

# 一過性の運動と認知機能



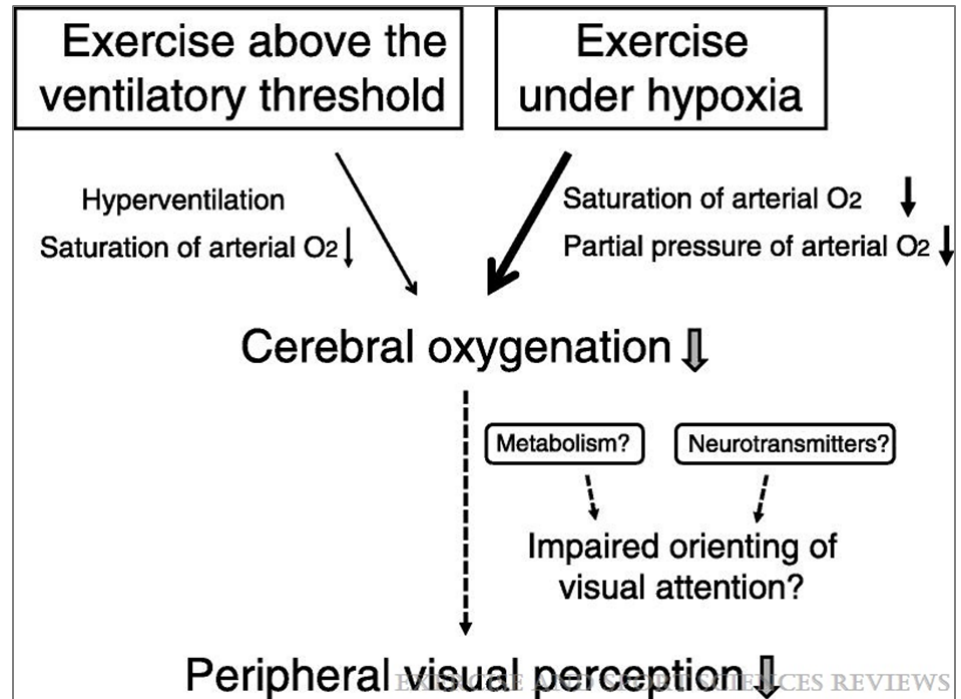
安藤 創一

電気通信大学 情報理工学研究科  
健康・スポーツ科学研究室

脳科学ライフサポート研究セミナー 平成29年10月25日@UEC

# これまでの研究活動

## 運動と周辺視野に関する研究



Ando (2013) *Exerc Sport Sci Rev*

運動中に周りは見えなくなるのか？

# 認知機能

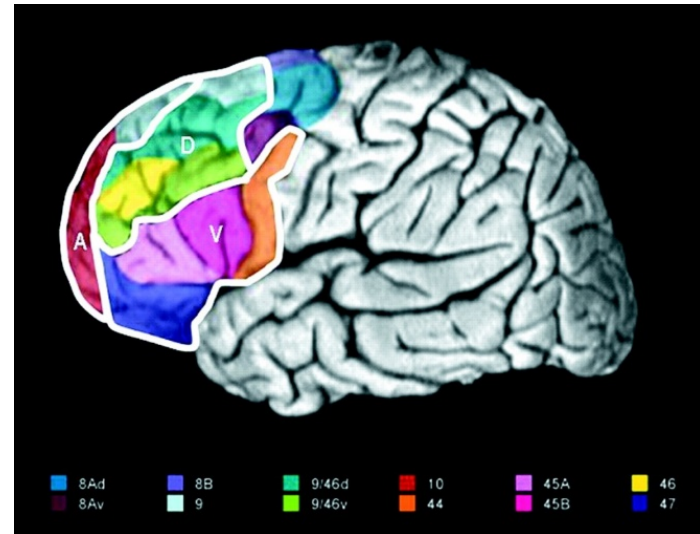
注意  
集中力

単純な知的能力

状況判断  
計画 & 実行

高度な知的能力

前頭前野

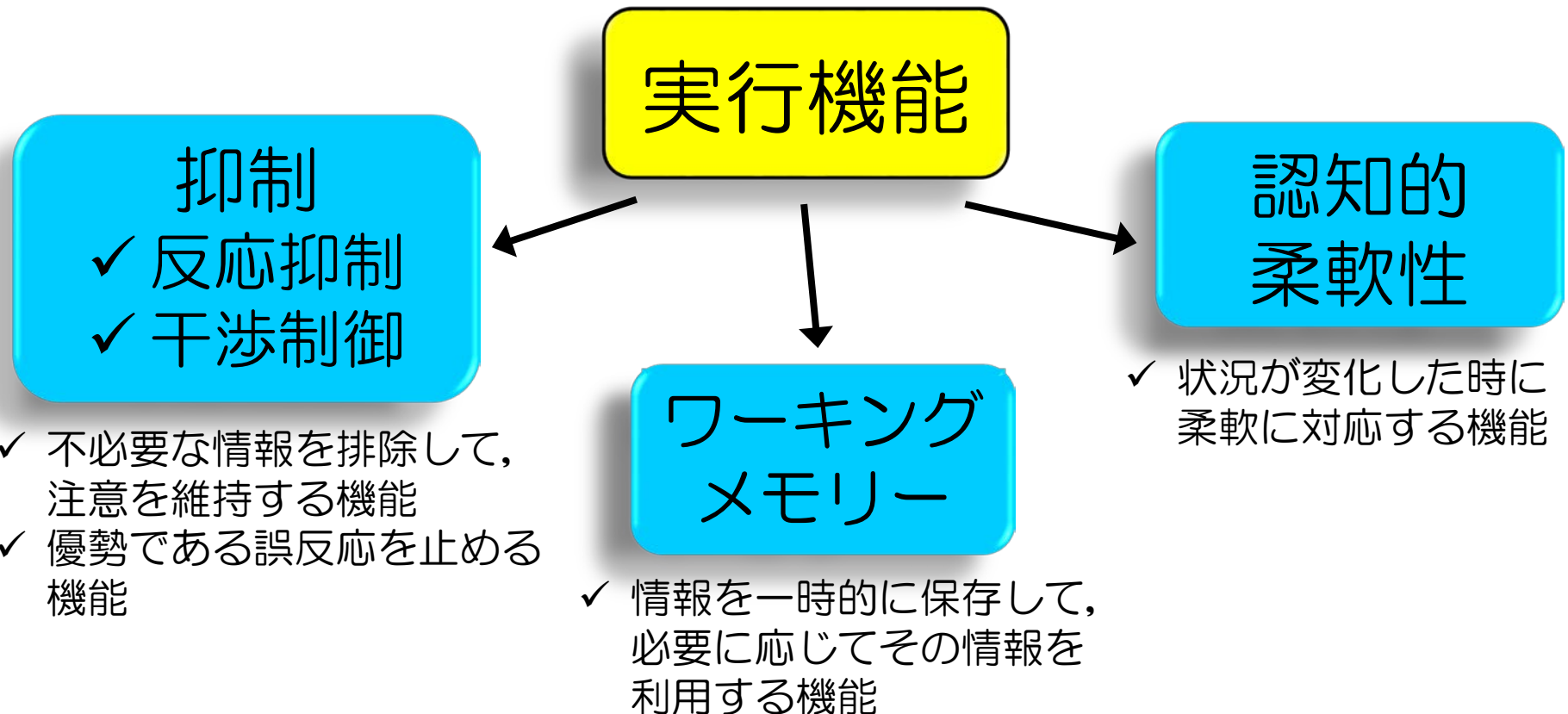


Rajah & D'Esposito (2005) Brain

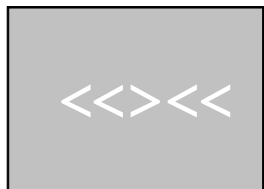


# 実行機能

実行機能は一連の認知過程であり、  
行動や思考をトップダウン方式で制御する。



# 実行機能をどう評価するのか？



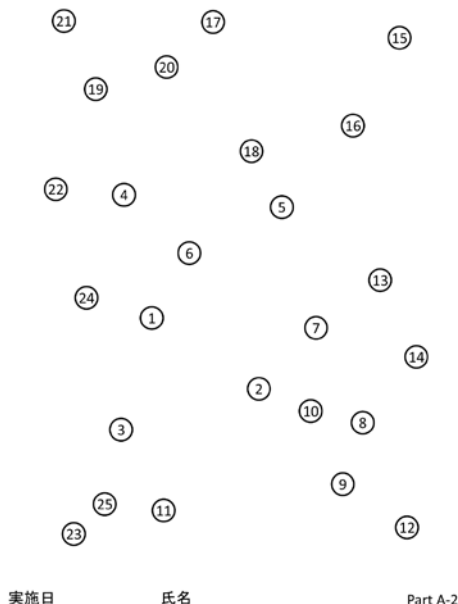
フランカー課題



ストロープ課題



Go/NoGo課題

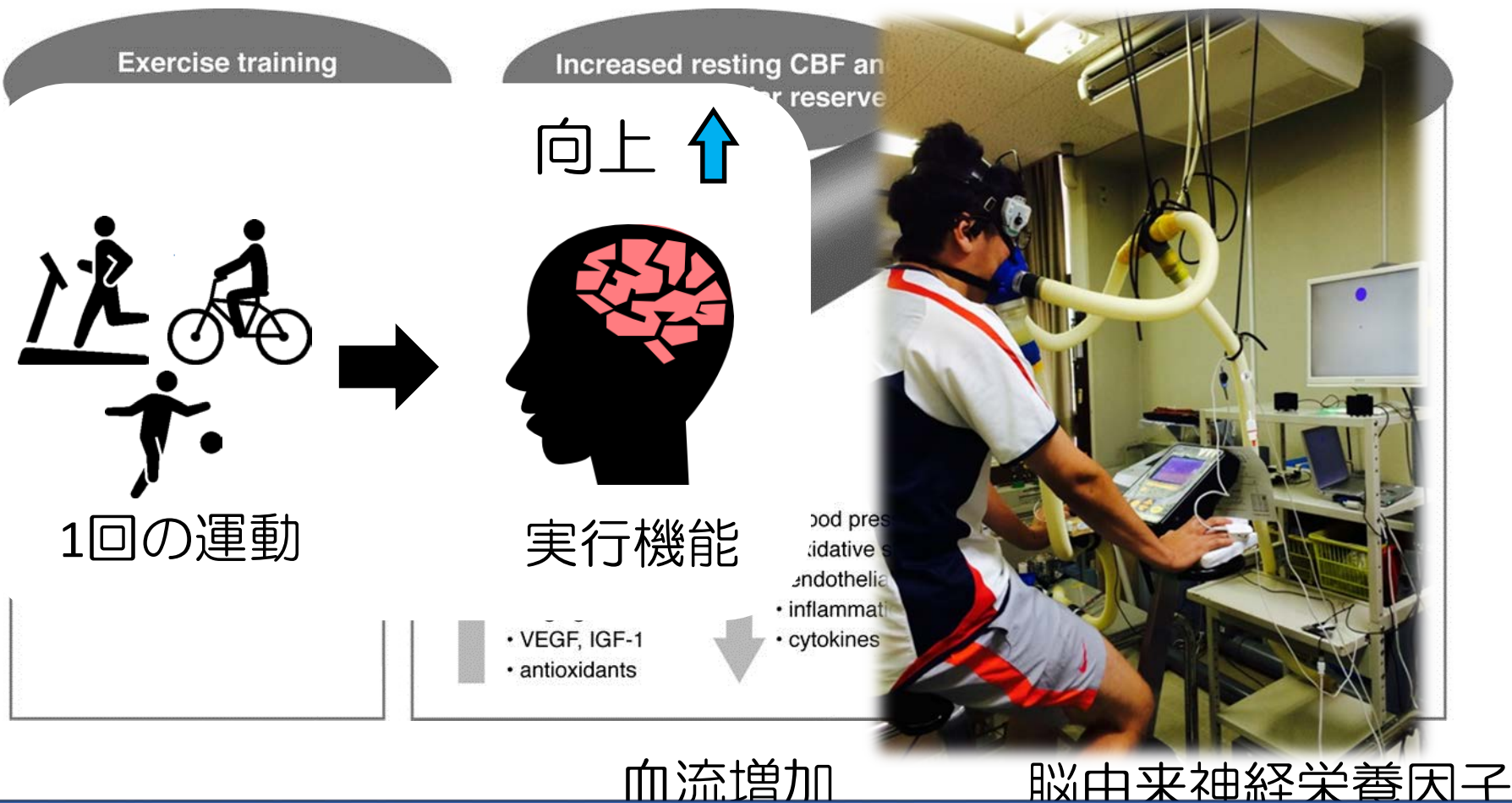


トレイルメイキングテスト

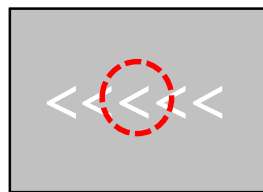


反応の早さ(反応時間)や正確性で評価する  
認知症と直接的な関係はあるのか？

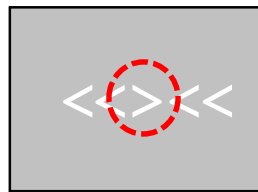
# 習慣的な運動により認知機能は向上する



1回の運動でも認知機能は向上する



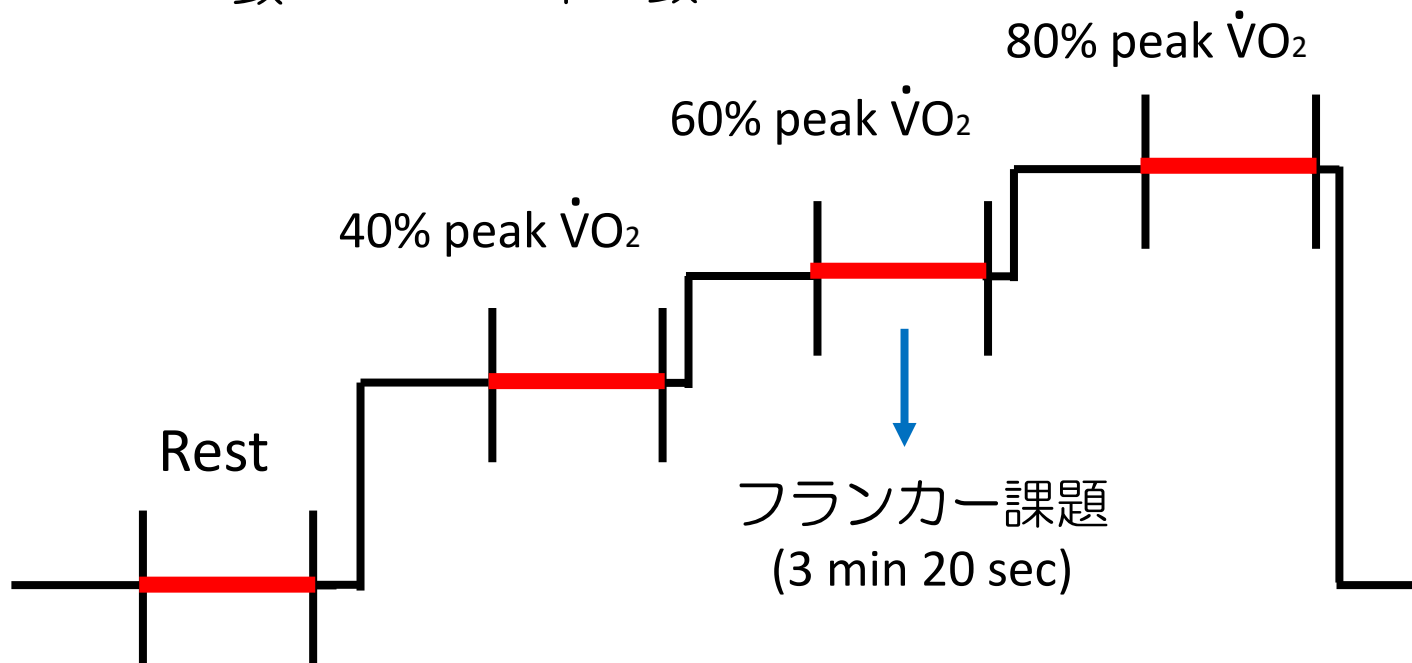
一致



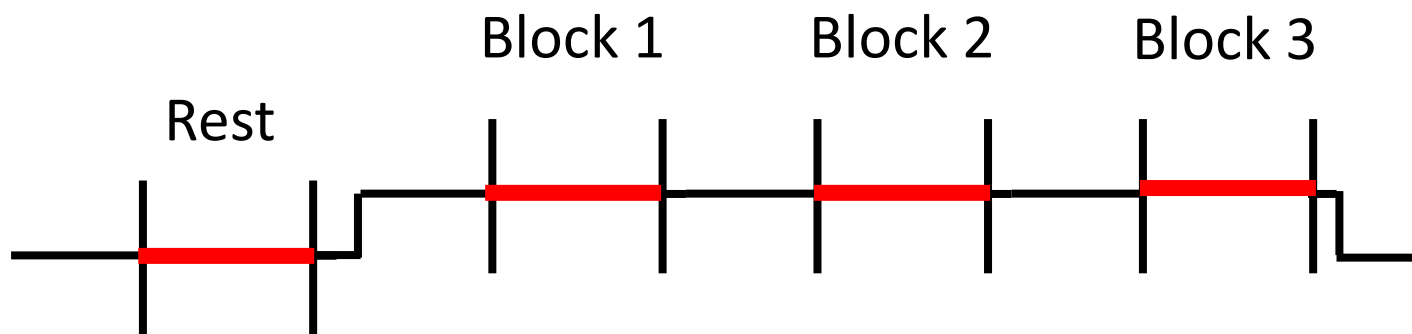
不一致

フロンカー課題

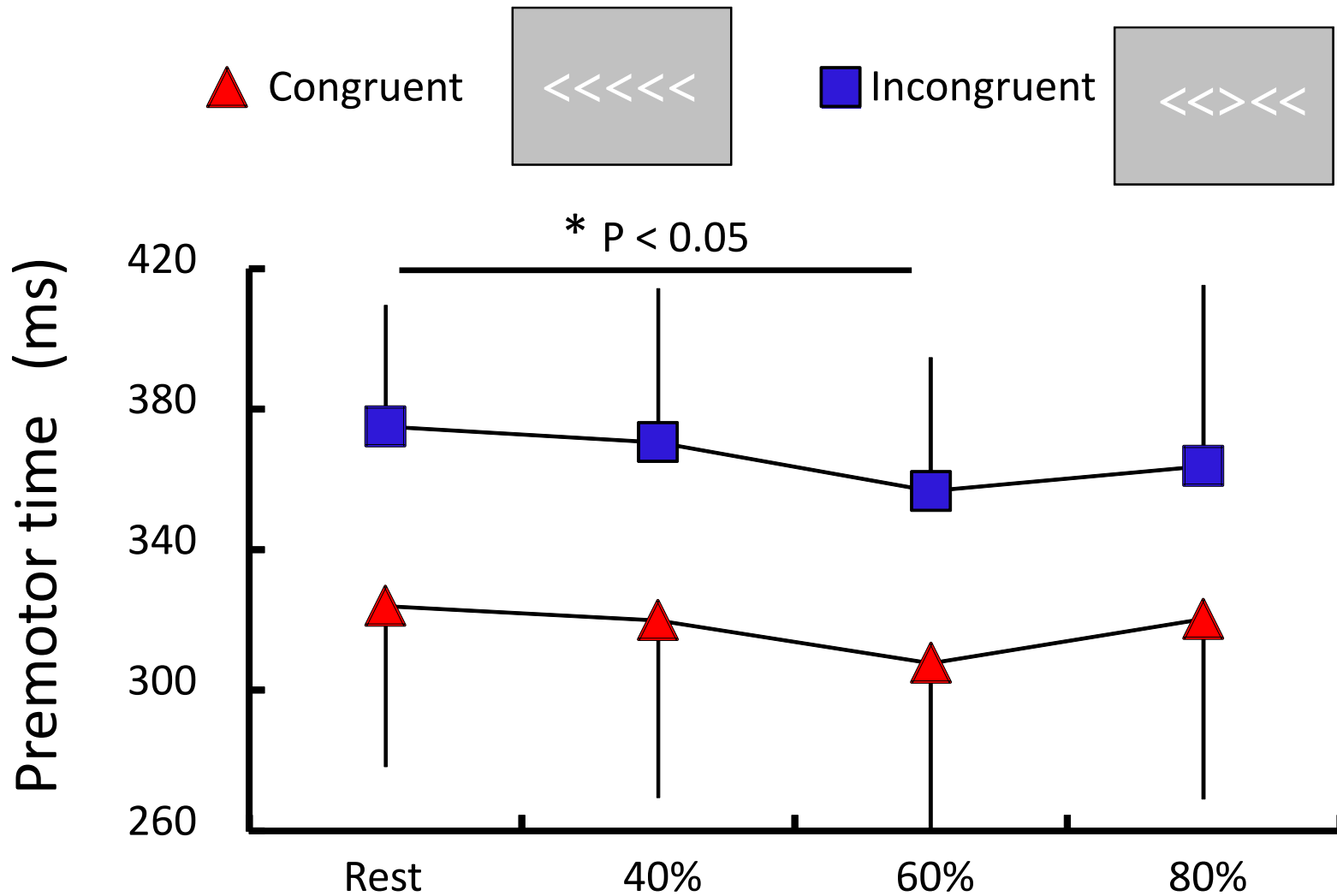
運動条件



对照条件  
(20W)

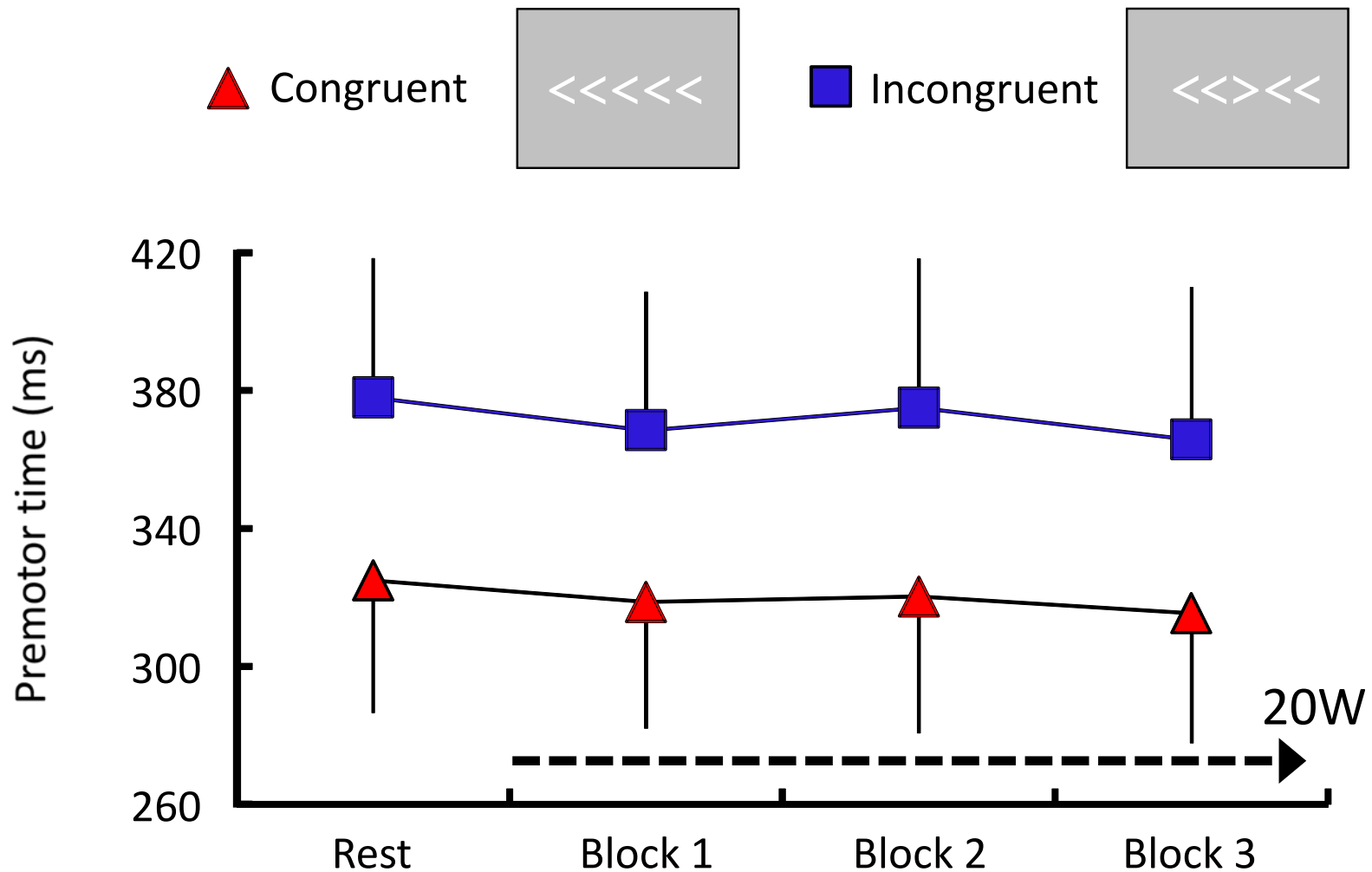


