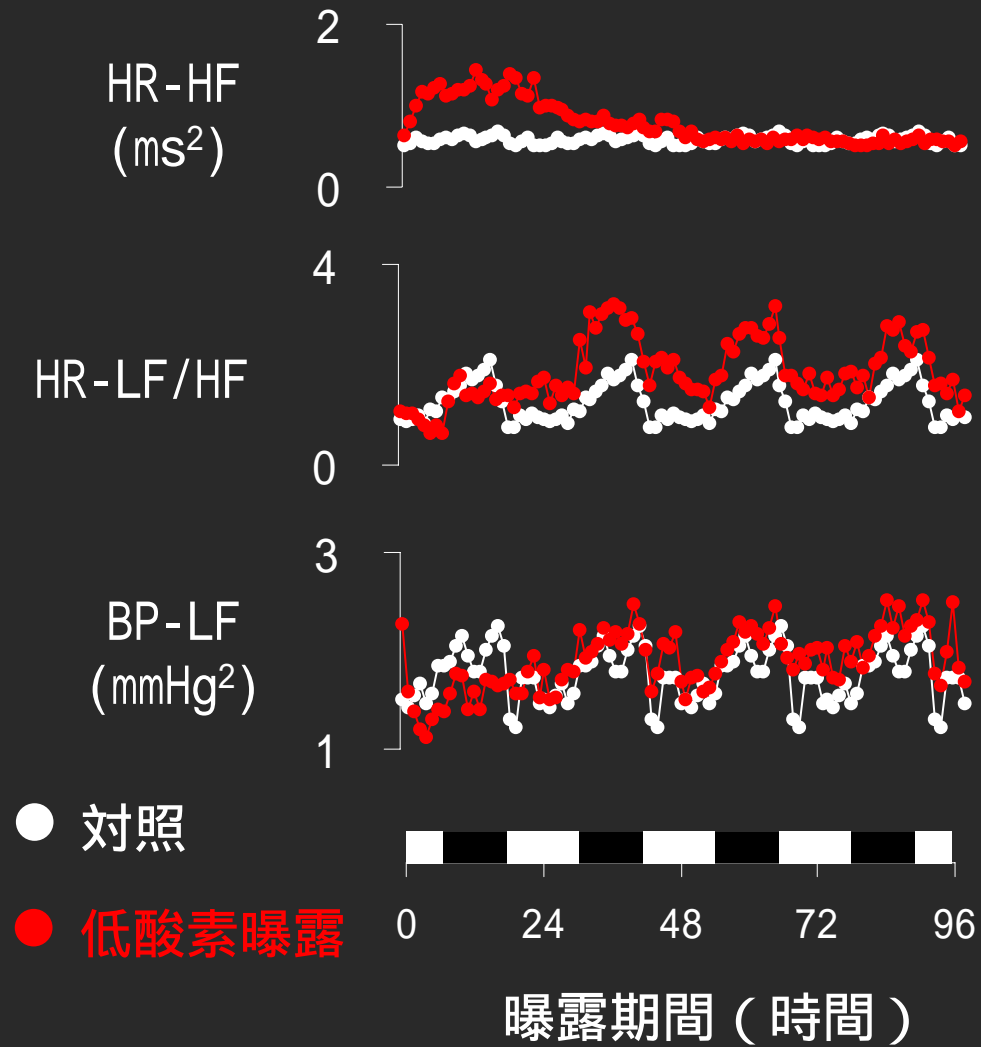
# 低酸素環境下における 循環系・自律神経系機能の変化の1例



# 低酸素曝露96時間における循環系機能の変化

