



女性における熱放散反応特性とそれに及ぼす運動トレーニングの影響

楽原, 智子

(Degree)

博士 (学術)

(Date of Degree)

2006-03-25

(Date of Publication)

2012-08-06

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲3623

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1003623>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



【 2 2 6 】

氏 名・（本 籍） 栞原 智子 （ 大阪府 ）

博士の専攻分野の名称 博士（学術）

学 位 記 番 号 博い第599号

学位授与の 要 件 学位規則第 5 条第 1 項該当

学位授与の 日 付 平成18年3月25日

【 学位論文題目 】

女性における熱放散反応特性とそれに及ぼす運動トレーニングの影響

審 査 委 員

主 査	教 授	近藤 徳彦
	教 授	平川 和文
	教 授	岡田 修一
	教 授	柳田 泰義
	助教授	井上 真理

論文内容の要旨

氏 名 栗原 智子

専 攻 コミュニケーション科学専攻

論文題目

女性における熱放散反応特性とそれに及ぼす運動トレーニングの影響

論文要旨

本研究では、女性における熱放散反応特性を明らかにするため、性周期および性差の観点から安静および運動時の熱放散反応を検討し、さらに、それに対する運動トレーニングの影響を検討した。本研究で得られた主な結果は以下の通りである。1) 女性の熱放散反応は性周期の卵胞中期と比較して黄体中期に低下する。2) 女性の熱放散反応は男性と比較して劣り、また、発汗反応よりも皮膚血管拡張反応に依存する。3) 女性の熱放散反応は運動トレーニングにより改善するが、その改善の程度は女性ホルモンの分泌抑制が生じるか否かで異なり、また、男性のそれと比較して小さい。さらに、その改善は皮膚血管拡張反応より発汗反応でより顕著にみられる。

指導教官氏名 近藤 徳彦 教官

ヒトは暑熱暴露や運動による体温上昇に対して発汗や皮膚血管拡張などの熱放散反応で体温をある一定の範囲内に保つ機構を持つ。産業技術の発展に伴う環境温の上昇や快適環境への慣れによる熱放散反応の低下が予想されることから、安全で快適に日常生活を送るために、今後、熱放散反応についての理解および熱放散反応の低下を抑制し、かつ亢進させるような手段の確立は重要となる。これまでの熱放散反応に関する研究は主に男性を対象として行なわれており、熱放散反応は安静時と運動時のそれでは異なること、熱放散反応は運動トレーニングによって改善されることが示されている。男性と異なり、女性では思春期を境に女性ホルモンの分泌変動に起因した性周期が出現し、それが熱放散反応に影響を与える。そのため、男性における研究の結果をそのまま女性に当てはめて考えることは問題である。また、女性が運動トレーニングを実施した時の特徴として、女性ホルモンの分泌変動が変化すると報告されている。そのため、女性の場合は、男性で報告されているような運動トレーニングそれ自体による熱放散反応の変化に、女性ホルモンの分泌変動の変化を介した熱放散反応の変化が加わると予想され、男性の場合とは異なる可能性がある。しかし、女性の熱放散反応に関する研究は男性ほど行なわれておらず、女性の熱放散反応特性については不明な点が多く残されている。

そこで本研究では、女性の熱放散反応特性を明らかにするために、

1. 安静時および運動時の熱放散反応は性周期および性差によってどのように影響されるか。
 2. 上記の反応は運動トレーニングによってどのように影響されるか。
- の観点から検討した。

各章の内容は次の通りである。

第1章では、本論文の研究意義を述べた。

第2章において文献研究を行い、現在までの女性の熱放散反応特性における不明な点を明らかにし、第3章で以下の検討課題を設定した。

- 1) 性周期は安静温熱負荷時（以下、安静時とする）および運動時の熱放散反応にどのように影響するか（第4章）。
- 2) 性差は安静時および運動時の熱放散反応にどのように影響するか（第5章）。
- 3) 長期運動トレーニングは安静時および運動時の熱放散反応にどのように影響するか。（第6章）。
- 4) 短期運動トレーニングは運動時の熱放散反応にどのように影響するのか。また、運動

トレーニングの影響はどのような過程で生じ、どのような過程で消失するのか(第7章)。

5) 運動トレーニングが熱放散反応に及ぼす影響に性差は存在するか(第8章)。

これらをもとに9つの実験を計画し、以下のように第4章から第8章を構成した。

第4章では、性周期が安静時および運動時の熱放散反応に及ぼす影響を明らかにするため、一般的な体力レベルの若年女性(一般女性)に対し、卵胞中期および黄体中期に環境温 30°C 下での下肢温浴(60分間)および環境温 25°C 下での中等度自転車運動(30分間)を実施した(実験 I-1 および I-2)。安静時および運動時にかかわらず熱放散反応の体温閾値は卵胞中期と比較して黄体中期で有意に高くなった。安静時には発汗反応の感受性に性周期の影響はみられなかったが、皮膚血管拡張反応の感受性は黄体中期に増加し、その増加は背においてのみ観察された。運動時にはいずれの熱放散反応の感受性も測定した全ての部位で卵胞中期よりも黄体中期で低下することが示された。