# 中強度の運動中に実行機能が向上した





# 認知機能の向上には適度な負荷が必要



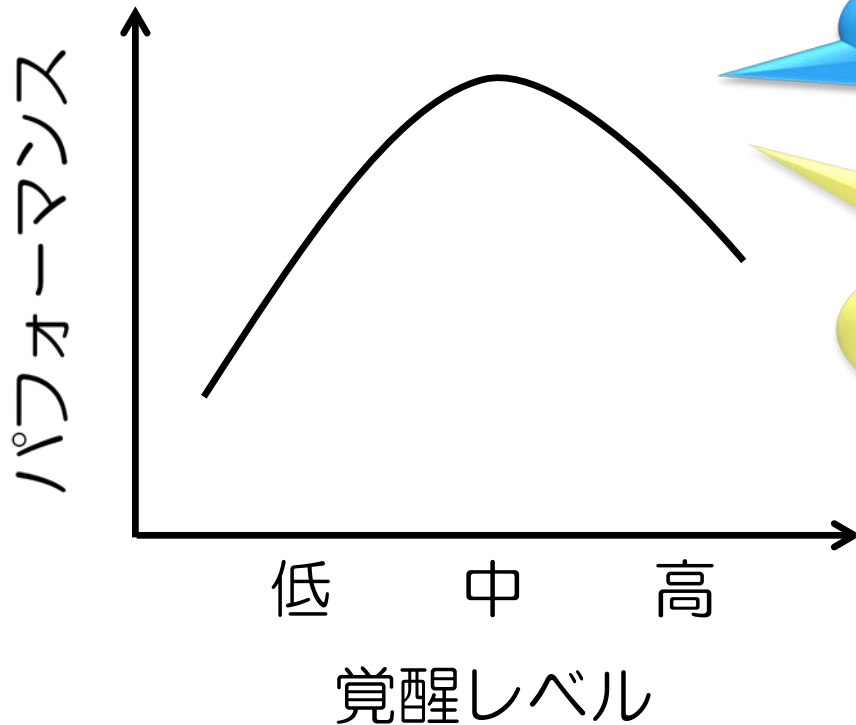
# 運動中の認知機能の向上は 低強度から中強度でみられる

**Table 2 – Effect size table.**

	Q(df)	n ES	Cohen's d	SE	I <sup>2</sup>
Overall	Q(1033)=3047.37, p<.001	1034	0.097*(0.066, 0.129)	0.012	66
		Q(df)	n ES	Cohen's d (95%CI)	SE
Paradigm	Q(2)=0.050, p>.05				
During		398	0.101*(0.041, 0.160)		0.030
Immediately following		397	0.108*(0.069, 0.147)		0.020
After a delay		218	0.103*(0.035, 0.170)		0.034
Primary moderators by paradigm — during exercise					
Exercise intensity	Q(5)=5.303, p>.05				
Very light		53	-0.015(-0.128, 0.098)		0.058
Light		231	0.092*(0.014, 0.171)		0.040
Moderate		49	0.193*(0.031, 0.355)		0.083
Hard		38	0.130 (-0.104, 0.364)		0.119
Very hard		4	—		—
Maximal		23	0.138 (-0.133, 0.408)		0.138
Time of cognitive test administration	Q(2)=17.993, p<.001				
1-10 min of exercise		111	0.060 (-0.026, 0.147)		0.044
11-20 min of exercise		144	-0.182*(-0.292, -0.073)		0.056
>20 min of exercise		21	0.261*(0.043, 0.478)		0.111

# 運動強度と認知機能の向上

## 逆-U字理論



Modified from Schmidt & Lee (1999)