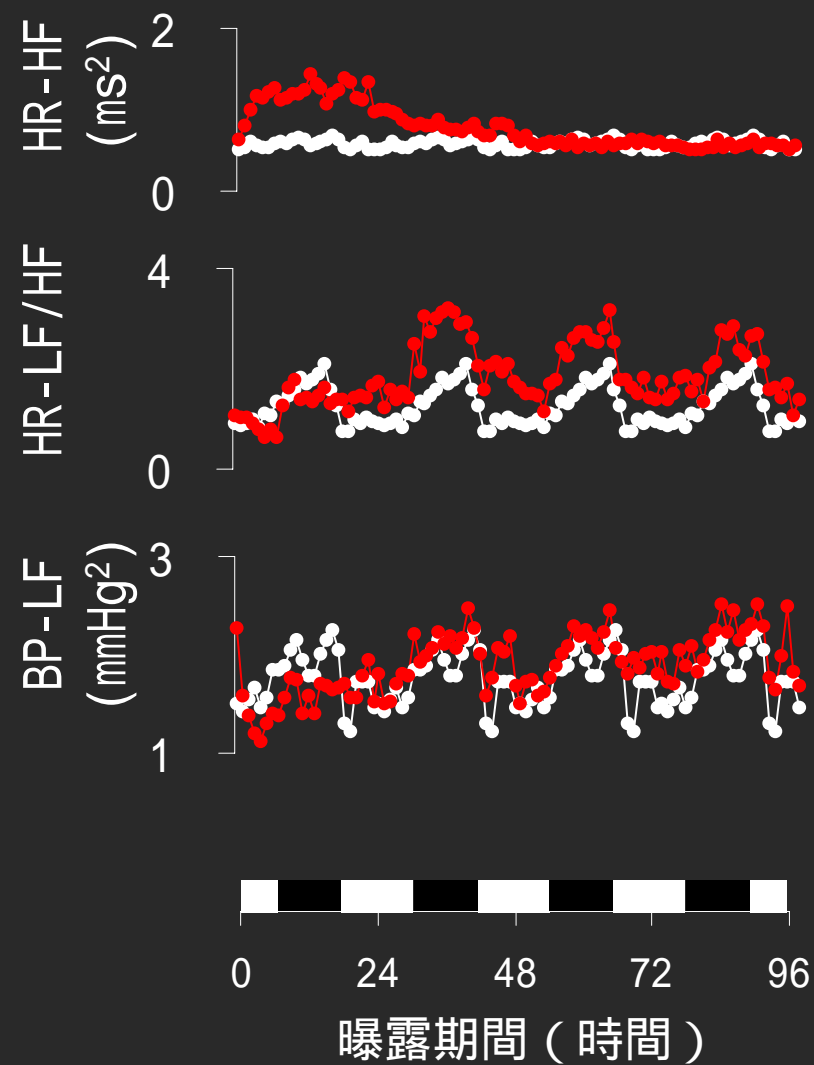
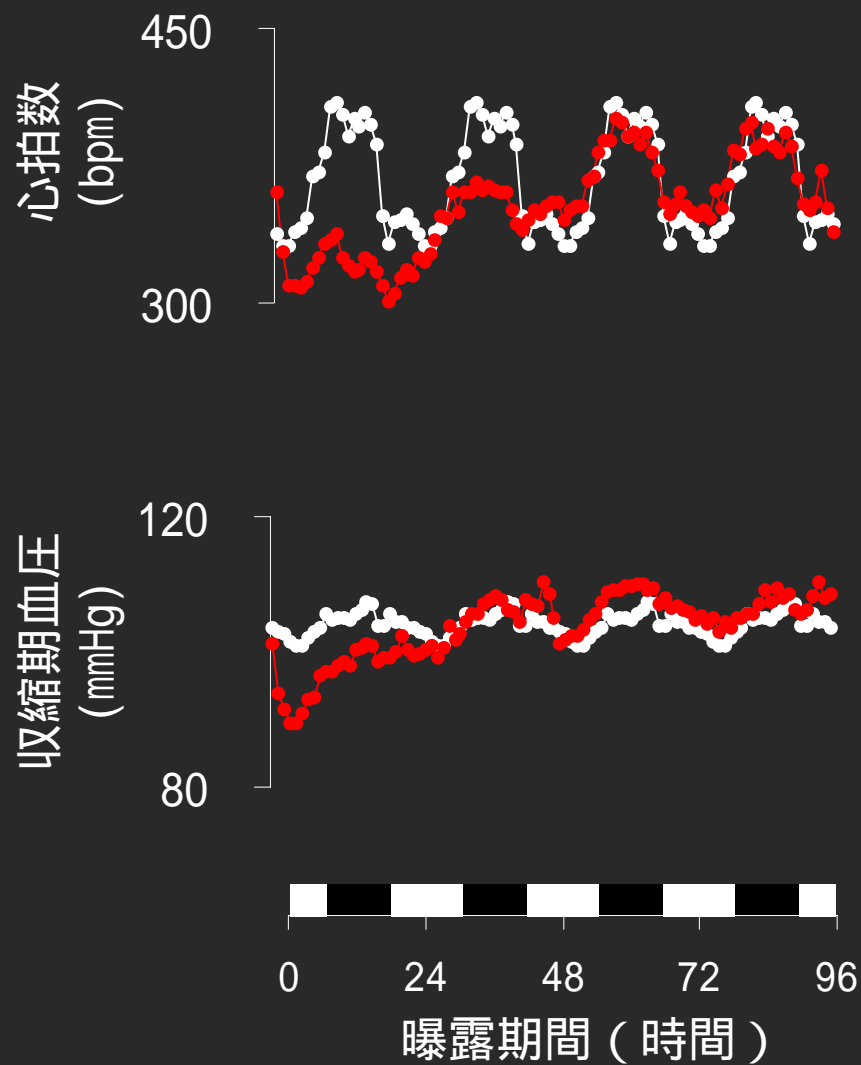