第5章では、性差が安静時および運動時の熱放散反応に及ぼす影響を明らかにするため、一般女性および女性と体力レベルが同等の若年男性(一般男性)に環境温 30°C 下での下肢温浴(60分間)および環境温 30°C 下での3段階の漸増負荷自転車運動(各段階 20分間、計 60分間)を負荷した(実験 II-1 および II-2)。安静時および運動時とも女性の発汗反応は男性のそれと比較して劣り、女性の熱放散反応は性周期相にかかわらず男性と比較して発汗反応よりも皮膚血管拡張反応に依存する特性を示した。安静時の黄体中期では女性の熱放散反応の体温閾値は男性のそれよりも高いものの、卵胞中期ではそれらに性差はみられないことから、熱放散反応の性差は卵胞中期よりも黄体中期でより顕著になると示された。また、運動時にみられた発汗反応の性差は温熱ストレス(運動強度)の増加に伴い大きくなる可能性が存在した。

第6章では、長期運動トレーニングが若年女性の安静時および運動時の熱放散反応に及ぼす影響を明らかにするため、一般女性および6年以上持続的な運動トレーニングを継続している女性運動トレーニング者に環境温 30°C 下での下肢温浴(60分間)および環境温 25°C 下での中等度自転車運動(30分間)を卵胞中期および黄体中期に実施した(実験 III-1 および III-2)。また、運動トレーニングの影響が異なる温熱ストレス(運動強度)時においても同様にみられるのかを明らかにするため、環境温 30°C 下での3段階の漸増負荷自転車運動(各段階 20分間、計 60分間)を卵胞中期に負荷した(実験 III-3)。女性運動トレーニング者で

は一般女性にみられるような黄体中期での熱放散反応の低下はみられず、長期運動トレーニングによって安静時および運動時の熱放散反応は改善されることが示された。長期運動トレーニングによる熱放散反応の体温閾値の改善は卵胞中期より黄体中期で、熱放散反応の感受性の改善は皮膚血管拡張反応より発汗反応でそれぞれ顕著であった。また、温熱ストレス(運動強度)が大きいかほどその影響は大きくなる可能性が示された。さらに安静時ではその改善に身体部位差が存在し、大腿を除く部位で顕著にみられた。

第7章では、短期運動トレーニングおよび脱トレーニングが若年女性の環境温 25°C 下での中等度運動時の熱放散反応に及ぼす影響を明らかにするため、性周期および運動トレーニングに伴う最大酸素摂取量の増加レベルを考慮し、一般女性に持続的な運動トレーニングを性周期3サイクルにわたり実施させた。また、運動トレーニングを卵胞中期もしくは黄体中期から開始させることで、性周期相によって短期トレーニングの影響が異なるかも合わせて検討した(実験 IV)。本実験の運動トレーニングにより最大酸素摂取量は平均 15.7%増加し、トレーニングを開始した性周期相にかかわらず熱放散反応の体温閾値が低下して熱放散反応は改善されると示唆された。熱放散反応の量的な改善は皮膚血管拡張反応より発汗反応でより顕著にみられ、この改善は卵胞中期からトレーニングを開始した者で顕著であることが示された。また、トレーニングの効果は1ヶ月目までに生じ、その効果はトレーニング期間終了後1ヶ月目までに消失することが示唆された。

第8章では、長期トレーニングが熱放散反応に及ぼす影響に性差が存在するのかを明らかにするため、一般女性および女性運動トレーニング者、一般男性および男性運動トレーニング者に環境温 30°C 下での3段階の漸増負荷自転車運動(各段階 20分間、計 60分間)を負荷した(実験 V)。各体力レベルにおいて最大酸素摂取量に性差がないように配慮し、また、女性は卵胞中期に実験を行なった。長期運動トレーニングによって発汗反応は改善されることが示された。その改善の程度は男性よりも女性において小さいことが示唆され、その性差は温熱ストレス(運動強度)が大きくなるほど拡大した。一方、各性とも皮膚血管拡張反応には運動トレーニングの影響はみられなかった。

第9章において本研究の総括を行ない、以下の結論を示した。

1. 安静時および運動時にかかわらず女性の熱放散反応は女性ホルモンによる抑制的な作用によって卵胞中期より黄体中期で減弱され、また、男性のそれよりも劣ることが示された。女性の場合、黄体中期に女性ホルモンによる抑制を受けるので男女差は卵胞中期よりも黄

(氏名 栗原 智子, No.5)