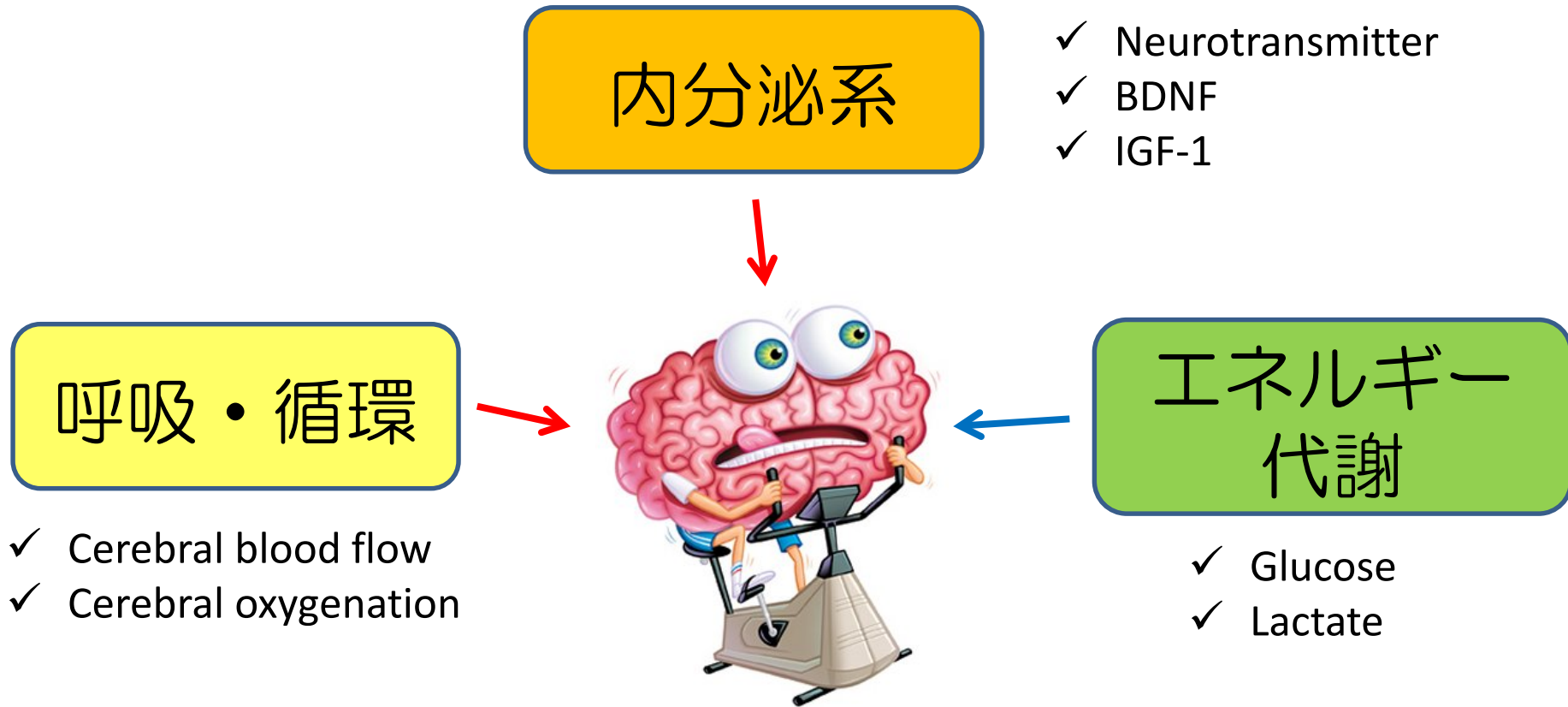
いつでもあてはまる  
わけではない

生理学的  
メカニズムは？



中強度の運動は覚醒レベルを適度に  
上昇させることで認知機能を向上させる

# 一過性運動と認知機能



運動が認知機能にもたらす効果は複合的な要因で決定されるのでは？

# 低酸素環境と認知機能

✓ 低酸素環境下では認知機能が低下し、高度が高くなればその影響は顕著になる。

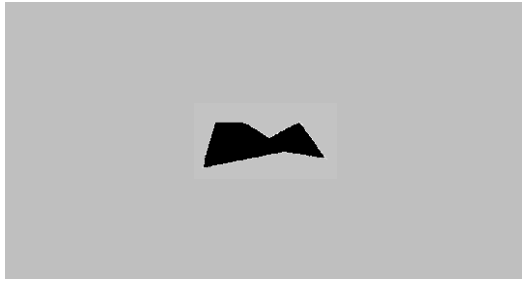
*Virues-Ortega et al. (2004), Yan (2014)*



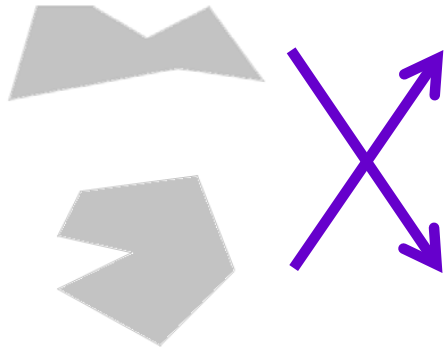
低酸素環境下での運動は認知機能にどのような影響を及ぼすか？



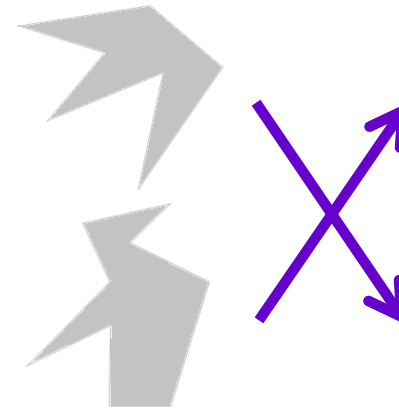
# ✓ Go/No-Go task (Single task)



Mouse button



Go trial  
release  
  
No-go trial  
withhold



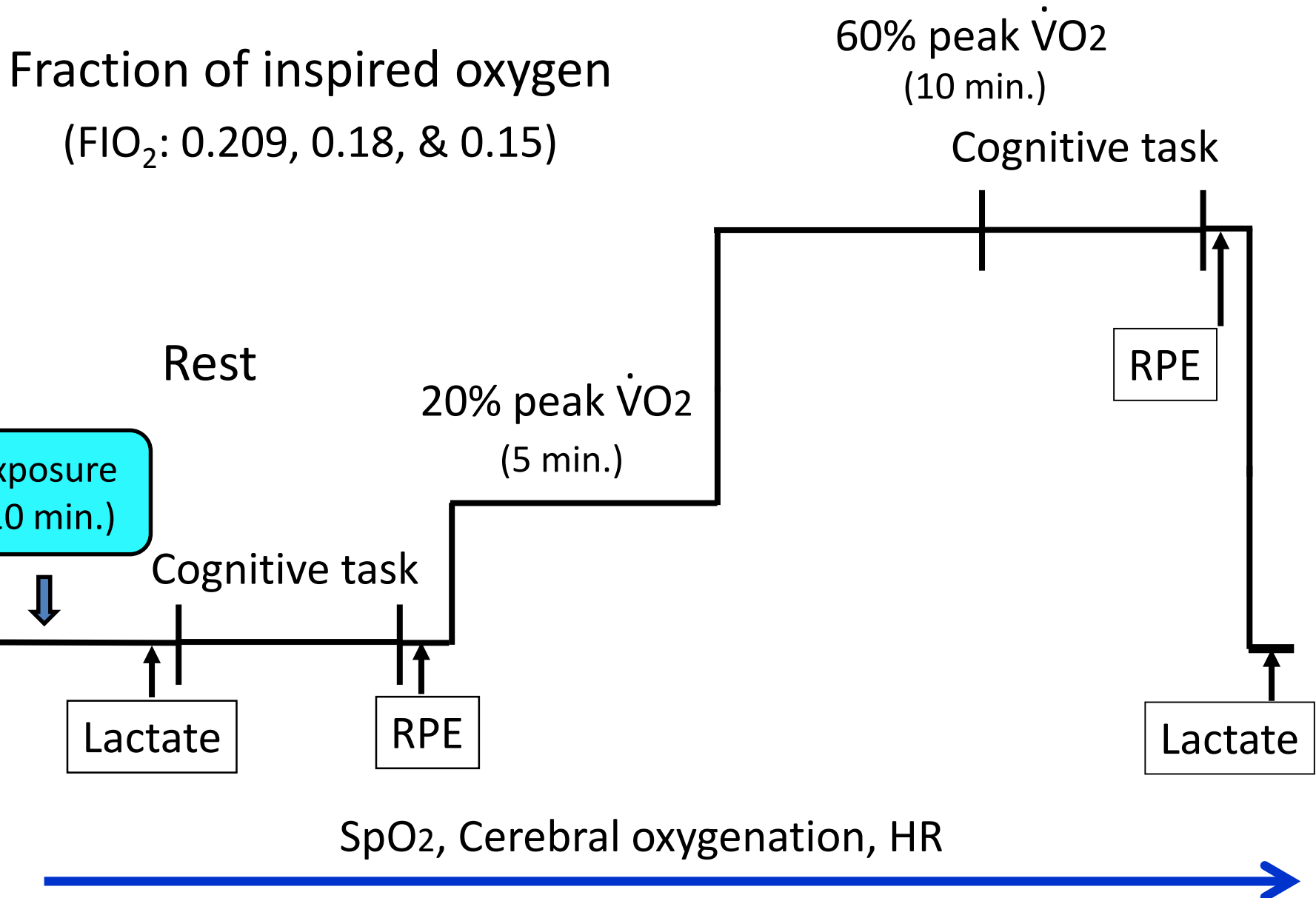
Go trial  
release  
  
No-go trial  
withhold

5 correct trials → 5 correct trials → 5 correct trials

5 correct trials × 6 sets

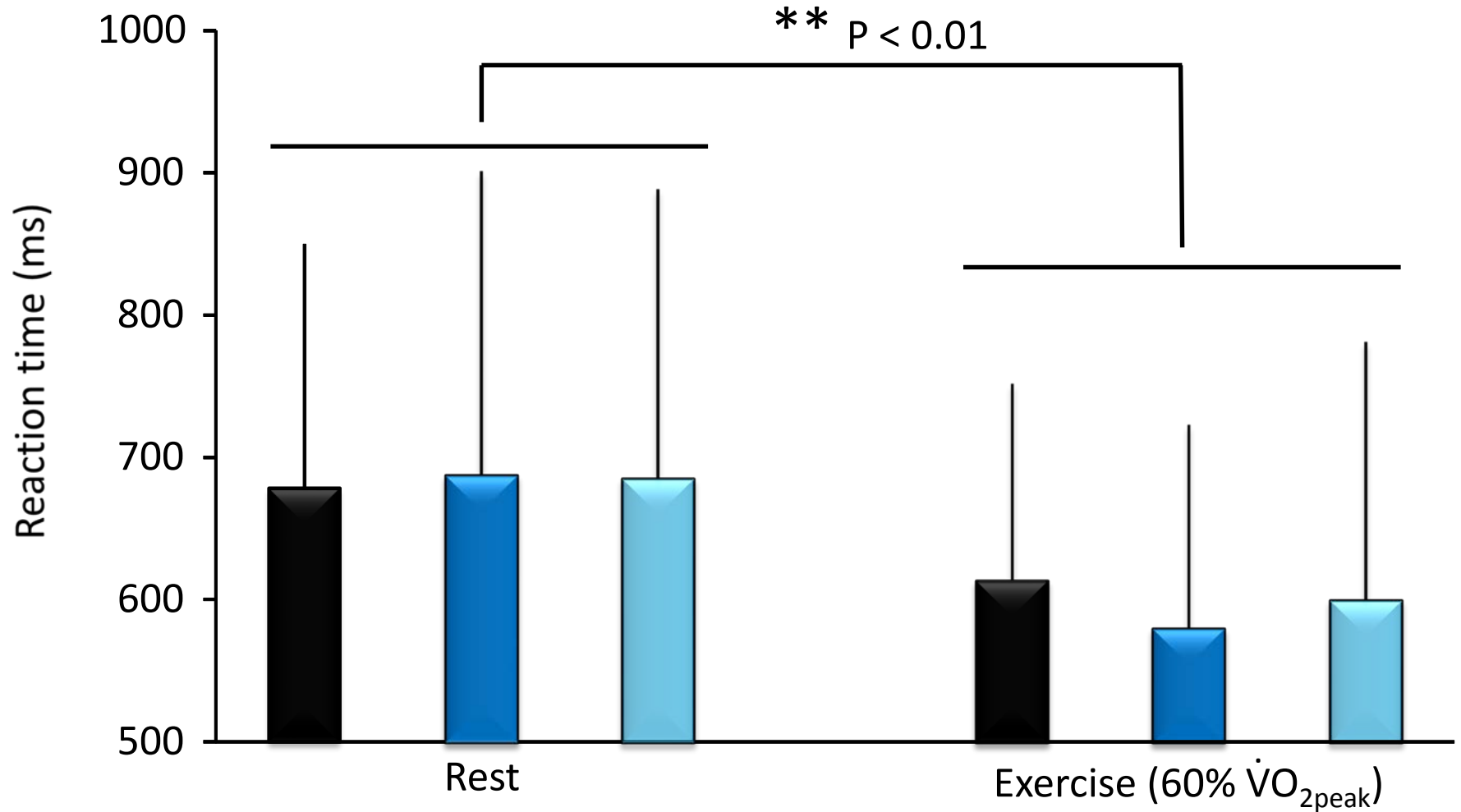
- Reaction time (RT) in the Go trial
- Accuracy of the task

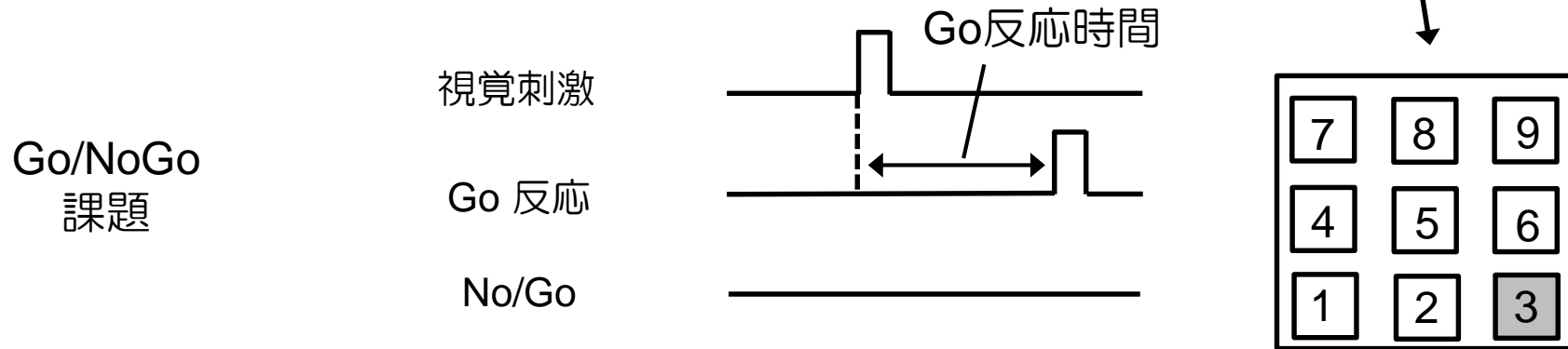
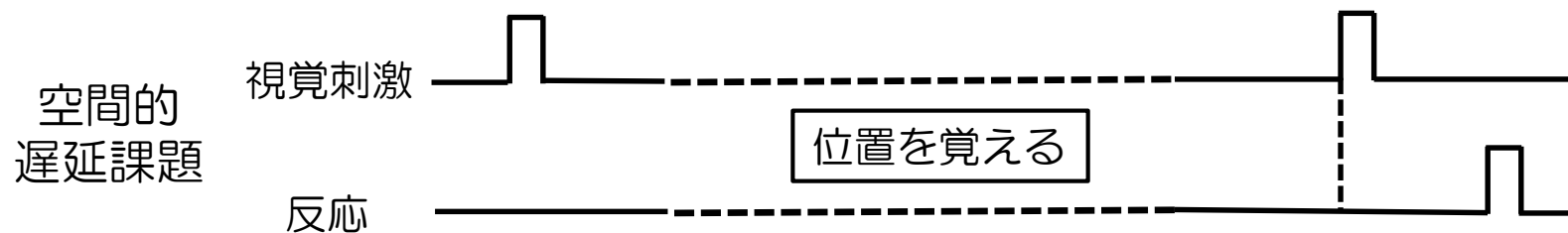
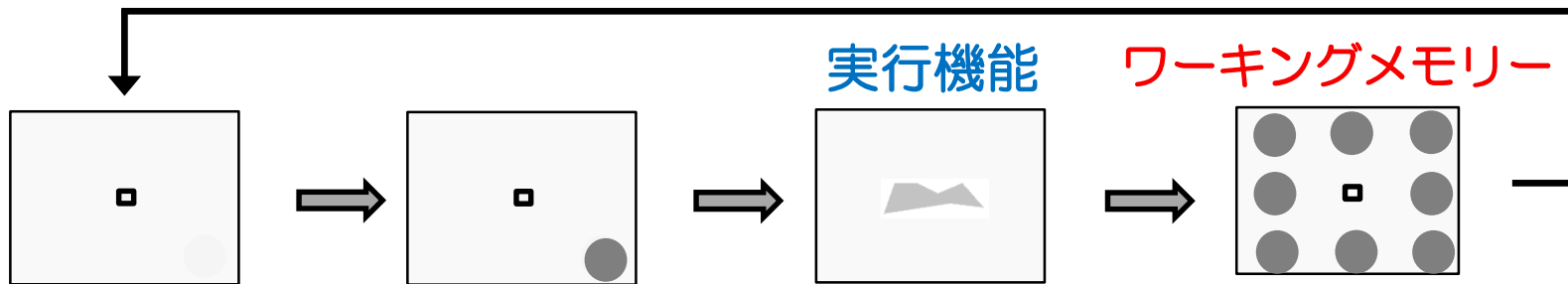
# Experimental protocol