# 低酸素曝露96時間における自律神経系機能の変化

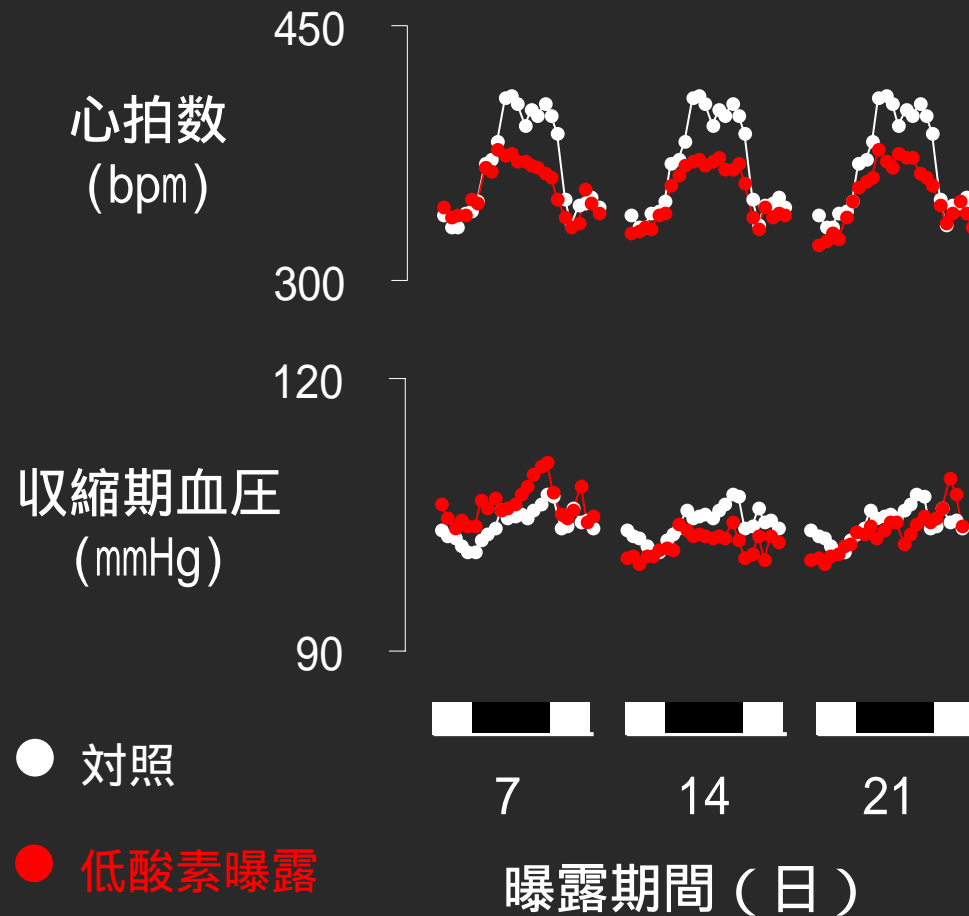


# 低酸素曝露96時間における 循環系・自律神経系機能の変化

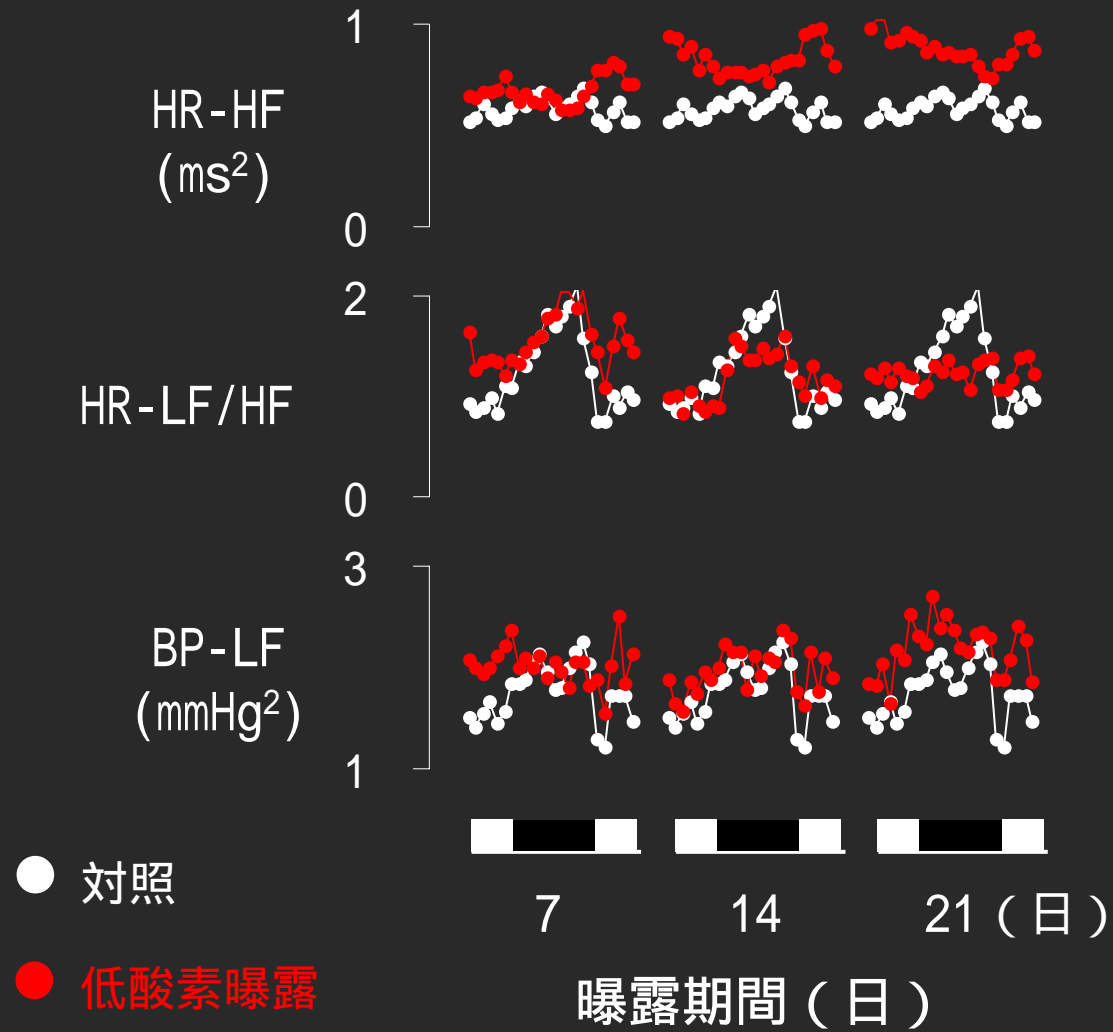
● 対照 ● 低酸素曝露



# 低酸素曝露慢性期における循環系機能の変化

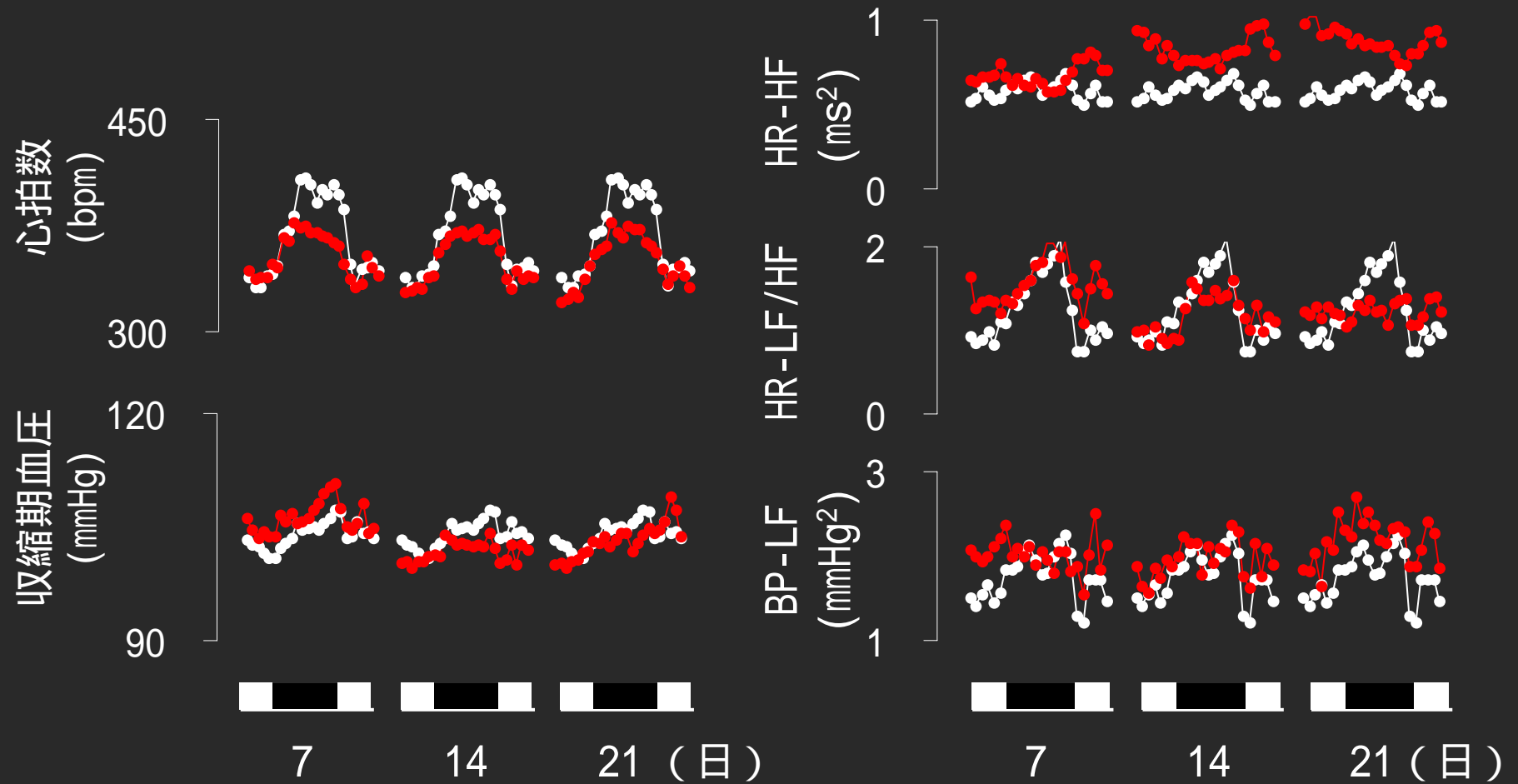


