

氏名(本籍)	つじ	ぶん	文(三重県)	
学位の種類	博士(体育科学)			
学位記番号	博甲第6631号			
学位授与年月日	平成25年3月25日			
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当			
審査研究科	人間総合科学研究科			
学位論文題目	暑熱下運動時における換気亢進反応に関する研究 - 体温上昇時の換気調節システムの定量化モデルを用いた検討 -			
主査	筑波大学教授	教育学博士	西保岳	
副査	筑波大学教授	医学博士	征矢英昭	
副査	筑波大学教授	医学博士	大森肇	
副査	筑波大学准教授	博士(体育科学)	前田清司	

論文の内容の要旨

(目的)

体温上昇時の換気調節システムの定量化モデルを作成し、それを用いて暑熱下一定負荷運動時の換気亢進反応が時刻や暑熱順化によって変化するのかどうか検討することを目的とした。

(対象と方法)

本研究は、健常男性を対象とした。研究課題1では、3条件の浸水(水温18℃、35℃、40℃)によって運動前の初期体温を変化させた後、暑熱環境下(室温37℃、湿度50%)において中強度(50% VO_{2peak})一定負荷自転車運動を行った。研究課題2では、温浴による安静加温もしくは浸水冷却による初期体温低下後に暑熱環境下で低強度(25%)及び中強度(50% VO_{2peak})の一定負荷自転車運動を行った。研究課題3では、早朝(6:00)及び夕方(18:00)に、浸水冷却により深部体温を低下させてから、暑熱環境下において中強度(50% VO_{2peak})一定負荷自転車運動を行った。研究課題4では、安静時暑熱暴露(室温45℃の暑熱環境下で2時間の安静)を10日間連続で行い暑熱順化を引き起こす前後で、浸水冷却による初期体温低下後に暑熱下での中強度(50% VO_{2peak})一定負荷運動を行った。

(結果)

研究課題1において、深部体温(入力刺激)に対する換気量(出力)変化の関係において、初期体温を低下させた条件で、換気亢進の深部体温閾値が平均で37.1℃で見られた。研究課題2において、換気亢進の閾値及び換気感受性は、安静時よりも運動時で低下するものの、低強度と中強度運動時で違いはみられなかった。研究課題3において、暑熱下運動時における換気量増加の経時変化は早朝と夕方で違いはみられず(深部体温38℃以下)、換気亢進の閾値及び換気感受性は早朝よりも夕方で高くなった。さらに、換気亢進の閾値は、運動前安静時の深部体温を早朝と夕方で合わせた場合にも、夕方で高くなった。研究課題4において、暑熱順化によって、暑熱下運動時における換気量増加の経時変化は低下し、さらに、換気亢進の閾値は低下し、換気感受性は増大した。

(考察)

研究課題1の結果から、運動前の初期体温を低下させることで、一定負荷運動時において、体温上昇時の

換気調節システムを閾値と感受性の両方によって定量的に評価できることが初めて示された。さらに、運動強度の違い（低～中強度）によって、換気亢進の閾値及び感受性は変化しなかったことから（研究課題2）、この体温上昇時の換気調節システムは、低～中強度運動時で同様の基本特性を有することが示唆された。

上記の定量化モデルを用いて、暑熱下一定負荷運動時の換気亢進反応に及ぼす時刻の影響を検討した（研究課題3）。運動時の深部体温が早朝よりも夕方が高いことは既に報告されていたが（Hobson *et al.* 2009）、本研究では新たに、夕方では深部体温の上昇によって換気亢進に対する温熱性入力が増大しているにもかかわらず、換気量増加の経時変化に時刻の影響はみられないこと、そして、これには夕方に換気亢進の閾値が上昇することが関係していることが明らかとなった。しかし、夕方では換気感受性が増大したことから、体温が38℃以上の高体温時には、同一体温時の換気反応の増大によって換気量増加の経時変化は夕方が増加する可能性が考えられた。この換気量増加によって動脈血中CO₂分圧が低下することが、早朝よりも夕方で暑熱下運動パフォーマンスが低下する一因であるかもしれない。

さらに、安静時暑熱暴露による暑熱順化の影響を検討したところ（研究課題4）、暑熱順化後には、暑熱下運動時の換気量増加の経時変化が抑制されること、そして、これには閾値の低下と感受性の増大による換気調節システムの変化よりも、暑熱順化に伴う深部体温の低下が大きく影響を及ぼすことが関係していることが初めて明らかとなった。この換気反応の適応は、暑熱下運動時における動脈血中CO₂分圧の低下を抑制し、それに付随して脳血流量を増加させることで、暑熱順化後の暑熱下運動パフォーマンスの向上に貢献しているのかもしれない。

審 査 の 結 果 の 要 旨

体温上昇時の換気調節システムの定量化モデルを構築し利用することで、時刻や暑熱順化に伴う換気亢進反応の経時変化のメカニズムを明らかにしようと試みており、その内容は高く評価できる。本論文の大きな目的の一つに設定し、学位論文題目と序論を修正することや、換気調節の定量化モデルを用いる必然性をより明示するようにと指摘された。

平成25年1月17日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもと論文について説明を求め、関連事項について質疑応答を行い、最終試験を行った。その結果、審査委員全員が合格と判定した。

よって、著者は博士（体育科学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。