# 低酸素環境下でも運動中に認知機能が向上する (Go/No-Go課題)

■ Normoxia    ■ Hypoxia (18%)    ■ Hypoxia (15%)





Go/NoGo課題の視覚刺激の1例

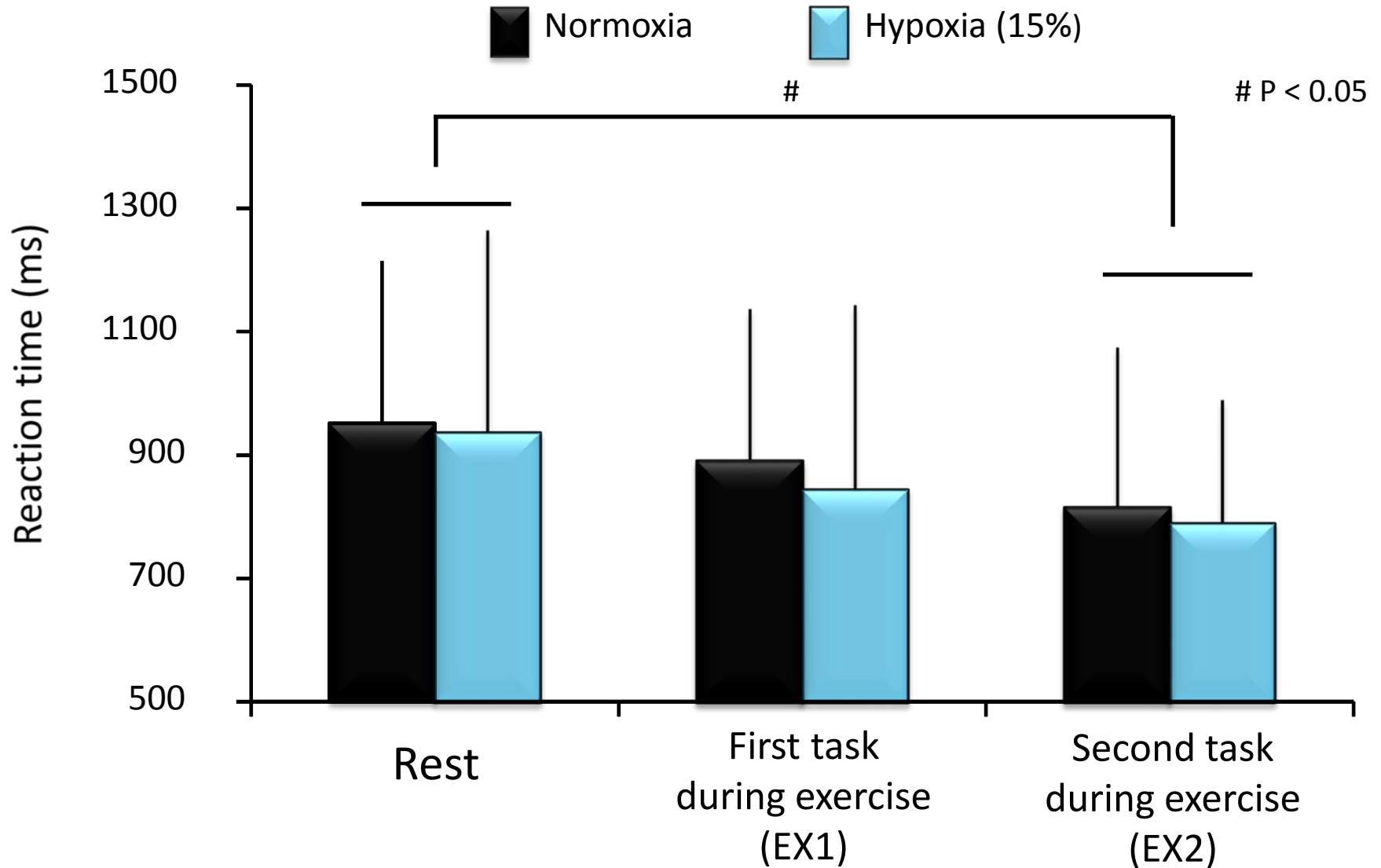


Go → ボタンを離す



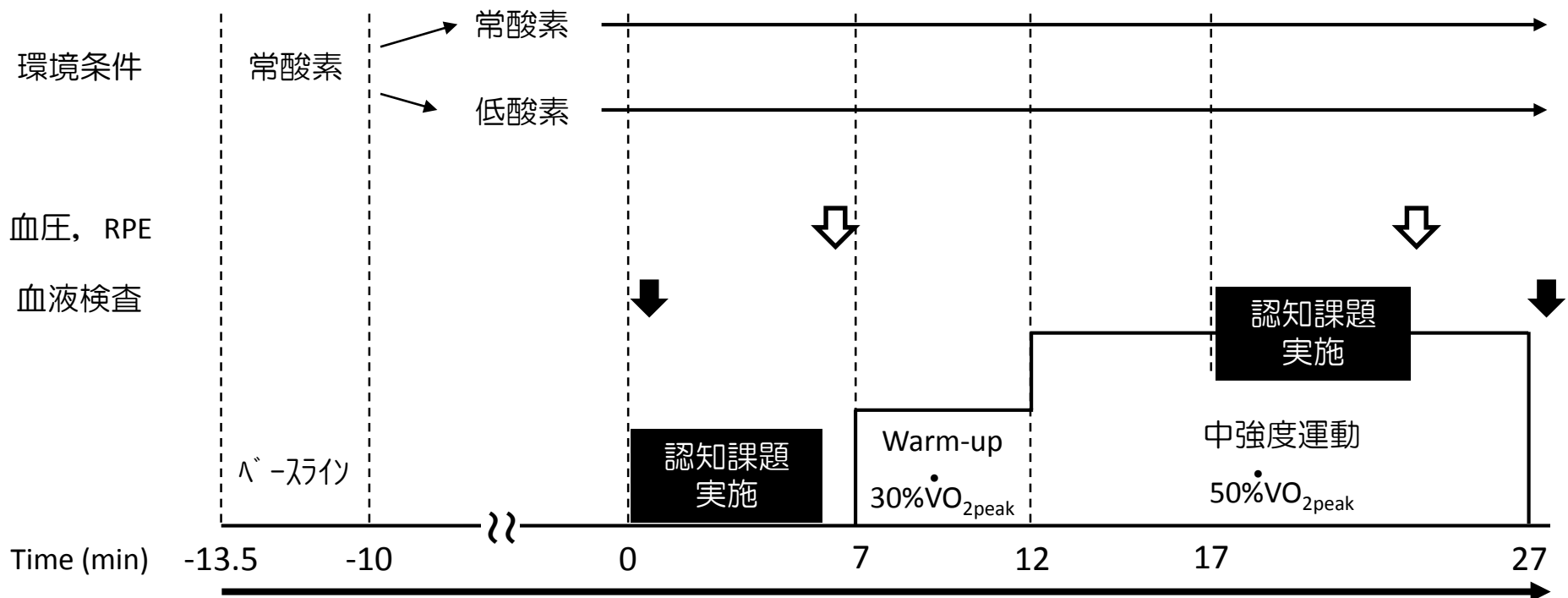
NoGo → 押し続ける

# Dual課題でも運動中に認知機能が向上する

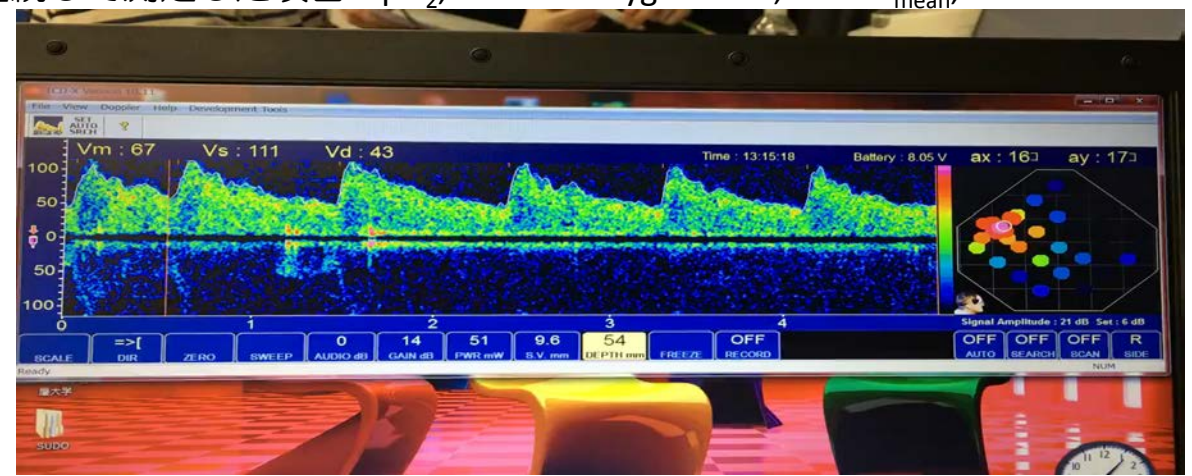
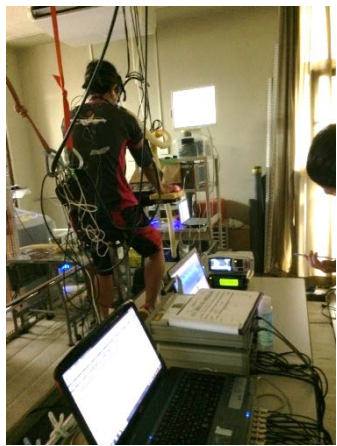




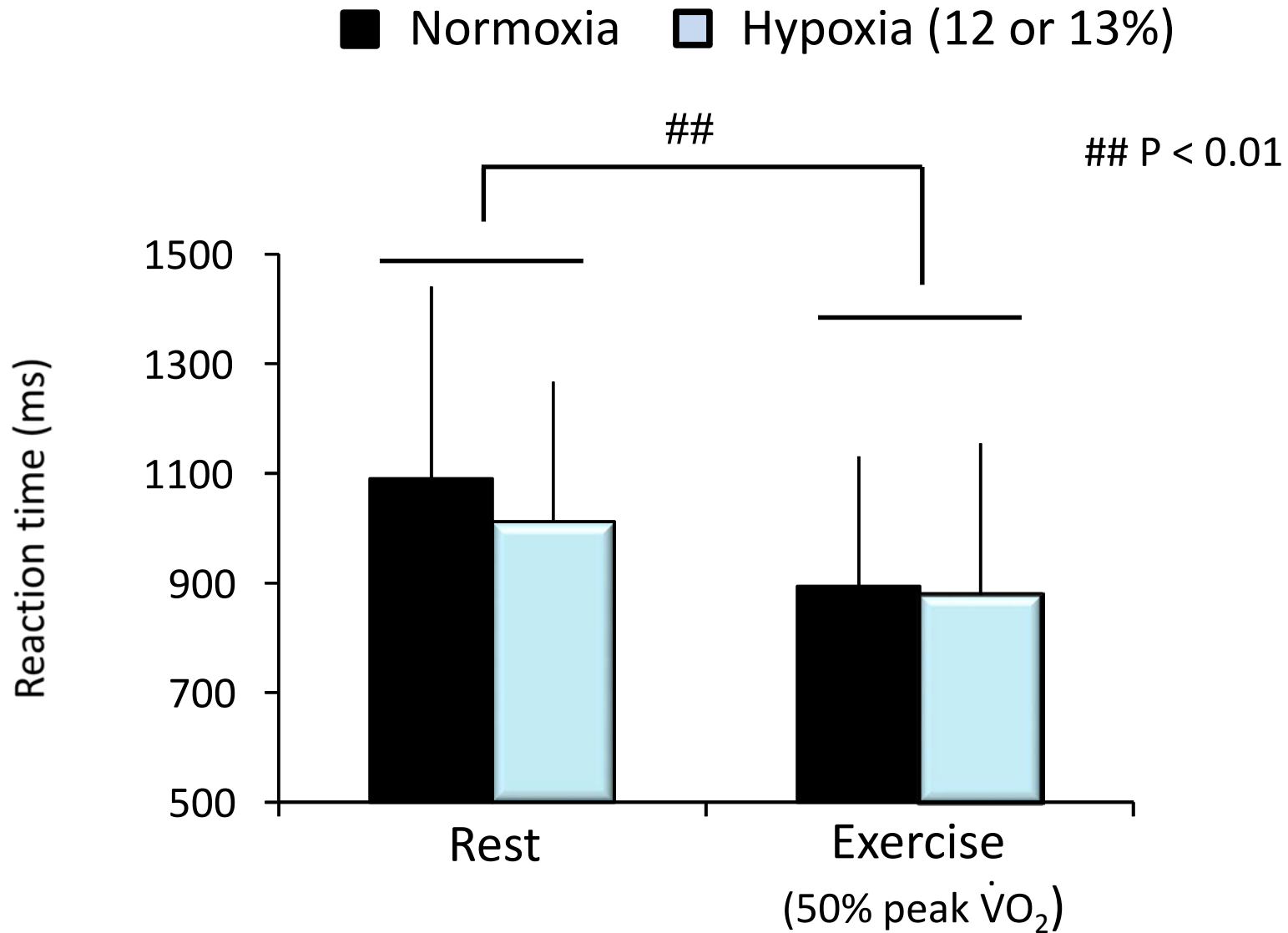
# 実験プロトコル (低酸素条件:FIO<sub>2</sub>;12-13%)

