

令和 6 年 6 月 20 日現在

機関番号：34412

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K19619

研究課題名（和文）暑熱順化が脳血流配分と認知機能に及ぼす影響

研究課題名（英文）Effects of heat acclimatization on cerebral blood flow distribution and cognitive function

研究代表者

太田 暁美（OTA, Akemi）

大阪電気通信大学・医療健康科学部・教授

研究者番号：70360732

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000 円

研究成果の概要（和文）：暑熱環境下での認知機能の低下は体温上昇のレベルや認知課題の難易度に依存することが知られているが、暑熱環境下では認知課題に利用できる認知資源が制限されることが認知機能低下の要因の一つと考えられている。また、暑熱環境による高体温は脳血流量を低下させ、脳の神経回路や認知処理を障害する要因となる。本研究では暑熱順化が脳血流量および認知資源を増大させ、認知機能が改善するかを検討した。その結果、暑熱順化によって、平常体温および高体温のいずれの条件においても脳血流量および認知資源に変化は認められなかった。これらを明確にするにはさらなる検討が必要である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

暑熱環境下においては、めまいや失神の発生が高くなる。暑熱環境下でも認知資源量を維持できれば、適切な判断や行動を可能にすることにつながる。本研究の結果は、暑熱環境下で生じる事故防止に役立つ重要な基礎データとなる。気候変動による熱波が頻発し、暑熱環境下で日常生活を送り、働く機会が増加すると考えられ、社会的な意義は高いといえる。

研究成果の概要（英文）：Cognitive decline in high temperature environments is known to be dependent on the degree of temperature elevation and cognitive difficulty, and the limited cognitive resources available for cognitive tasks in high temperature environments is thought to be a contributing factor to cognitive decline. In addition, high temperature decreases cerebral blood flow, a factor that impairs neural circuits and cognitive processing in the brain. In this study, we examined whether heat acclimatization improves cognitive function by increasing cerebral blood flow and cognitive resources. These results indicate that heat acclimatization does not alter cerebral blood flow or cognitive resources under either normothermic or hyperthermic conditions. Further studies are needed to clarify these findings.

研究分野：環境生理学

キーワード：暑熱順化 脳血流 認知機能

1. 研究開始当初の背景

暑熱環境による高体温は脳血流量を低下させ、脳の神経回路や認知処理を障害する要因となる。暑熱環境下での認知機能の低下は体温上昇のレベルや認知課題の難易度、認知課題の継続時間などに依存することが知られている。複雑な認知機能では、タスクを実行するための認知資源が熱ストレスによって制限されるために不足し低下する。事象関連電位のひとつである P300 は、選択的注意やワーキングメモリなど高次脳機能における脳活動を評価する指標であり、その振幅は認知資源量としても評価される。若年者では中等度の高体温時の注意、実行機能、抑制制御において、認知資源が低下したと報告されている (Shibagaki et.al, 2019)。また申請者は、高齢者において軽度な高体温状態で単純選択課題を行い、反応時間や正答率は変化しないにもかかわらず注意資源量が低下することを観察した。このような変化は熱中症の潜在的な危険性を示すと予想される。

暑熱順化は熱放散能を改善し、暑熱耐性を高める。暑熱順化によって注意課題 (Radakovic ら, 2007) や精神運動機能 (Walker ら, 2001) が改善したと報告されている。暑熱順化は暑さに対する温熱感覚を鈍化させ不快感を軽減させるため認知課題に利用できる資源が増加し、認知機能を改善させると考えられるが、暑熱順化の認知資源への影響は明らかではない。また、暑熱順化による血漿量の増加は、脳血流量の増加をもたらす可能性がある。一方、熱放散能の向上による皮膚血流量の増加は脳血流量の増加を阻害するとも考えられる。Fujii ら (2015) は運動を用いた短期の暑熱順化によって、高体温誘発性の過換気をもたらさないで脳の低還流を抑制する可能性があるとして述べているが、暑熱順化が脳血流量に及ぼす影響についての報告はほとんど見られない。暑熱順化にともない安静時脳血流量が増加すれば認知活動中の脳血流量の増大につながり、暑熱環境下の認知機能を改善させる可能性がある。

暑熱環境下においては、めまいや失神の発生が高くなる。暑熱環境下でも認知資源量を維持できれば、適切な判断や行動を可能にすることにつながる。気候変動による熱波が頻発し、酷暑での生活が余儀なくされる中、社会的な意義は高いといえる。

2. 研究の目的

本研究では暑熱順化が平常体温時、および高体温時の脳血流量を変化させるのか、また、暑熱順化により認知機能を改善させるかを、事象関連電位 (P300) を用いて検討した。これらの結果は暑熱環境下での事故防止や熱中症対策に役立つ基礎データとなる。

