

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 17 日現在

機関番号：33918

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K16495

研究課題名(和文) 降雨による身体冷却がヒトの体温・エネルギー代謝反応に及ぼす影響

研究課題名(英文) Effect of rain on thermal and energy metabolism during exercise.

研究代表者

伊藤 僚 (ITO, Ryo)

日本福祉大学・全学教育センター・助教

研究者番号：60611118

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：(1)寒冷環境下(5℃)における降雨は、高強度走運動時であっても運動開始初期における体温低下の原因となることが明らかとなった。また、降雨による身体冷却を原因とした運動効率の低下が酸素摂取量、心拍数、血漿乳酸濃度の上昇を起こすことが明らかとなった。

(2)冷環境下(10℃)における降雨は、中強度走運動時の熱放散量を増加させ、体温の上昇を抑制することが明らかとなった。また、熱ストレスを原因とした心拍数、血漿エピネフリン濃度、血漿乳酸濃度の上昇を抑制することが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：(1)Running at high intensity in the rain for 60 min at 5℃ decreased core temperature during the early phase of exercise. Furthermore, it was revealed that decreased exercise efficiency as a result of body cooling caused an increase in oxygen consumption, heart rate, and plasma lactate concentration.

(2)Running at moderately high intensity in the rain for 60 min at 10℃, rain increased heat loss and blunted the increase in core temperature. Furthermore, rain decreased HR, plasma epinephrine concentrations and plasma lactate concentrations via suppressing the heat stress.

研究分野：運動生理学

キーワード：寒冷環境 降雨 体温 エネルギー代謝

1. 研究開始当初の背景

寒冷環境下運動時の身体冷却は、エネルギー消費量の増加、筋出力の低下、血中乳酸濃度の上昇を引き起こし、運動パフォーマンスが低下する可能性が報告されている。そのため、マラソンやサッカーなどの悪天候でも開催される屋外スポーツ活動は、降雨によって身体が冷却され、運動パフォーマンスの低下や活動時の安全性低下を引き起こす可能性が考えられる。そこで申請者は降雨条件の再現が可能である人工気象室 (TBR-12A4PX, ESPEC) を使用することで、中性温環境下および寒冷環境下で運動中のヒトに降雨による身体冷却がエネルギー代謝・体温反応に及ぼす影響を報告してきた (伊藤ら, 2010, Ito et al. 2013)。降雨が運動中のヒトに及ぼす生理的影響を明らかにするため、更に運動強度、環境温、運動時間を替えたデータの蓄積を行うことが必要である。

2. 研究の目的

降雨環境が運動中のヒトに及ぼす生理学的影響を、運動時間、環境温、運動強度、衣服の条件を替え、明らかにすることである。補助事業期間内は(1)降雨を伴った寒冷環境下の競技スポーツを想定した高強度運動 (80%VO₂max) を実験運動に採用し、さらには(2)降雨を伴った冷環境 (10℃) が中強度走運動中のヒトに及ぼす生理学的影響を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1)平成 27 年度

実験はまず 80%VO₂max の走速度を算出し、1 週間後に RAIN (降雨あり) CON (降雨なし) の 2 条件を 1 週間の間隔を空けて無作為の順序で施行する。RAIN、CON は中性温環境下で十分な安静を取った後に環境温 5℃、相対湿度 40% に制御された人工気象室に入室し 5 分間の立位安静の後に 80%VO₂max の走運動をトレッドミル上で 60 分間、走速度と等しい向い風を受けて行う。尚、RAIN は運動中に 20mm/h の降雨 (5℃) を設定して行う。測定項目は直腸温、皮膚温、酸素摂取量、心拍数、RPE (主観的運動強度)、血漿乳酸濃度、血中グルコース濃度、血清 FFA 濃度、血清 TG 濃度、血漿エピネフリン濃度、血漿ノルエピネフリン濃度とする。

(2)平成 28 年度

実験はまず、70%VO₂max の走速度を算出するために最大酸素摂取量の測定を漸増負荷運動テストにて算出し、1 週間後に RAIN、CON の 2 条件を 1 週間の間隔を空けて無作為の順序で施行する。RAIN、CON は中性温環境下で十分な安静を取った後に環境温 10℃、相対湿度 40% に制御された人工気象室に入室し 10 分間の立位安静の後に 70%VO₂max の走運動をトレッドミル上で 60 分間、走速度と等しい向い風を受けて行う。尚、RAIN は運動中に 20mm/h の降雨 (10℃) を設定して行う。測定項目は直腸温、