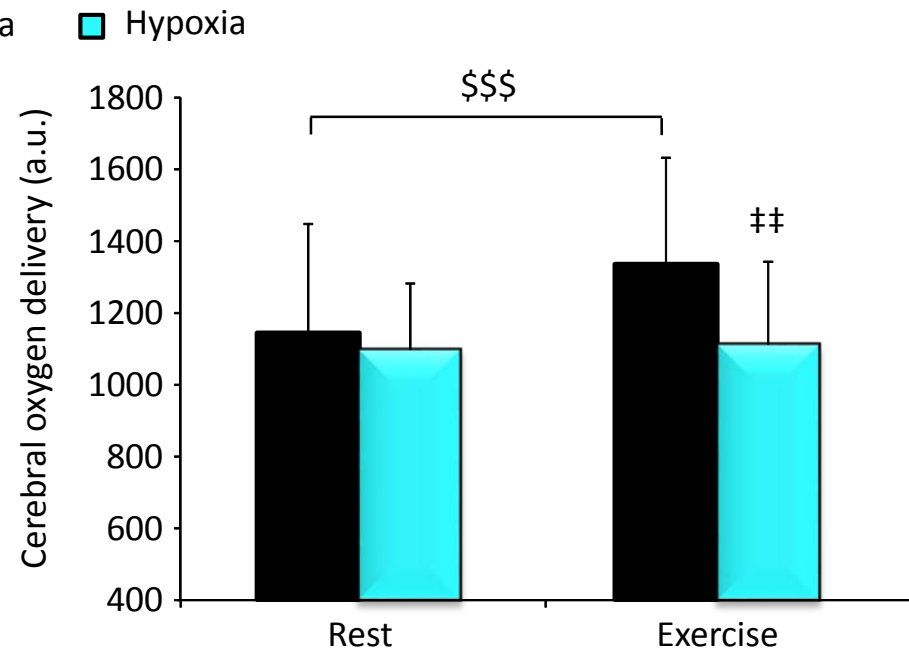
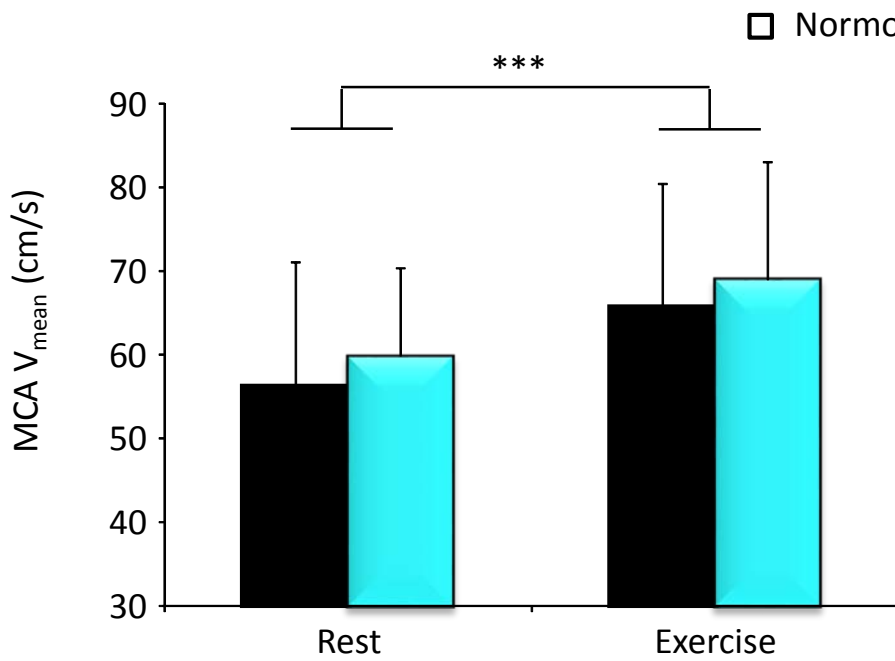
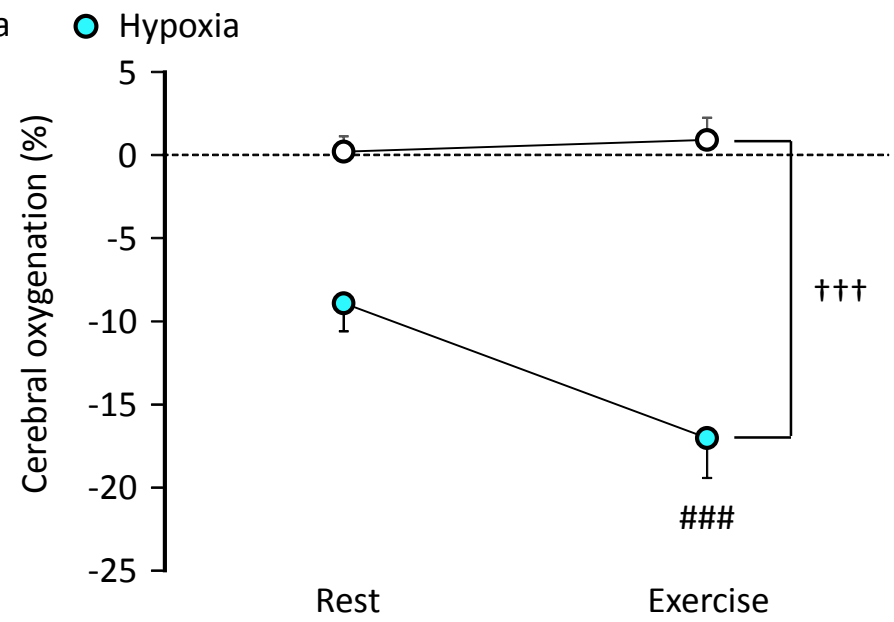
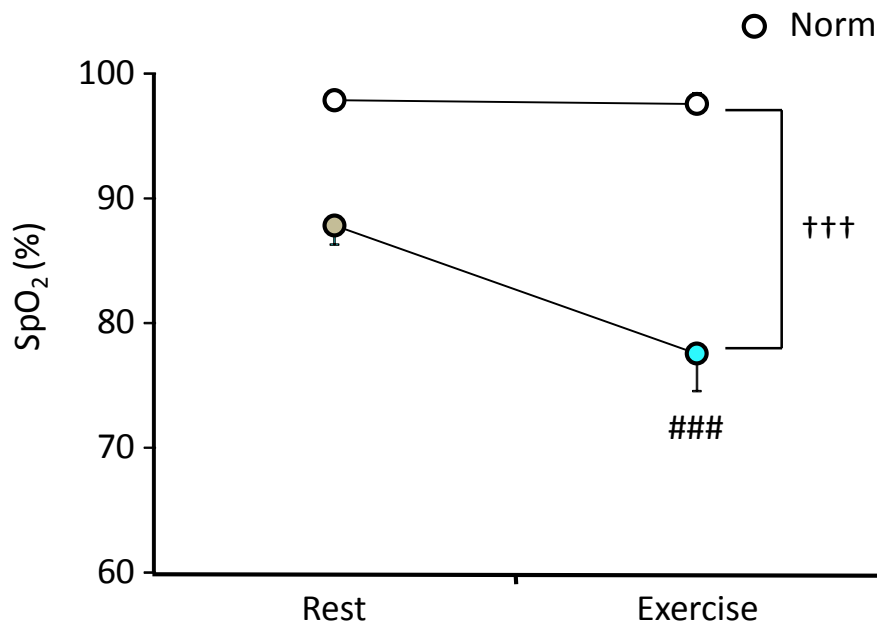


継続して測定した項目: SpO<sub>2</sub>, cerebral oxygenation, MCA V<sub>mean</sub>, Heart rate

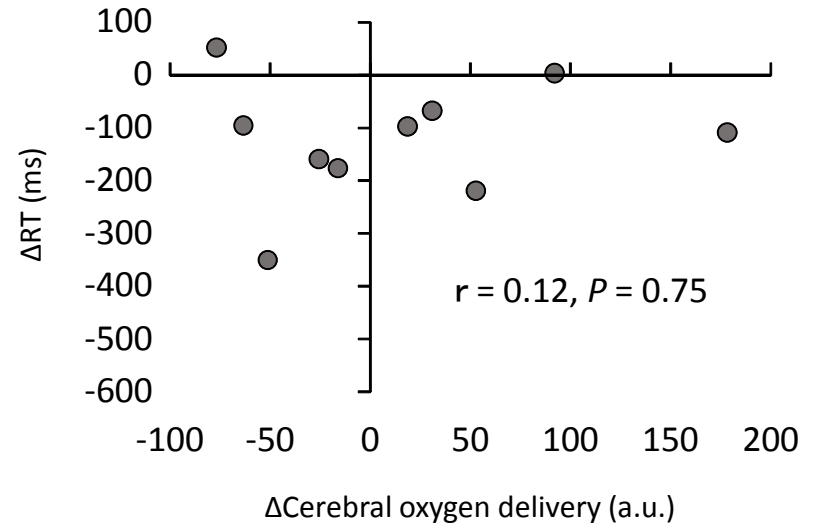
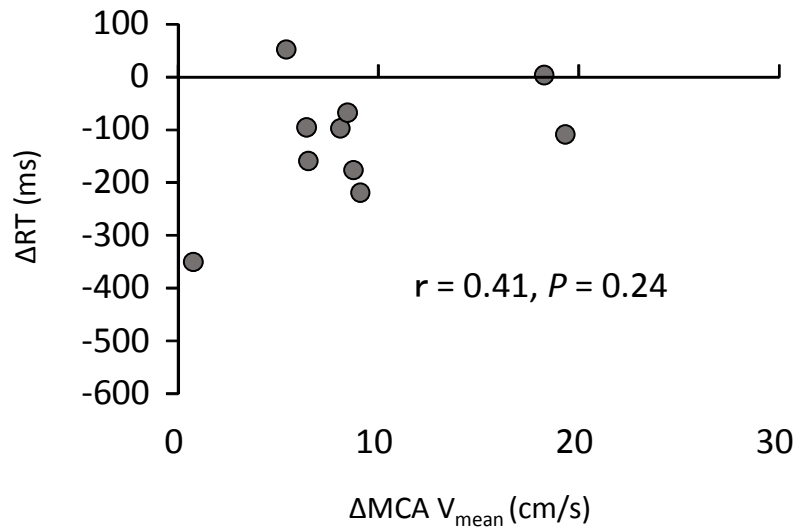
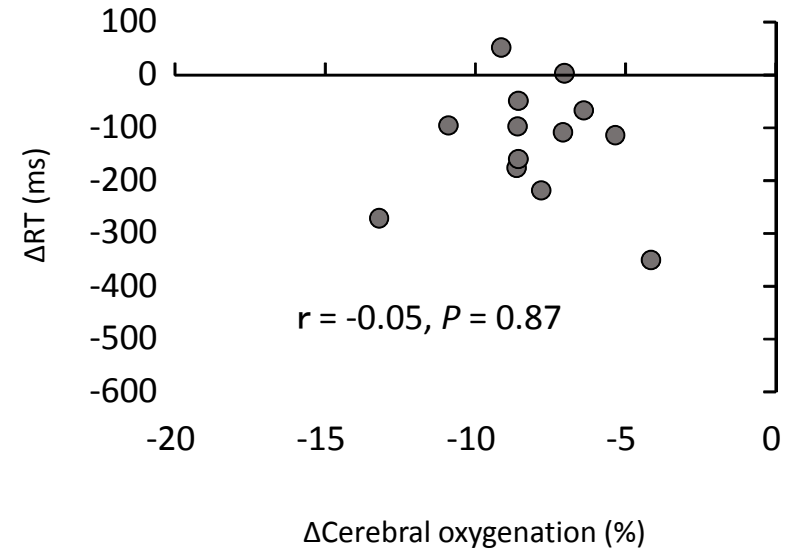
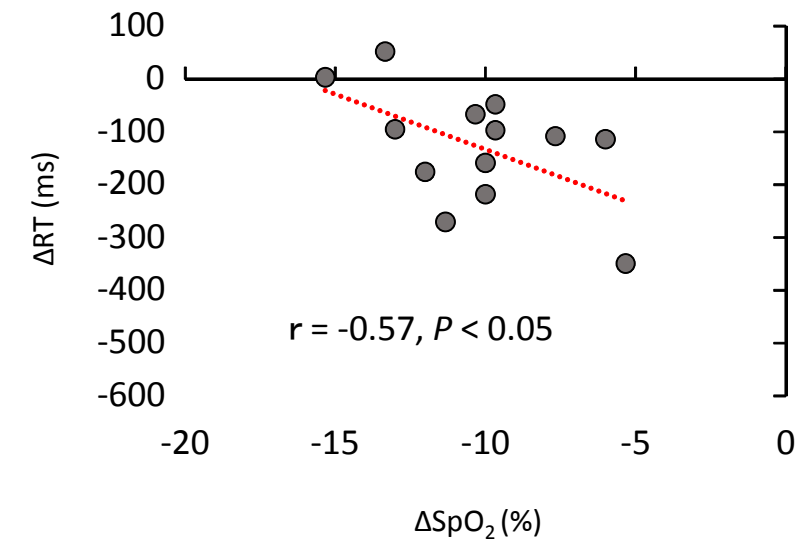


# Severe hypoxiaでも認知機能は向上する





# 動脈血酸素飽和度の低下が大きい被験者では 運動による認知機能の向上が弱められた。



# Cognitive function during moderate exercise under hypoxia

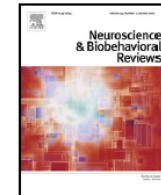
Neuroscience and Biobehavioral Reviews 74 (2017) 225–232



Contents lists available at ScienceDirect

Neuroscience and Biobehavioral Reviews

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/neubiorev](http://www.elsevier.com/locate/neubiorev)



Review article

Norm

Effect of acute hypoxia on cognition: A systematic review and meta-regression analysis



Terry McMorris<sup>a,b,c,\*</sup>, Beverley J. Hale<sup>b</sup>, Martin Barwood<sup>d</sup>, Joseph Costello<sup>a</sup>, Jo Corbett<sup>a</sup>

l. 2015)

Mild (:

<sup>a</sup> Department of Sport and Exercise Science, Faculty of Science, University of Portsmouth, Guildhall Walk, Portsmouth PO1 2ER, United Kingdom

<sup>b</sup> Department Sport and Exercise Science, Institute for Sport, University of Chichester, College Lane, Chichester, West Sussex PO19 6PE, United Kingdom

<sup>c</sup> Department of Psychology, Faculty of Health and Life Sciences, Northumbria University, Northumberland Road, Newcastle-upon-Tyne NE1 8ST, United Kingdom

<sup>d</sup> Department of Sport, Health and Nutrition, Leeds Trinity University, Brownberrie Lane, Horsforth LS18 5HD, United Kingdom