# 低酸素曝露慢性期における自律神経系機能の変化

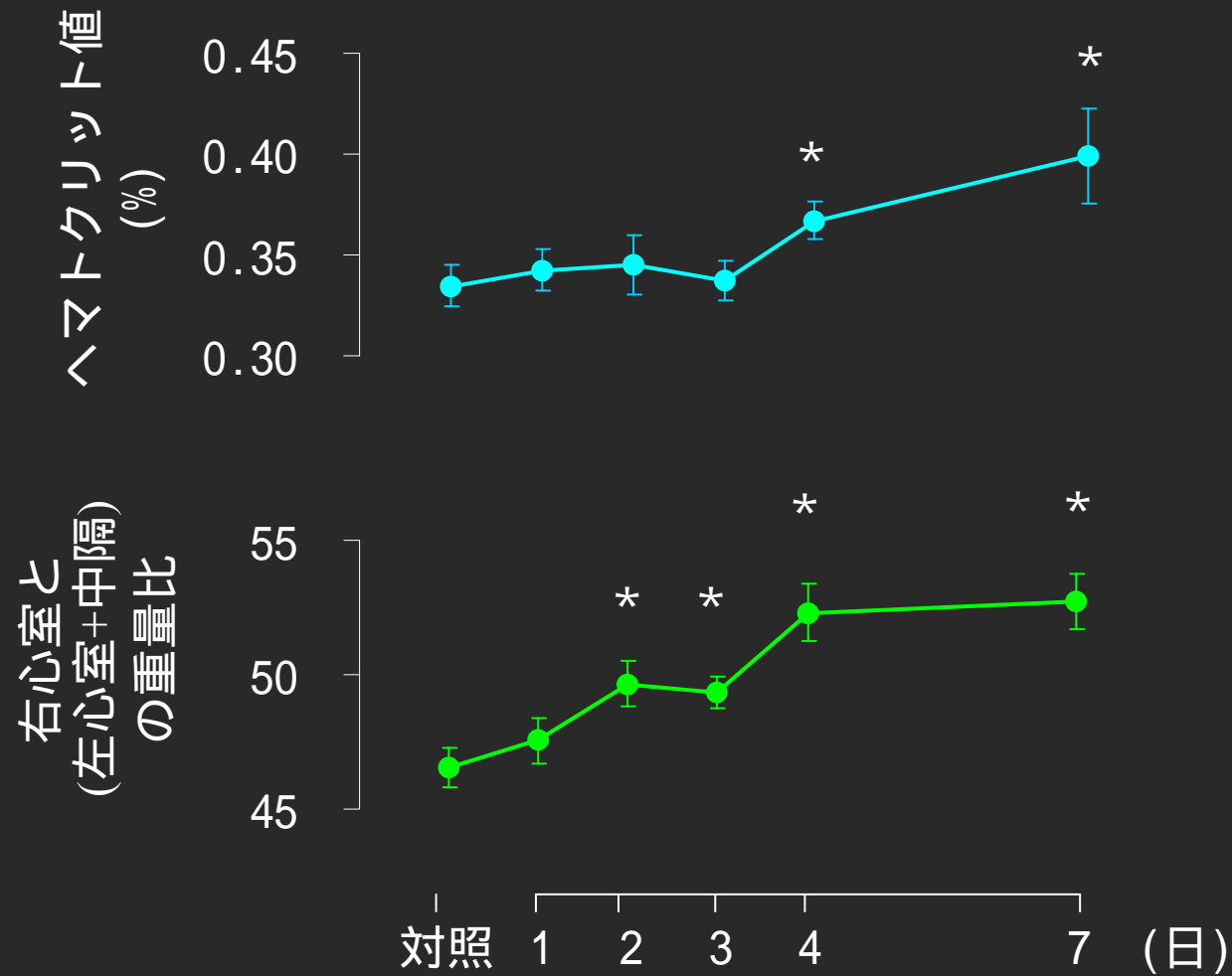


# 低酸素曝露慢性期における 循環系・自律神経系機能の変化

● 対照 ● 低酸素曝露



# 血液と心重量における低酸素曝露の影響



\*P < 0.05 vs. 対照

## 考察

曝露1日目 副交感神経系機能の亢進  
心拍数、血圧の低下

エネルギー消費量を減少させるための**適応反応**

曝露2～4日目 交感神経系機能の亢進  
心拍数、血圧の回復  
赤血球数増加や右心室肥大などの形態変化の開始

**1日目からの回復過程**で代償機構が始動した状態

慢性期 副交感神経系機能の亢進  
心拍数の日内変動幅の減少  
赤血球数増加や右心室肥大などの形態変化の進行

代償機構が働き、低エネルギー消費に**適応、安定した状態**

## まとめ

低酸素環境下における  
循環器系および自律神経系の  
日内変動も含めた経時的な変化

非侵襲的に観察

テレメトリー法  
血圧・心拍変動解析

従来、低酸素環境に対する反応として  
交感神経系活動が重要視されてきたが、

今回の研究で、  
副交感神経系活動も重要な役割を  
果たしている可能性が示唆された。