3. 研究の方法

対象者を暑熱順化させるために短期間の運動トレーニングを実施する予定であったが、実験時に新型コロナウイルスの感染拡大防止のための制限があり、環境整備が困難であったため、季節による暑熱への馴化を用いて検討することとした。実験は温暖期 (9月) と寒冷期 (3月) に実験を行い、その応答を比較した。温暖期の過去 1 か月の最高気温は 32.3℃、寒冷期は 14.9℃であった。対象は健康成人男性 9 名 (26.9±7.4 歳) を対象とした。測定は室温 28℃、相対湿度 40% の環境制御室を行った。被験者は 34℃ の水を流した循環スーツを着用してリクライニングシートに座り、30 分間安定化した。平常体温条件での測定を行った後、水循環スーツの水温を 45℃ とし、同時に 42℃ の水で下肢足浴を約 40 分行って食道温を 1℃ 上昇させ、軽度高体温とした。体温調節応答の評価に食道温、表面皮膚温 (4 点法)、胸部血流量および局所発汗量を継続的に測定した。また、呼吸循環機能として、心拍数、動脈血圧を計測し、カプノメータを用いて終末呼気二酸化炭素分圧と呼吸数を記録した。脳血流を評価するために経頭蓋ドプラ法によって左中大脳動脈の平均血流速度を計測し、平均動脈圧で除して血管コンダクタンスを算出した。認知機能の評価には、聴覚オドボール課題を行い、課題中の Fz, Cz, Pz の脳波を記録し、事象関連電位 (p300) を算出した。また、課題中は標的音に対してボタンを押すよう指示し、反応時間を記録した。これらの測定は、平常体温、高体温の両条件で行った。体温調節機能、呼吸循環機能はオドボール課題と脳波の記録の直前直後に各 2 分ずつ記録し、それらの値を平均して各体温のベースラインとした。

4. 研究成果

平常体温の食道温は温暖期 36.5±0.2℃、寒冷期 36.7±0.1℃ と寒冷期の方が高くなった。実験中の総発汗量は、温暖期 1223±422g、寒冷期 785±135g と寒冷期の方が少なく、循環スーツと足浴による加温によって発汗が始まるまでの時間は温暖期の方が短くなった。さらに、胸部及び上腕部の皮膚血流量も高体温時には寒冷期の方が大きくなり、被験者は温暖期には暑熱馴化をしていたことが示された。血圧および、心拍数に暑熱馴化による違いは認められなかった。

左側の中大脳動脈の平均血流速度を平均動脈圧で除した血管コンダクタンス指数は、高体温では平常体温より低下したが、平常体温をベースラインとして評価した場合高体温では温暖期 94%、寒冷期は 92% と馴化による違いは認められなかった。また、カプノメータで計測した終末

呼気二酸化炭素分圧は、温暖期、寒冷期ともに高体温の方が平常体温よりも低い傾向を示したが、脳血流量を低下させるレベルではなく、暑熱馴化による違いは見られなかった。p300のCzにおける潜時は、温暖期の平常体温で 347 ± 25 msec、高体温 339 ± 38 msec、また寒冷期の平常体温 348 ± 43 msec、高体温 351 ± 42 msec と暑熱馴化および体温による違いは認められなかった。本研究では実験室の状況により被験者を十分に追加できず、寒冷期の例数が少なく、暑熱馴化の影響を明確にするにはさらなるデータの蓄積が必要である。

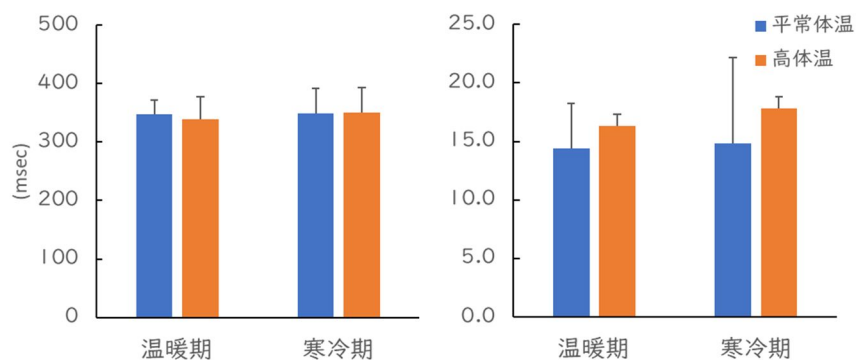


図 1. P300 の潜時および振幅

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------