SpO<sub>2</sub>:

Model

## ARTICLE INFO

### Article history:

Received 8 November 2016

Received in revised form 12 January 2017

Accepted 16 January 2017

Available online 19 January 2017

### Keywords:

Arterial partial pressure of oxygen

Normobaric

Hypobaric

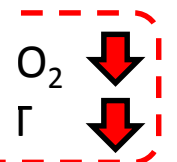
Central executive

Perception

## ABSTRACT

A systematic meta-regression analysis of the effects of acute hypoxia on the performance of central executive and non-executive tasks, and the effects of the moderating variables, arterial partial pressure of oxygen (PaO<sub>2</sub>) and hypobaric versus normobaric hypoxia, was undertaken. Studies were included if they were performed on healthy humans; within-subject design was used; data were reported giving the PaO<sub>2</sub> or that allowed the PaO<sub>2</sub> to be estimated (e.g. arterial oxygen saturation and/or altitude); and the duration of being in a hypoxic state prior to cognitive testing was ≤6 days. Twenty-two experiments met the criteria for inclusion and demonstrated a moderate, negative mean effect size ( $g = -0.49$ , 95% CI  $-0.64$  to  $-0.34$ ,  $p < 0.001$ ). There were no significant differences between central executive and non-executive, perception/attention and short-term memory, tasks. Low (35–60 mmHg) PaO<sub>2</sub> was the key predictor of cognitive performance ( $R^2 = 0.45$ ,  $p < 0.001$ ) and this was independent of whether the exposure was in hypobaric hypoxic or normobaric hypoxic conditions.

l. 2015)



Severe

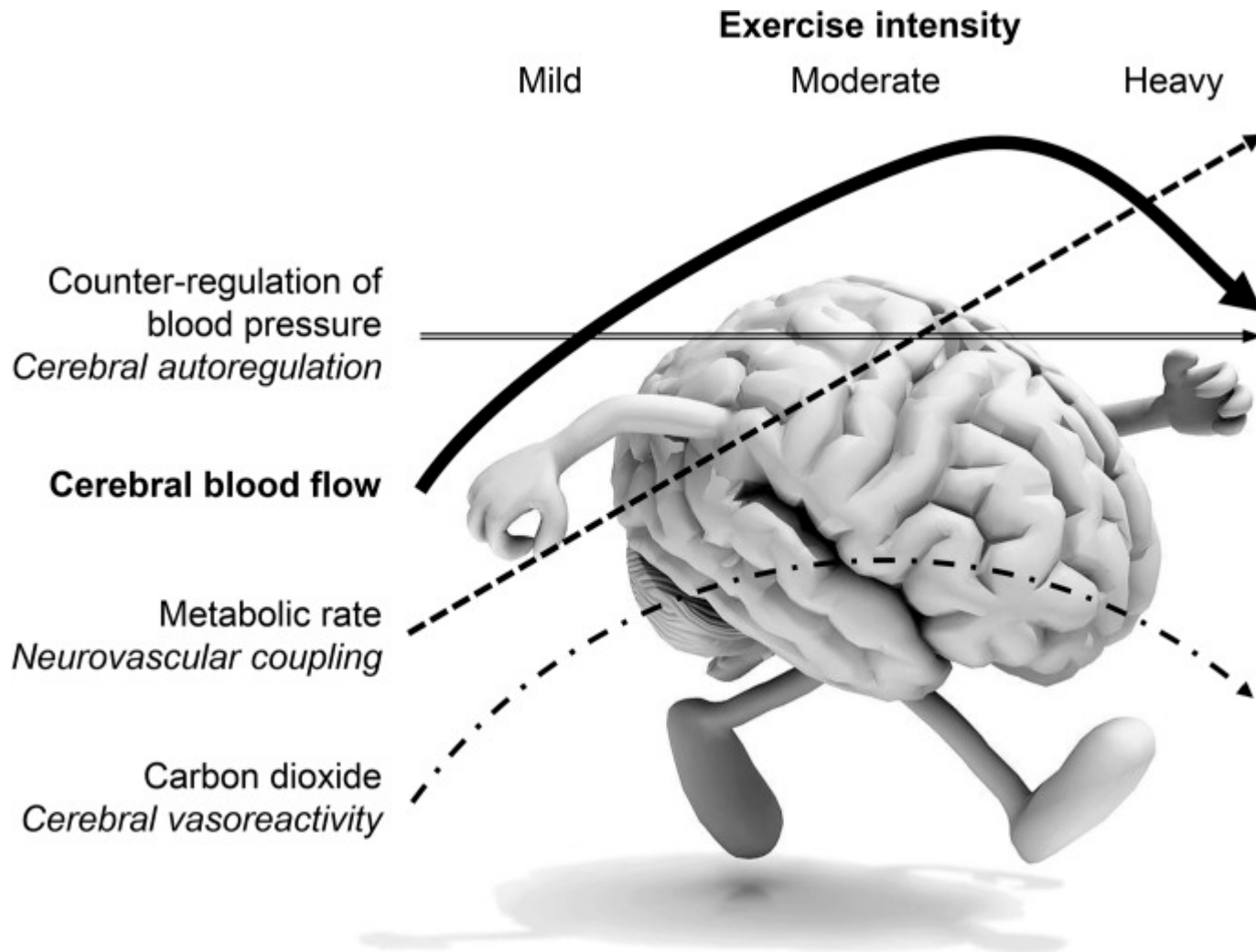
SpO<sub>2</sub> = 78%

(Komiya et al. 2017)

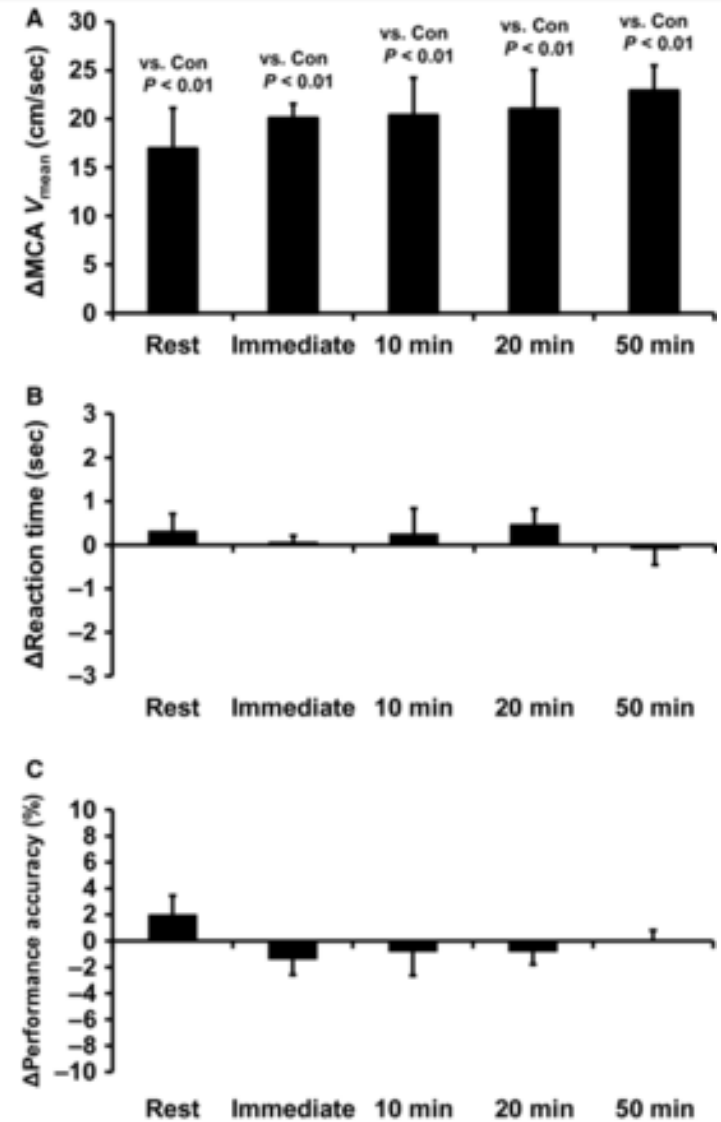
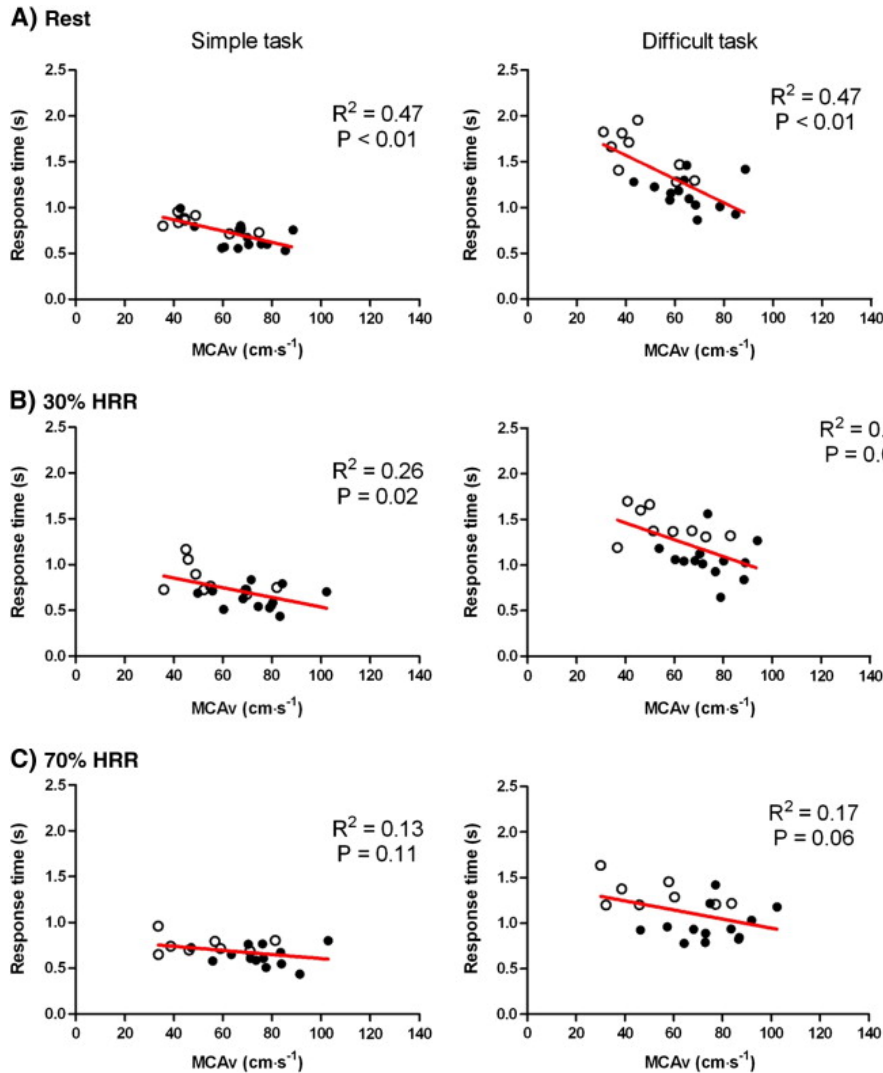
低酸素環境下での運動中にも実行機能は向上する。  
動脈血酸素飽和度の低下は認知機能の向上を弱める。



