

令和 5 年 5 月 24 日現在

機関番号：34412

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2022

課題番号：17K01656

研究課題名（和文）暑熱環境における高齢者の認知機能低下と脳血流量との関係

研究課題名（英文）Relationship between cerebral blood flow and cognitive decline in the elderly with heat stress

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）：暑熱環境や仰臥位から立位への姿勢変化は脳血流量を低下させる。高齢者は循環応答が減弱するため、暑熱と姿勢のストレスが組み合わさると、各々が軽度の負荷であっても安静時脳血流量の低下が顕著になると考えられる。安静時の脳血流量の低下は、認知活動に伴う脳血流増加を抑制する。本研究では、暑熱環境ストレス下の認知機能と脳血流への加齢の影響を検討した。その結果、音刺激に対する反応時間に加齢の影響は認められなかったが、加齢によって認知処理機能が低下する可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高齢者は若年者と比較して熱中症を発症しやすく、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機能を維持し、正しい判断や行動を可能にすることは重要である。また、今後ますます高齢者が増加し、暑熱環境下で働く高齢労働者も増えると予測される。本研究では、暑熱環境下で音に対する反応時間が増悪していなくても、高齢者では認知処理機能が減弱している可能性があることを示唆した。これらの結果は、暑熱環境下で高齢者に生じる事故防止に役立つ基礎データとなる。

研究成果の概要（英文）：Heat environment and postural change from supine to sitting position decrease cerebral blood flow. Since the circulatory response is attenuated in the elderly, the combination of heat and postural stress is likely to result in a significant decrease in resting cerebral blood flow, even when each is a mild load. The decrease in resting cerebral blood flow suppresses the increase in cerebral blood flow during cognitive activity. In this study, we examined the effects of aging on cognitive function and cerebral blood flow under heat stress. The results suggested that cognitive processing functions may decrease with aging, although no effect of aging on the reaction time to sound stimuli.

研究分野：運動生理学

キーワード：暑熱ストレス 加齢 認知機能

1. 研究開始当初の背景

脳血流は暑熱負荷による影響を受けることが知られている。脳前方部を栄養する内頸動脈と脳後方を栄養する椎骨動脈の血流は、暑熱により維持または低下する。これに対し、頭蓋外を栄養し、顔面や頸部からの熱放散を担う外頸動脈の血流は、暑熱によって増大することから、暑熱下では体温調節を優先した外頸動脈血流の増大によって内頸動脈血流が阻害され、脳血流の低下をもたらしている可能性があるが、明確ではない。また、仰臥位から椅座位や立位への姿勢変化(姿勢ストレス)は中心血流量を減少させるため、脳血流量にも影響すると考えられ、仰臥位からヘッドアップチルトを行うと、内頸動脈血流量は仰臥位より減少するという報告もある。一方、加齢によって循環応答は減弱する。暑熱環境下の仰臥位では、高齢者の心拍出量や1回拍出量は若年者より低くなる。したがって、熱ストレスと起立性ストレスが組み合わさると、各々が軽度の負荷であっても、頭部への血流配分を変化させ、高齢者では脳血流量の低下が顕著になると考えられる。このような椅座位と軽度の体温上昇の重複は、日常生活上でも十分起こりうる。暑熱環境下における脳幹部への血流(椎骨動脈)低下は体温調節能に影響を与え、脳前方部への血流(内頸動脈)低下は認知機能の低下をもたらす、熱中症への危険性を高める恐れがある。これらを踏まえ申請者は、軽度の受動加温と姿勢負荷(42℃の下腿温湯浸漬と仰臥位から椅座位への姿勢変化)条件下で頭部血流量を計測し、高齢者と若年者と比較した。その結果、外頸動脈血流は若年者、高齢者ともに加温によって増加、内頸動脈血流は高齢者の加温時に椅座位では仰臥位よりも低下し、一方椎骨動脈血流は維持されることを示した。