体中期で顕著となることが推察された。また、女性は男性と比較して発汗反応よりも皮膚血管拡張反応に依存する熱放散反応特性を有すると示唆された。

2. 女性の熱放散反応は運動トレーニングの影響を受け、長期間運動トレーニングを実施し、性周期に伴う女性ホルモン分泌変動が小さくなった女性では一般女性でみられた性周期による影響はみられなくなった。また、黄体中期では運動トレーニングそれ自体による影響に女性ホルモンによる抑制の軽減という効果が加わるため運動トレーニングの影響は卵胞中期より黄体中期で顕著となることが示唆された。短期運動トレーニングでは女性ホルモン分泌が抑制されなかったため、その運動トレーニング効果は長期トレーニングのそれよりも小さいことが推察された。さらに、女性における運動トレーニング効果は男性のそれよりも小さいことが示された。

論文審査の結果の要旨

氏 名	栗 原 智 子		
論文題目	女性における熱放散反応特性とそれに及ぼす運動トレーニングの影響		
判 定	合 格 ・ 不 合 格		
審 査 委 員	区 分	職 名	氏 名
	主 査	教授	近 藤 徳 彦
	副 査	教授	平 川 和 文
	副 査	教授	柳 田 泰 義
	副 査	教授	岡 田 修 一
	副 査	助教授	井 上 真 理
要 旨			
本論文は、ヒトの体温維持に欠かせない熱放散反応（皮膚血流反応や発汗反応）が若年女性においてどのような特性を有するのか、また、その特性が運動トレーニングによりどのような影響を受けるのかを、9つの実験から明らかにしている。 第1章では、科学技術の発展に伴うヒトの環境適応能の低下や地球温暖化の問題、また、スポーツや運動に参加する女性の増加などから、女性における熱放散反応特性の理解とその改善に関する研究の必要性が現代社会において高いことを示し、本研究の位置づけを明確にしている。 第2章と第3章では、これまでの文献をもとに熱放散に及ぼす、1) 性周期の影響、2) 性差の影響、3) 運動トレーニングの影響の3点から、女性における熱放散反応特性とそれに及ぼす運動トレーニングの影響に関する具体的な課題を国内外の科学論文200編から見つけ出し、本論文の目的を明確に述べている。 第4章では、熱放散反応に及ぼす性周期の影響を安静時と運動時の2つの実験から検討し、皮膚血管拡張や発汗が起こる体温閾値は卵胞中期と比較して黄体中期で高くなり、また、運動時においては熱放散反応の感受性が黄体中期には低下することを示した。つまり、			

女性ホルモンが体温調節に関わる中枢に影響を及ぼし、熱放散反応が抑制されることを指摘している。

第5章では、女性の熱放散反応を男性のそれと比較することで、性差の影響を検討している。この章は安静時、運動時および運動負荷漸増時の3つの実験から構成され、これらの実験より、安静時および運動時ともに女性の発汗反応は男性のそれより劣り、女性は皮膚血管拡張により依存した熱放散反応特性を有すること、熱放散反応の性差は卵胞期より黄体期でより顕著になること、および女性の劣っている発汗反応は運動負荷が強くなるほど大きくなることを明らかにしている。

第6章から第8章では、第3章と第4章で明らかにした若年女性の熱放散特性が運動トレーニングによりどのような影響を受けるのかを、6年以上運動トレーニングを継続した場合（長期の運動トレーニング）と約3ヶ月間運動トレーニングを継続した場合（短期の運動トレーニング）について検討している。運動トレーニング期間にかかわらず、運動トレーニングは女性の熱放散反応が始まる体温閾値を低下させること、運動時には熱放散反応の感受性の増加も起こることによってその反応が改善すること、また、これらの運動トレーニングの影響は発汗反応で顕著であることが示された。さらに、長期の運動トレーニングが女性の熱放散反応に及ぼす影響は短期のそれよりも大きく、女性における熱放散反応への運動トレーニングの影響は男性のそれより小さいことを明らかにしている。

第9章では、性周期・性差・運動トレーニングの影響に共通する要因として女性ホルモンを取り上げ、それと熱放散反応との関係から、若年女性における熱放散反応特性とそれに及ぼす運動トレーニングの影響を総括的に議論し、明確にしている。

本論文は、若年女性における熱放散特性と運動トレーニングの関係を多くの視点から検討したもので、これまで不明であったことを緻密な実験から明らかにしている。また、ヒトの生理学的機構を女性という観点から検討し、さらにその位置づけを科学技術が発展した現代社会との関連から見出している点は総合人間科学研究科に相応しい内容になっている。本論文の一部は1) The American Journal of Physiology · Regulatory, Integrative and Comparative Physiology 288: R1347-R1353, 2005, 2) European Journal of Applied Physiology 94: 323-332, 2005, 3) European Journal of Applied Physiology 94: 376-385, 2005の学術論文へ掲載されており、このことから本論文が当該領域において高く評価され、その領域の学術研究の水準を十分に満たしていると判断できる。よって、審査員全員一致で、学位申請者 柴原智子 は、博士（学術）の学位を得る資格があると認める。