# 運動中の脳血流と認知機能

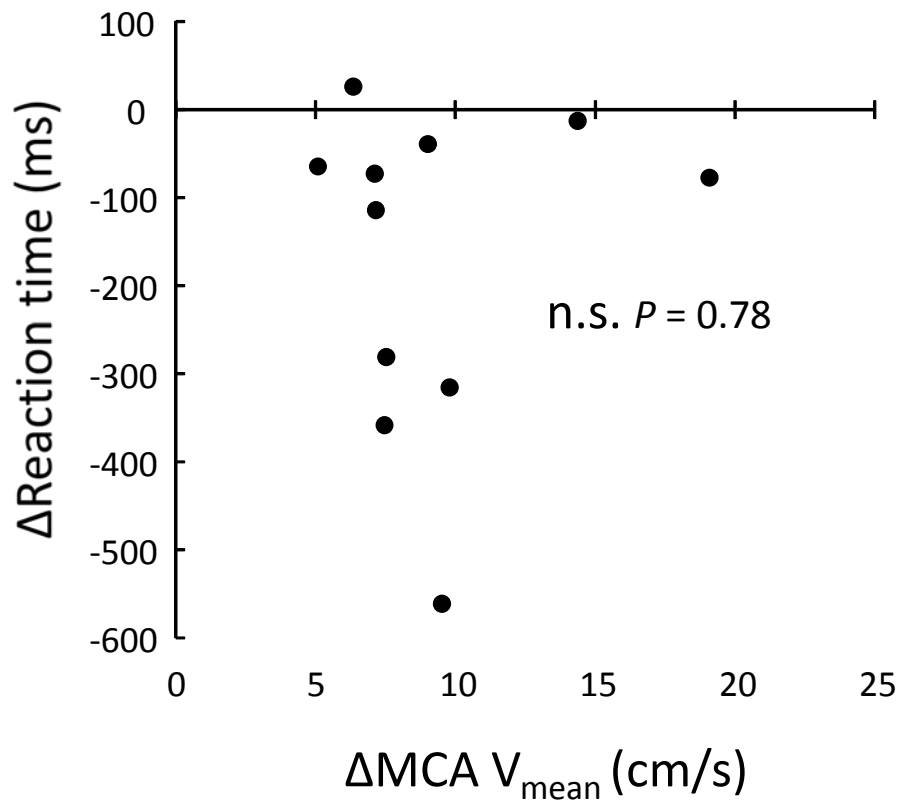


# 運動中の脳血流と認知機能(先行研究)

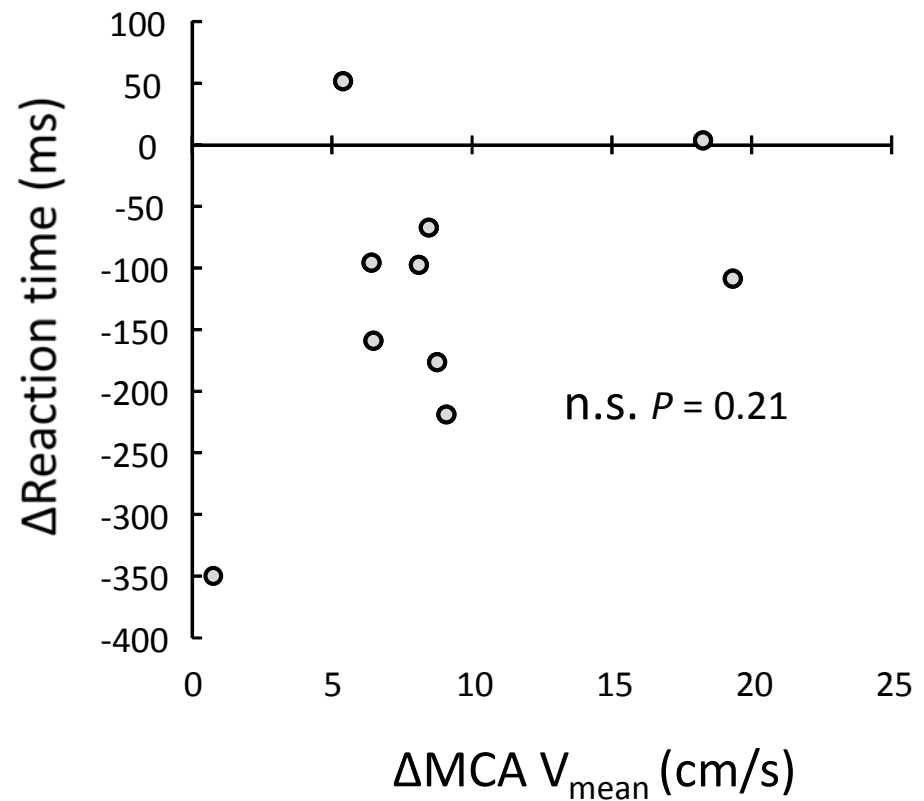


# 運動中の脳血流の増加と認知機能の向上との間には直接的な関係はない

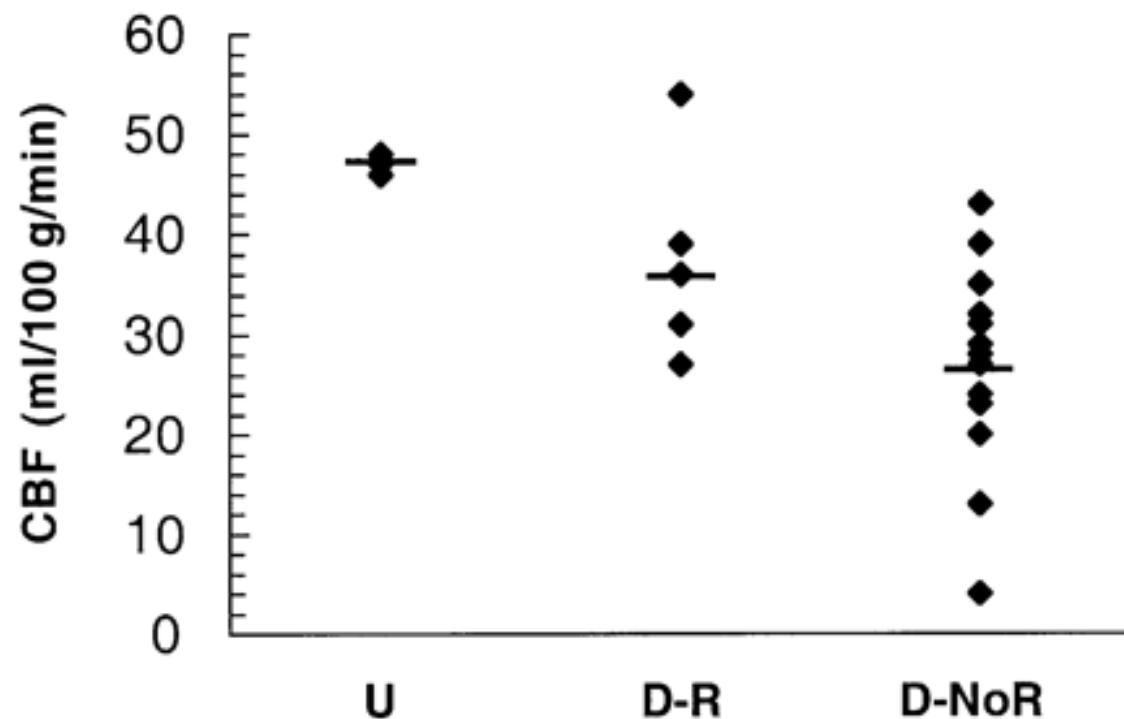
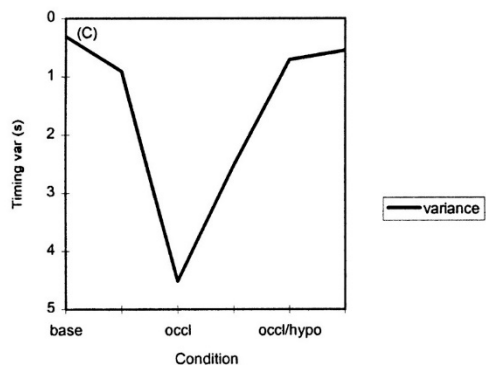
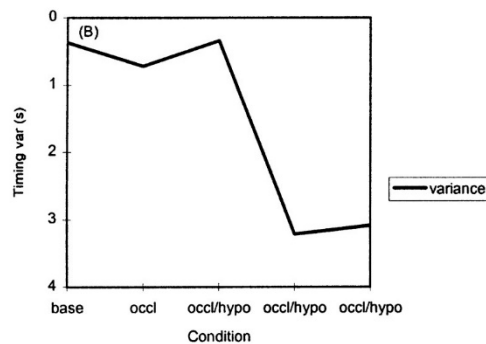
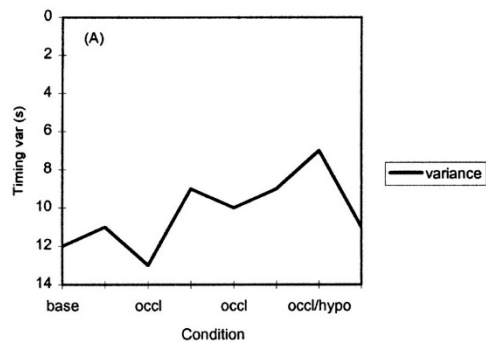
## 通常環境



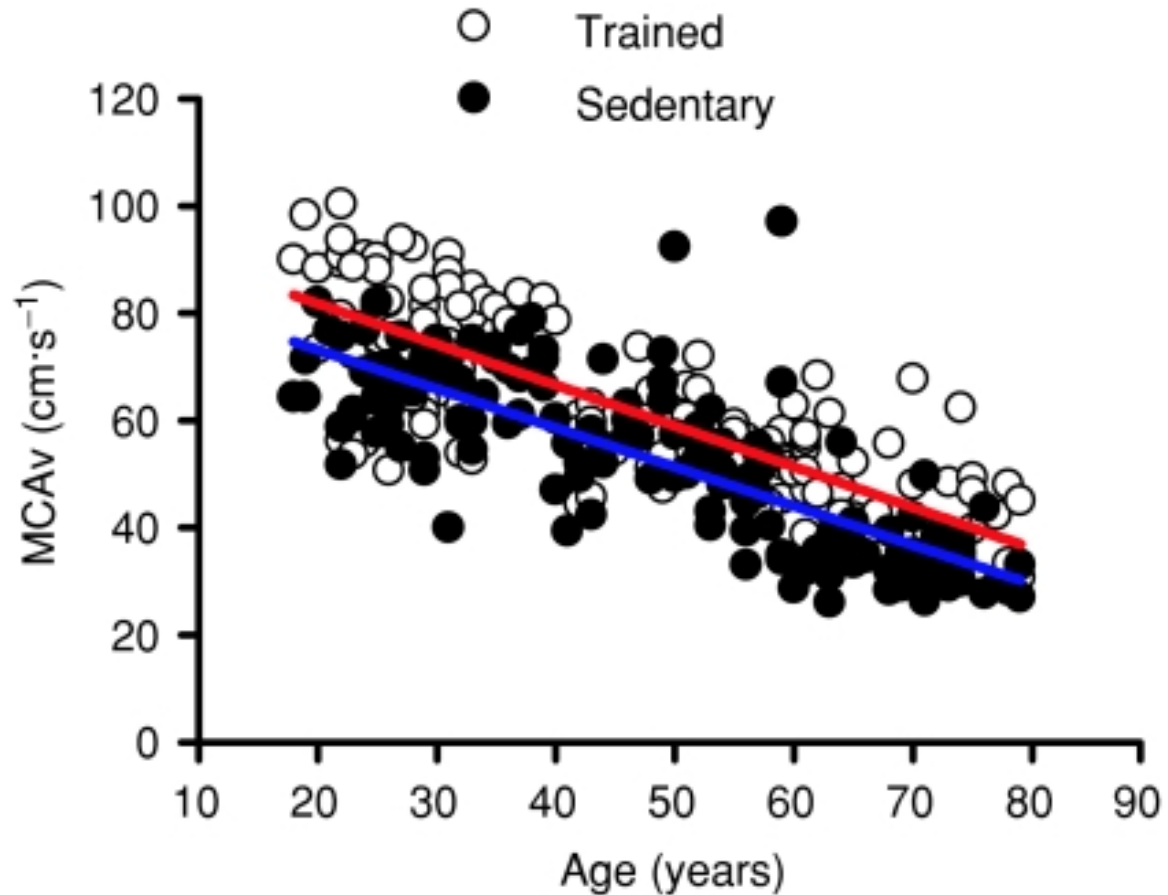
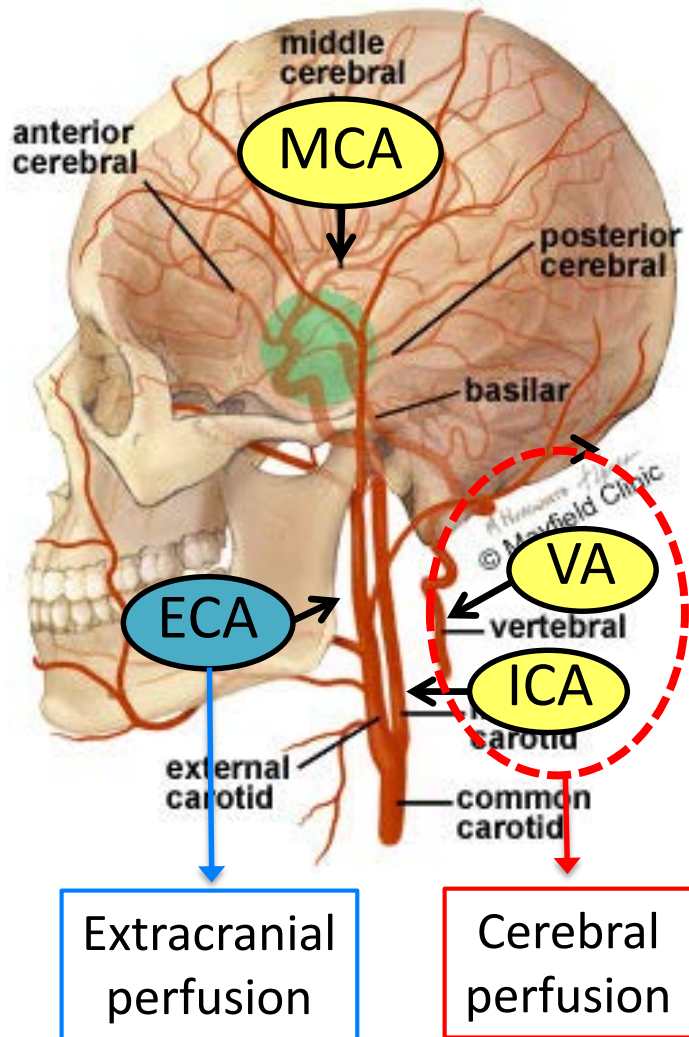
## 低酸素環境



# 脳血流を低下させると認知機能 (持続的注意)の低下が可逆的に起こる

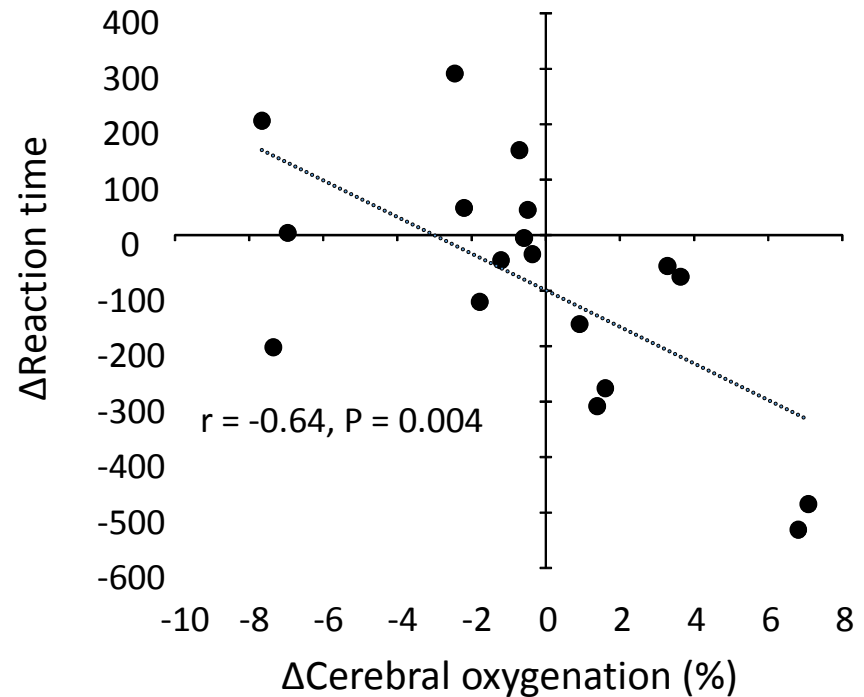
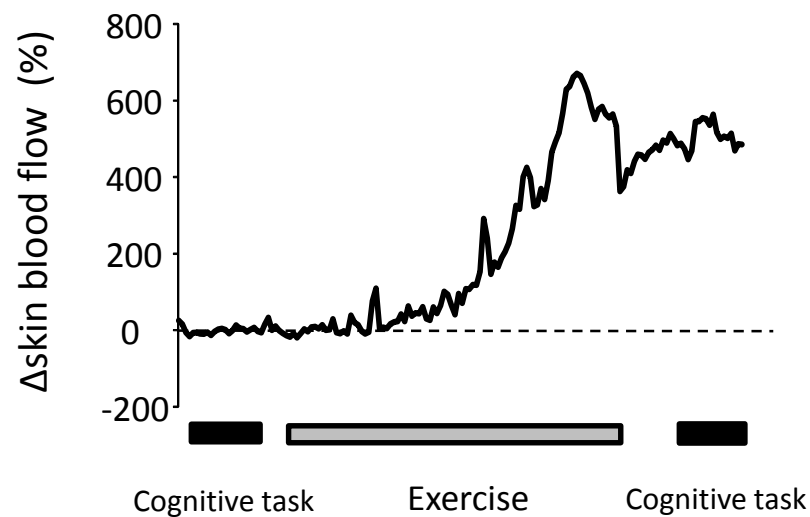
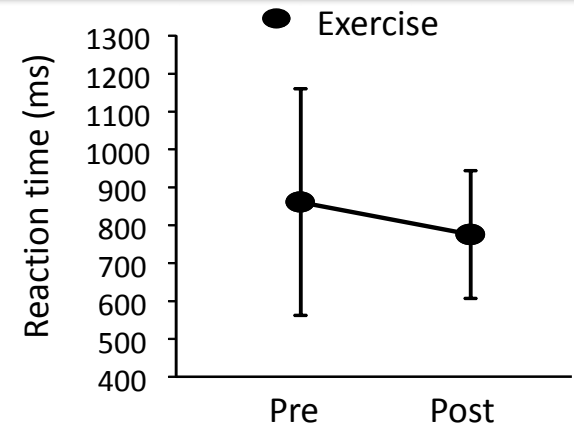
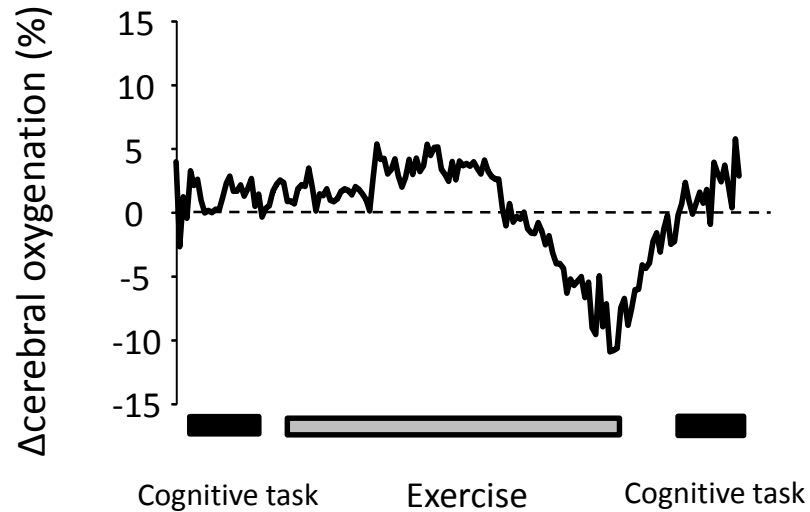