加齢に伴い、注意、記憶、実行機能などの認知機能が低下することが知られている。若年者であっても脳血流量の低下や脳の連絡機能の低下などにより認知機能が損なわれる。熱ストレスで高齢者の脳血流量が若年者よりも減少するならば、暑熱環境下での認知機能低下は高齢者では若年者よりも大きくなると考えられる。熱ストレスが認知機能に及ぼす影響は、持続的注意や二重課題といった複雑なタスクの方が単純反応時間などよりも低下しやすいといわれているものの、タスク依存性の理由は完全には明らかではない。特定の事象に関連して発生する脳の電位変化である事象関連電位の一つである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るが、被験者のスキルに依存しないという利点がある。若年者では熱ストレスによって反応時間が短縮し注意資源が減少することが示されているが、加齢による影響は確かめられていない。このように、暑熱環境下での認知機能の低下に対する加齢の影響はいまだ明確ではない。

2. 研究の目的

本研究では、受動加温による軽度の体温上昇と姿勢負荷の重複において、認知活動遂行前及び遂行中の脳血流の増加における加齢の影響を検討すること、および、事象関連電位を用いて認知課題中の脳機能を評価し、加齢による影響を明らかにすることであった。これらの結果は、暑熱環境下で高齢者に生じる事故防止に役立つ基礎データとなる。

3. 研究の方法

実験は若年者14名、高齢者14名を対象とし、室温28℃、相対湿度40%の環境制御室で行った。対象者は循環スーツを着用してリクライニングチェアに座り、30分間安定化したのち、平常体温での測定を行った。その後、循環スーツに45℃の湯を流し、同時に下腿を42℃の水に浸漬し、約40分受動加温し食道温を1℃上昇させ、軽度高体温(以下、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、および終末呼気二酸化炭素分圧と呼吸数(カプノメータ)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。認知機能の評価のため、聴覚オドボール課題中にFz、Cz、Pzの脳波を記録し、事象関連電位(p300)を算出した。同時に、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前後に各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。実験1では若年者を、実験2では高齢者を対象とした。

4. 研究成果

P300は、平常体温、高体温時ともにデータが得られた若年者11名、高齢者7名を分析対象とした。高齢者において、追加の実験を実施する予定であったが、新型コロナウイルスの感染拡大防止のため、高齢対象者に閉鎖空間で計測したり、実験場所に入室してもらうことが困難であり、実施できなかった。食道温を 1.0 ± 0.1 ℃上昇させたときの表面皮膚温と心拍数は、若年者、高齢者ともに平常体温時に比べ高体温時に有意に増加した。平常体温の収縮期血圧は、高齢者の方が若年者よりも有意に高かったが、高体温時に若年者はやや上昇し、高齢者はやや低下した。拡

張期血圧は、安静時に年齢による違いは見られなかったが、高体温時は若年者で低下し、高齢者より有意に低くなった。中心動脈圧は、若年者、高齢者ともに正常体温より高体温の方が低く、若年者は高齢者より低い値を示した。

聴覚オドボール課題の、標的音に対する反応時間は、若年者、高齢者ともに高体温では平常体温より有意に短縮した(図1)。P300の潜時は体温により変化しなかった。一方、最大振幅は若年者では高体温で平常体温より増大したが、高齢者で小さくなった(図2)、脳血管コンダクタンス指数(中大脳動脈平均血流速度/平均動脈圧)は、若年者では平常体温と高体温で違いは見られなかった。高齢者では例数が少なく検討には至らなかった。

以上の結果から、椅子座位の姿勢で軽度の体温上昇した場合、若年者では脳血流量の低下は確認できず、高齢者では明確にならなかった。認知処理機能は、軽度高熱負荷時に若年者では維持されるが、高齢者では損なわれる可能性が示唆された。