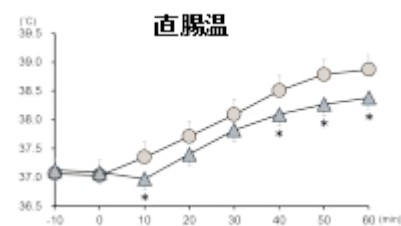
皮膚温、酸素摂取量、心拍数、RPE (主観的運動強度)、温度感覚、血漿乳酸濃度、血中グルコース濃度、血清 FFA 濃度、血清 TG 濃度、血漿エピネフリン濃度、血漿ノルエピネフリン濃度とする。

4. 研究成果

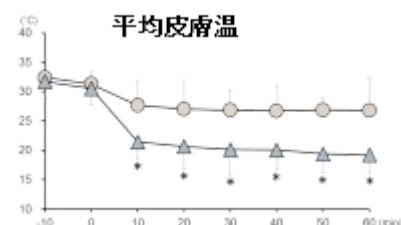
(1)平成 27 年度の成果

寒冷環境下の降雨が高強度走運動中のヒトに及ぼす生理学的影響を検討した結果、RAIN が CON と比較して、直腸温が有意に低い値を示し (Fig.1)、さらには酸素摂取量 (Fig.3)、血漿乳酸濃度 (Fig.4)、血漿ノルエピネフリン濃度 (Fig.5) が有意に高い値を示した (p<0.05)。これらのことから、運動中の熱産生量が大きいと考えられる高強度運動下であっても、全身が雨で濡れることで熱放散量が増大し、特に運動開始初期の寒冷ストレスが大きくなることが明らかとなった。また運動開始 40 分目以降から、RAIN の酸素摂取量、心拍数、血漿乳酸濃度、血漿ノルエピネフリン濃度は CON と比較して有意に高い値を示した (p<0.05)。RAIN の平均皮膚温は運動中、下降し続けていたことから (Fig.2)、末梢部や筋表層部の冷却が運動効率を低下させた可能性が考えられる。以上のことから寒冷環境下の降雨は、体熱産生量が大きくなる高強度運動中であっても身体冷却を原因とした運動パフォーマンスの低下を起こす可能性が示された。今回の結果はマラソンやサッカーなどの屋外で行う高強度運動を想定したものであり、降雨による身体冷却が運動中のヒトに及ぼす生理学的影響に関し、新しい知見を加えることが出来た。

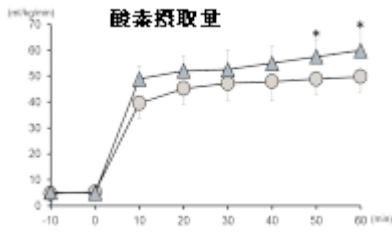
△ RAIN
○ CON



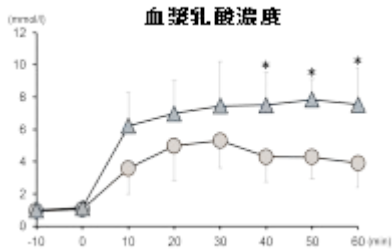
(Fig.1)



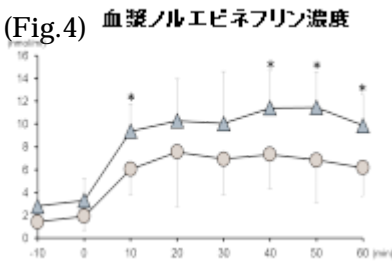
(Fig.2)



(Fig.3)



(Fig.4)

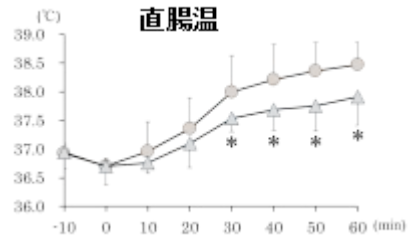


(Fig.5)