# 加齢により脳血流は低下する →認知機能の低下の要因か？





# 疲労困憊運動後のcerebral oxygenationの回復度合いが認知機能に影響を与える



# 朝食摂取と運動/認知機能

✓朝食を欠食すると認知機能が低下する。

*e.g. Cooper et al. (2011), Hoyland et al. (2009)*



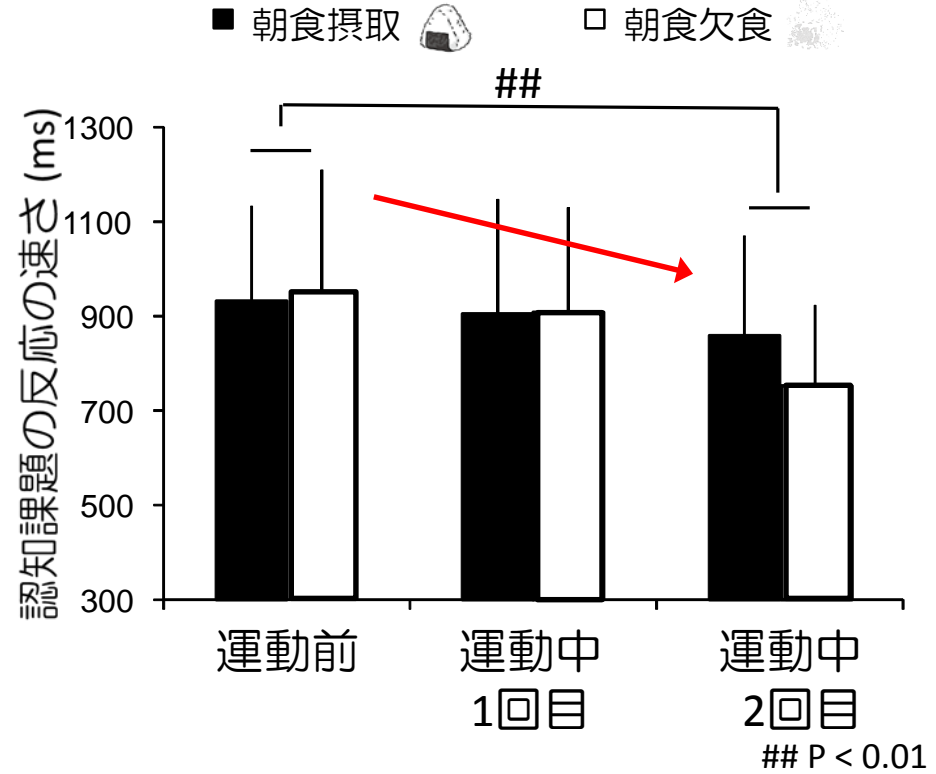
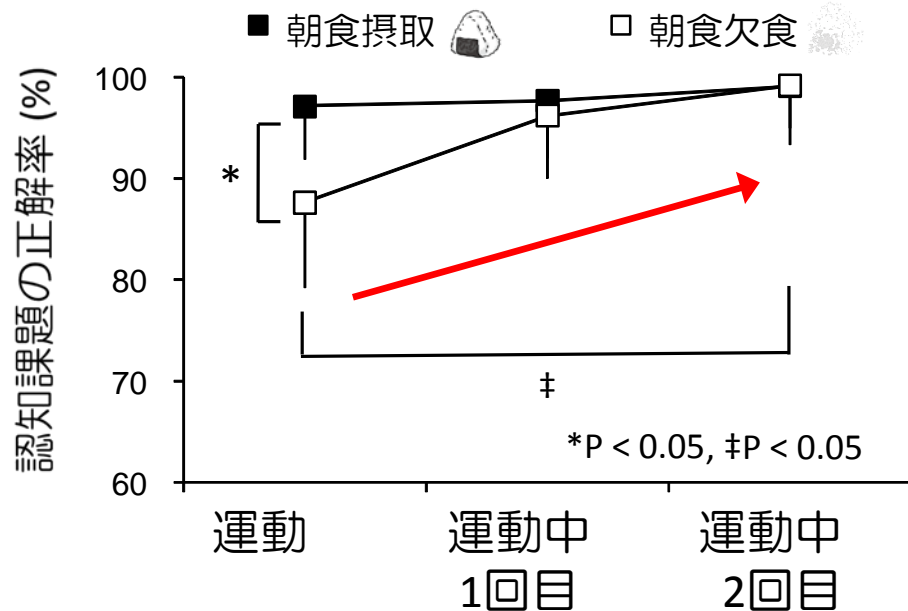
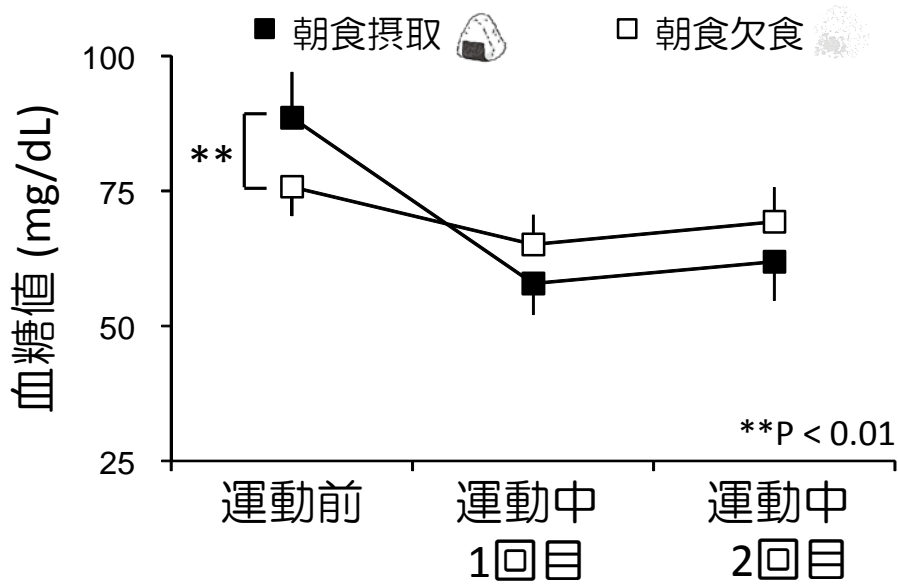
グルコース  
(エネルギー源) ↓?



中強度の運動

朝食欠食後の運動は認知機能に  
どのような影響を与えるのか？

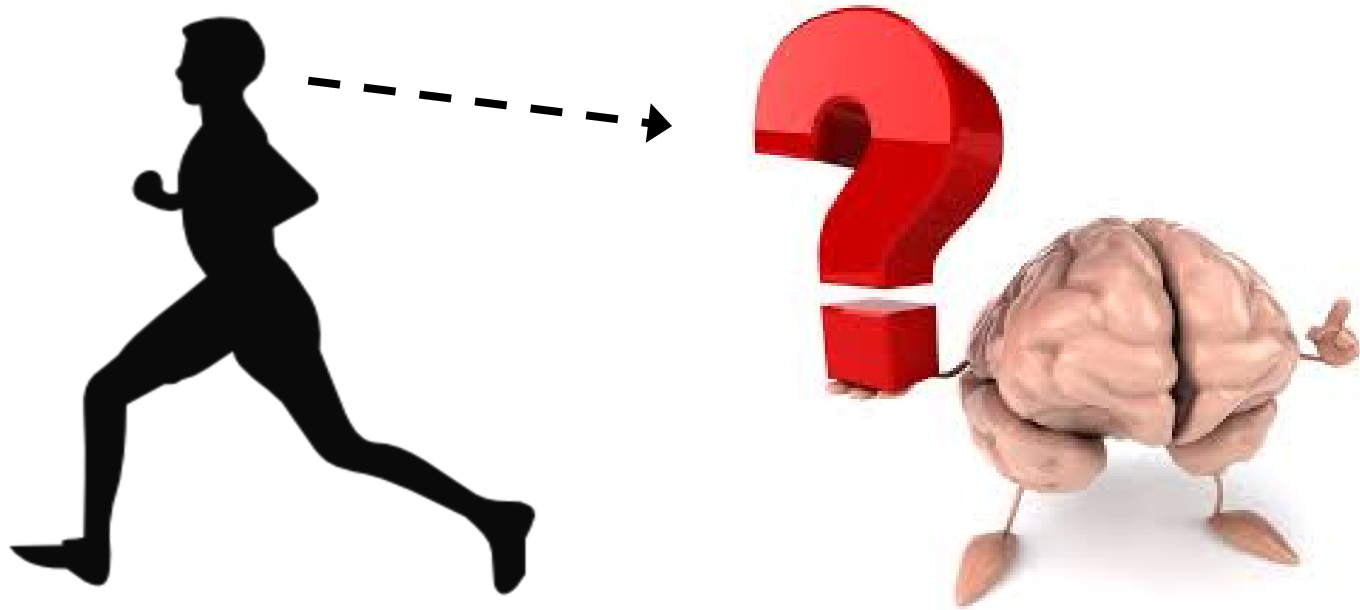
# 朝食欠食後でも運動により認知機能は向上する



朝食習慣, 種類(GI値)

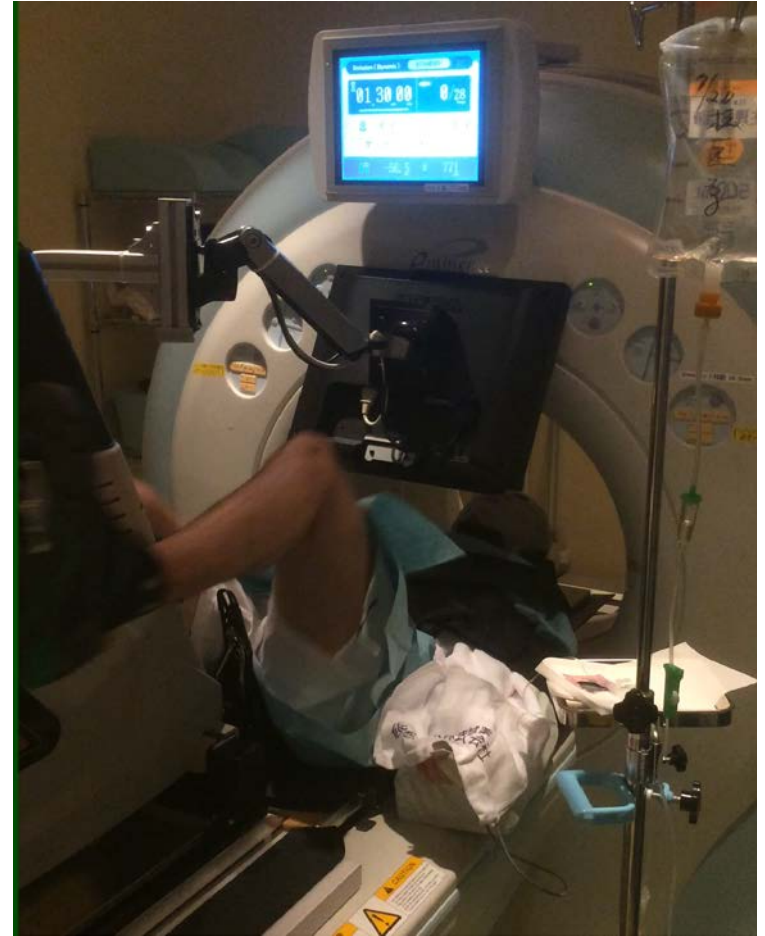


# 現在進行中のプロジェクト



運動による脳活動の変化を見たい！

# fMRI & PET 研究





# 運動と認知機能の研究 ～調布市在住の高齢者を対象とした研究～



『ここから続ける運動教室』  
研究参加者募集のお知らせ  
電気通信大学が運動教室を開催します！！

## 概要

運動が健康維持に大切だと知っているけど、なかなか続かない…私たちは、このような方をサポートする効果的な方法を調べるため、12週間の運動教室を開催し、具体的な支援をおこないます。

参加を希望される方には、事前の健康チェックを受けていただき、教室(①と②のどちらか)にご参加いただきます。(注:①②とも運動内容は同じで楽しく運動できますが、サポート方法が異なります。どちらのサポートになるかは抽選で決まるため、ご自身でお選びいただくことはできません。あらかじめご了承ください。



## 説明会

日時 1月18日(木)午前9時～  
2月19日(金)午前9時～  
\*どちらかにご参加ください(所要時間90分)

場所 電気通信大学 西地区 第1体育館  
\*教室の詳細い内容や今後の流れについてご説明します。

## 特記事項

1. 参加者の条件  
1) 60歳以上の方 2) 日頃、定期的な運動をしていない方  
3) 運動することを制限されていない方
2. 健康チェック(教室期間の前後で2回受けていただきます)  
教室前の測定 3月3日(木)または3月4日(金)  
教室後の測定 6月2日(木)または6月3日(金)
3. 教室①は木曜日に、教室②は金曜日に開催いたします  
どちらにご参加いただくかは抽選になります。

現在2年目の介入研究開始



# 今日のまとめ

- ✓ 一過性の運動は認知機能を向上させ、その効果は中強度で特に大きい。
- ✓ 低酸素環境下での運動中の認知機能は、低酸素環境によるネガティブな効果と運動によるポジティブな効果の相互作用で決まる。
- ✓ 運動による認知機能の向上は脳血流の変化とは直接的な関係はなさそうである。なぜ運動が認知機能を向上させるのかについては、引き続き検討が必要である。