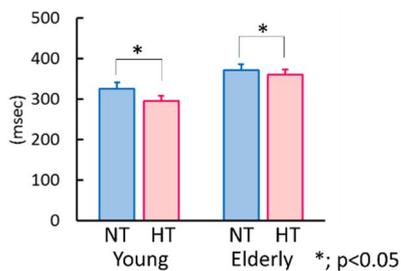


図1. 標的音に対する反応時間

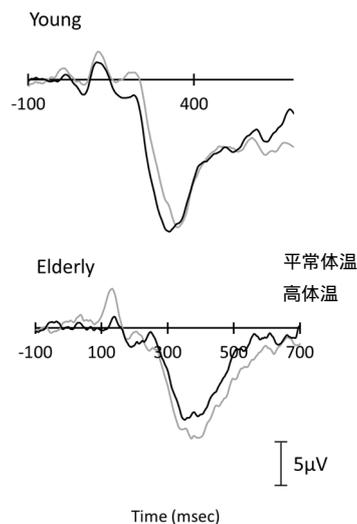


図2. P300の波形(Pz)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Ota Akemi, Takeda Ryosuke, Imai Daiki, Naghavi Nooshin, Kawai Eriko, Saho Kosuke, Morita Emiko, Suzuki Yuta, Yokoyama Hisayo, Miyagawa Toshiaki, Okazaki Kazunobu	4. 巻 119
2. 論文標題 The effects of aging on the distribution of cerebral blood flow with postural changes and mild hyperthermia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 European Journal of Applied Physiology	6. 最初と最後の頁 1261 ~ 1272
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00421-019-04118-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件／うち国際学会 5件）

1. 発表者名 Takeda R, Imai D, Kawai E, Ota A, Saho K, Morita E, Suzuki Y, Yokoyama H, Takahashi H, Hayashi H, Kimura T, Okazaki K
2. 発表標題 Heat acclimation program for firefighters reduced heat stress and improved thermal sensation and thermal comfort during exercise wearing with a firefighting suit.
3. 学会等名 Experimental Biology 2019（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ota Akemi, Takeda Ryosuke, Imai Daiki, Kawai Eriko, Saho Kosuke, Morita Emiko, Suzuki Yuta, Yokoyama Hisayo, Okazaki Kazunobu
2. 発表標題 The effect of aging on event-related potentials during mild-hyperthermia.
3. 学会等名 The Journal of Physiological Sciences（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 太田暁美、竹田良祐、今井大喜、河合英理子、佐保光祐、森田恵美子、鈴木雄太、横山久代、岡崎和伸
2. 発表標題 受動加温による軽度高体温が認知課題中の脳血流応答に及ぼす影響
3. 学会等名 第73回日本体力医学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akemi Ota, Ryosuke Takeda, Daiki Imai, Eriko Kawai, Kosuke Saho, Emiko Morita, Yuta Suzuki, Hisayo Yokoyama, and Kazunobu Okazaki
2. 発表標題 The effect of aging on event-related potentials during mild-hyperthermia
3. 学会等名 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies Congress (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akemi Ota, Ryosuke Takeda, Daiki Imai, Eriko Kawai, Kosuke Saho, Emiko Morita, Yuta Suzuki, Hisayo Yokoyama, and Kazunobu Okazaki
2. 発表標題 The Effect of Mild Heat Stress on Event-Related Potential in the Elderly
3. 学会等名 Experimental Biology 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹田良祐, 今井大喜, 太田暁美, 河合英理子, 半野源太, Nagavi Nooshin, 森田恵美子, 鈴木雄太, 横山久代, 岡崎和伸
2. 発表標題 定期的運動の実施が高齢者の温度感覚に及ぼす影響
3. 学会等名 第72回日本体力医学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ryosuke Takeda, Daiki Imai, Akemi Ota, Eriko Kawai, Genta Hanno, Nooshin Naghavi, Emiko Morita, Yuta Suzuki, Hisayo Yokoyama, Kazunobu Okazaki
2. 発表標題 Whole body and skin thermal sensation are not improved with regular exercise in elderly men
3. 学会等名 The 17th International Conference On Environmental Ergonomics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ryosuke Takeda, Daiki Imai, Akemi Ota, Nooshin Naghavi, Eriko Kawai, Genta Hanno, Emiko Morita, Yuta Suzuki, Hisayo Yokoyama, Kazunobu Okazaki
2. 発表標題 A 3-month walking training does not improve thermal sensation in healthy elderly men
3. 学会等名 第95回日本生理学会大会
4. 発表年 2018年

〔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
研究分担者	岡崎 和伸 (OKAZAKI Kazunobu) (70447754)	大阪公立大学・都市健康・スポーツ研究センター・教授 (24405)	

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
---------	---------