

氏 名	でまち こういち 出町 耕一
学位(専攻分野)	博 士 (学 術)
学 位 記 番 号	博 乙 第 1 8 4 号
学位授与の日付	平成 24 年 3 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 題 目	熱流補償法を用いて測定した深部組織温の運動時における有用性に関する研究
審 査 委 員	(主査)教授 中島敏博 教授 遠藤泰久 教授 野村照夫 准教授 芳田哲也

論文内容の要旨

非侵襲的な深部温度測定法として熱流補償法（ZHF 法）が知られている。これは皮膚表面に貼付したプローブによって体深部組織の温度測定が可能な手法であり，侵襲的な体温測定よりも被計測者への負担が少ないために，運動時における有効利用が期待される。本研究では ZHF 法を用いて測定した深部組織温の運動時における有用性について検討することを目的として，異なる環境温度下及び運動強度下での体温調節反応と活動部位深部温との関係を明らかにすると同時に，急激な皮膚温変化が活動部位深部温や体温調節反応に与える影響についても実験を行っている。また様々な環境下での運動時について，中枢温の指標として広く知られている食道温（Tes）と，ZHF 法によって測定した前額部深部温(Tch)との応答を比較し，Tes から Tes を推定する精度について検討している。本論文は 6 章から構成されている。

第 1 章では本研究の背景と目的を述べている。その中で，ZHF 法による深部組織温の測定原理や運動時の体温調節反応に関係する温熱性要因について解説し，さらに ZHF 法によって測定された運動時の活動筋上昇が温熱性要因となりうる可能性について述べている。

第 2 章では異なる環境温度下における運動時の体温調節反応と活動部位深部温(Tdt)との関係を明らかにすることを目的としている。環境温度 21℃および 31℃における軽運動時において，能動的皮膚血管拡張が発現する体温閾値は，ZHF 法によって測定した Tdt，および Tes・皮膚温(Tsk)・Tdt から算出した平均体温と密接に関係していることを見出した。

第 3 章では軽度および中等度運動時における Tdt と体温調節反応との関係を明らかにすることを目的としている。環境温度 20℃～28℃における軽・中程度運動時において，Tdt は，能動的皮膚血管拡張の発現に少なくとも間接的に関係していることを明らかにしている。

第 4 章では運動時の急激な皮膚温変化が Tdt や体温調節反応に与える影響を明らかにすることを目的としている。運動時における皮膚の急激な冷却は Tsk や Tdt を低下させるが皮膚血流や発汗も減少することから放熱量減少による Tes の上昇を引き起こし，温熱ストレスを増大させることを見出した。

第5章では T_{ch} から中枢温の指標として有用である T_{es} を推定する精度について検討することを目的としている。T_{es} と T_{dt} の相関関係は中性温度域（28℃）の環境条件にて運動強度が高く体温上昇が大きい場合は高いが、低温環境条件で体温変動が小さい運動強度の低い場合に低下することを明らかにしている。

第6章では ZHF 法を用いて測定した深部組織温（T_{dt}, T_{ch}）の運動時における有用性について総括的な結論を示している。

論文審査の結果の要旨

本論文は非侵襲的に深部温度を測定できる熱流補償法（ZHF 法）の運動時における有用性について明らかにすることを目的として、様々な環境条件下及び運動強度下において ZHF 法を用いて測定した深部組織温度と体温調節反応や中枢温変動との関係を解析したものである。環境温度 21～31℃における軽度および中等度運動時では、ZHF 法により測定した活動部位深部温は少なくとも間接的に能動的皮膚血管拡張と関係していること、また運動時の急激な皮膚温変化は活動部位深部温を低下させるが皮膚血流や発汗も減少させることから中枢温（食道温）上昇を導くことを明らかにしている。この内容は ZHF 法を用いて測定した活動部位深部温の運動時における有用性を示すもので、十分な新規性と独創性を示し学術的価値は高いと認められる。

さらに ZHF 法によって測定した前額部深部温と食道温との関係を様々な環境・運動条件下で解析し、中性温度域（28℃）の環境条件にて運動強度が高く体温上昇が大きい場合は両者の相関関係は極めて高くなることを明らかにした。本研究は、ZHF 法によって測定した前額部深部温から中枢温の指標として有用である食道温を推定できる可能性を示したもので、非侵襲的かつ簡便にヒトの深部組織温度を測定できる熱流補償法の有用性を示す上で学術的にも社会的にも高く評価できるものと認められた。

以上より、本論文は学位論文として十分な内容を備えていると判断できる。

なお、本論文の研究内容は以下の4編の学術論文としてまとめられ、すでに掲載、または掲載が決定されているものが3編であり、1編は審査中である。そのいずれも申請者が筆頭著者である。また参考論文として1編の学術論文が公表されている。

I. 本学位論文の基礎となった学術論文

1. Demachi K, Yoshida T, Tsuneoka H (2011) Relationship between mean body temperature calculated by two- or three-compartment models and active cutaneous vasodilation in humans: a comparison between cool and warm environments during leg exercise. International Journal of Biometeorology, DOI 10.1007/s00484-011-0430-9
2. Demachi K, Yoshida T, Kume M, Tsuneoka H (2012) Comparison of the body temperature thresholds

for active cutaneous vasodilation during moderate or light exercise under various temperature conditions. The Journal of Physiological Anthropology (審査中)

3. Demachi K, Yoshida T, Kume M, Tsuneoka H (2012) The effect of starting or stopping skin cooling on the thermoregulatory responses during leg exercise in humans. International Journal of Sports Medicine, in press
4. 出町耕一, 芳田哲也, 常岡秀行 (2011) 熱流補償法を用いて測定した運動時の前額部深部温と食道温との関係. 日本生気象学会雑誌, 48(4)119-127

II. その他の学術論文

1. 白土男女幸, 菅美奈子, 吉田善廣, 金武祚, 出町耕一, 芳田哲也 (2008) 卵白由来ペプチド摂取が持久性運動時の体温調節反応とエネルギー代謝に与える影響. 体力・栄養・免疫学雑誌, 18(1)28-38