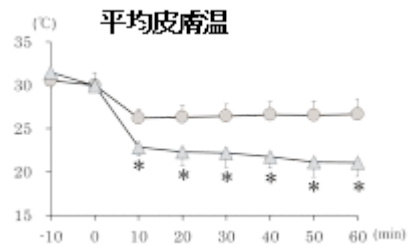
(2)平成 28 年度の成果

冷環境下の降雨が中強度走運動中のヒトに及ぼす生理学的影響を検討した結果、RAIN が CON と比較して、直腸温、平均皮膚温、温度感覚が有意に低い値を示した ($p < 0.05$) (Fig.1, Fig.2, Fig.3)。また酸素摂取量に有意な差はなかったが、心拍数は RAIN が CON と比較して有意に低い値を示した ($p < 0.05$) (Fig.4)。血漿乳酸濃度、血漿エピネフリン濃度は RAIN が CON と比較して有意に低い値を示した ($p < 0.05$) (Fig.5, Fig.6)。以上のことから冷環境の降雨は運動中の熱放散量を増加させることで核心温の上昇を抑制し、それに伴って、心拍数の上昇も抑制したと考えられる。また熱ストレスを原因とした血漿エピネフリンの分泌が抑制されたことで血漿乳酸濃度の上昇も抑制されたと考えられる。これらのことから冷環境(10)の降雨は、中強度運動時のヒトの熱放散量を増加させることで熱ストレスを低減し、運動パフォーマンスに対し有益である可能性が示された。今回の結果から、これまでに報告のなかった、冷環境の降雨が運動中のヒトに及ぼす生理学的影響を新しい知見として加えることが出来た。

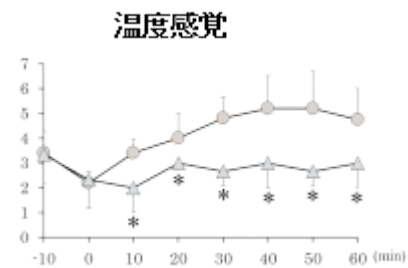
△ RAIN
○ CON



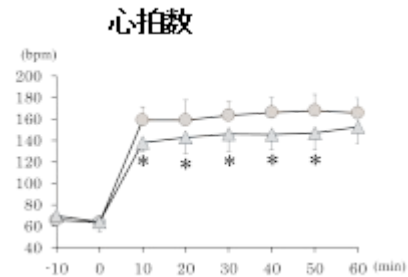
(Fig.1)



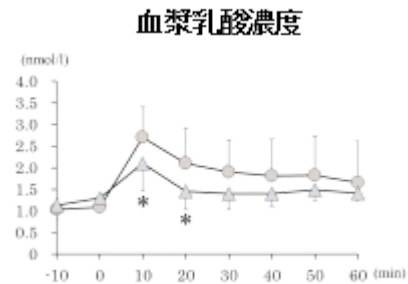
(Fig.2)



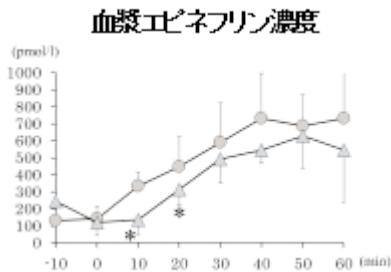
(Fig.3)



(Fig.4)



(Fig.5)



(Fig.6)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 3 件)

伊藤 僚、山下直之、稲葉泰嗣、松本孝朗
 「寒冷環境下における降雨が高強度走運動時のヒトの体温調節・エネルギー代謝に及ぼす影響」

第 67 回大会日本体育学会、2016 年 8 月 24 日 -8 月 26 日、大阪体育大学(大阪府・泉南郡)

Ryo Ito, Naoyuki Yamashita, Takaaki Matsumoto.

“Effect of rain on thermal responses and energy metabolism while running at high intensity in the cold temperature”

21th annual Congress of the EUROPEAN COLLEGE OF SPORT SCIENCE. 2016 July6-9. Vienna (Austria).

Ryo Ito, Naoyuki Yamashita, Takaaki Matsumoto.

“The effects of arm warmers on thermal and metabolic responses with running in the cold.”

20th annual Congress of the EUROPEAN COLLEGE OF SPORT SCIENCE. 2015 June24-27. Malmo (Sweden).

〔図書〕(計 0 件)

6. 研究組織

(1)研究代表者

伊藤 僚(ITO, Ryo)

日本福祉大学・全学教育センター・助教

研究者番号:60611118