

平成 29 年 6 月 20 日現在

機関番号：14303

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350744

研究課題名(和文) 高温環境におけるスポーツ競技者のコンディショニングに関する調査的研究

研究課題名(英文) A study on the conditioning for sports athletes during summer season

研究代表者

芳田 哲也 (Yoshida, Tetsuya)

京都工芸繊維大学・基盤科学系・教授

研究者番号：00191601

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は高温環境に対処できるスポーツ競技者の育成を最終目標として、高校生及び大学生のスポーツ競技者における夏季の体調管理状態(コンディショニング)を調査・解析した。その結果、夏季における練習時間の増加と食事量の減少がパフォーマンス低下の主要因として抽出され、運動能力を最大限に発揮するための夏季コンディショニングの要点は、練習時における温熱ストレスの軽減対策と望ましい栄養管理であると結論した。

研究成果の概要(英文)：The final goal of this study is the upbringing of the sports athletes who can tolerate in the heat, the conditioning of the high school and college sports athletes were investigated in the summer season. As the results of this investigation, both the longer practice time in summer than in the other season and reduction of food intake was the main factors causing the decrement of exercise performance. These results suggest that the reduction of heat stress and controlling the nutrient intake is important to maintain exercise performance in sports athletes during summer season.

研究分野：環境・運動生理学

キーワード：高温環境 パフォーマンス 環境温度 練習時間 発汗量 暑熱適応能力 栄養管理

1. 研究開始当初の背景

(1) 暑熱適応能力の減退と熱中症の発生

真夏に開催されるスポーツイベントでは温熱ストレスの増加が高体温や脱水を誘発する。高温環境において、このような状態は体温調節機能の低下を導き、これらは運動能力(パフォーマンス)を著しく低下させる要因となる (Yoshida, et al. 2002)。2020 年に開催が決定した東京オリンピックにおける多くの競技は高温多湿な真夏に実施されるため、日本のメダル取得数増加には暑さ対策が急務である。特に空調設備等の普及によって快適な生活が通常となった現代日本人では体温調節能力、特に暑熱適応能力の減退が示唆されている (中井他, 2005)。これらは日頃トレーニングを実施しているトップアスリートにおいても例外ではなく、真夏に実施される世界大会等で十分に実力を発揮出来ない日本のスポーツ競技者は多く存在する。さらに近年のスポーツ活動時の熱中症死亡事故は減少しているが、救急搬送された数は減少していない (中井他, 2013)。

(2) パフォーマンスの維持と熱中症予防

熱中症予防を目的とした夏季トレーニング対策について、日本体育協会は「スポーツ活動時の熱中症予防ガイドブック」を 1994 年に発表し、2013 年には大幅に改定した最新版を発行して注意・勧告を薦めている。また日本陸上競技連盟でも 2008 年に「陸上競技における暑さ対策マニュアル」を発行している。その内容は水分補給および休憩の方法や身体冷却部位等、様々な研究成果 (森本他, 2007) から構成されているが、これらは高温環境における体温調節機能の低下を抑制する受動的な対処法であり、あらかじめ体温調節機能、特に暑熱適応能力を向上させて高温環境でもパフォーマンスを最大限に発揮できるような積極的な対処法を扱った研究は少ない。特にスポーツ競技者ではトレーニング時や試合前の体調管理 (コンディショニング) が極めて重要となるが、その方法についてはトップアスリートの事例を解析した研究が多く (海老久美子「野球食のレシピ」ベースボールマガジン社, 2011)、睡眠や休養 (疲労) および食事などの生活習慣やトレーニング内容の改善が暑熱適応能力を万全な状態に維持し、高温環境でもパフォーマンスを最大限に発揮できることを示した研究は極めて少ない。

(3) トップアスリートの育成

環境変化に対処できるような世界水準に達するトップアスリートを育成するためには、専門的に競技を開始する高校生から大学生の時期より、高温環境におけるパフォーマンスの維持のためのコンディショニングについて理解し、実践する事が重要である。

2. 研究の目的

(1) スポーツ競技者の夏期練習時における

コンディショニング (日常生活、スポーツ種目と経験年数、夏期練習状況、パフォーマンスの低下等) をアンケートから調査し、パフォーマンスの低下や熱中症発症の要因を抽出してコンディショニングの問題点を明らかにする。

(2) アンケート調査によって明らかになったコンディショニングの問題点 (パフォーマンスの低下や熱中症発症の要因) について実験的検証を行う。

(3) 運動能力の低下や熱中症が発生した要因の抽出や実験的検証から「スポーツ競技者の夏季における望ましいコンディショニング」について、その要点を整理する。

3. 研究の方法

(1) 競技者を対象としたアンケート

高校生及び大学生を対象に 1) 身体的特徴 (年齢、身長、体重、既往歴等) と日常生活 (睡眠・起床時刻 [睡眠時間]、朝食の摂取状況、体重計測習慣等の体調管理状況)、2) スポーツ活動・所属クラブ (種目名と経験年数、練習時間)、3) 夏季の練習内容、休憩や水分摂取回数、環境温度の測定等の熱中症予防に関する対策の有無、4) 夏季練習時の熱中症発生状況 (これまで熱中症症状の経験とその時の対策)、5) 夏季練習時 (試合時) にパフォーマンスの低下または十分に実力発揮出来なかった経験の有無と、前日までの身体状況 (食欲不振・睡眠不足・病気・下痢・脱水・疲労の蓄積・飲酒等)、当日の練習 (試合) 状況 (練習時間が長い・休憩が少ない・水分摂取不足・環境温度が高い等)、当日の病的状況 (めまい・頭痛・吐き気・唇のしびれ・呼吸回数の増加・足、腕、腹部等の筋肉の痛み等)、6) 夏季のパフォーマンス低下を防ぐための対策などについてアンケートを実施した。

(2) 夏季パフォーマンスの低下要因に関する実験的検証

アンケートより明らかになった、夏季におけるパフォーマンス低下の要因に関連する練習等の環境条件に近いスポーツ種目の競技者を対象に、各季節において下肢温熱負荷時の深部体温上昇に対する熱放散反応 (皮膚血流と発汗) を測定し、暑熱適応能力の年間変動を評価した。

上記と同様であるスポーツ種目の競技者を対象に、練習や試合時の環境条件や身体状況を調査した。

(3) 夏季コンディショニングの要点整理

アンケートにおける運動能力の低下や熱中症が発生した要因の抽出や実験的検証から「スポーツ競技者の夏季における望ましいコンディショニング」について、その要点を整理した。

4. 研究成果

(1) 競技者を対象としたアンケート結果

高校スポーツ競技者 180 名 (男性 107 名、女性 73 名) より回答を得たアンケートでは、

練習・試合時のパフォーマンスの低下が「良くある(31.4%)」、「時々ある(57.2%)」と回答した競技者における練習・試合当日の状況は「筋力やパワーが落ちる」、「持久力が落ちる」、「やる気が出ない」が多く見られた。上記の様なパフォーマンスの低下を感じる要因として、前日までの「疲労の蓄積」や当日の「練習時間が長い」、「環境温度が高い」の回答が多かった。さらに、生活習慣、屋内・屋外競技等の項目をパフォーマンスの低下が「良くある」、「時々ある」、「全くない」の回答別に検討した結果、睡眠時間は類似する傾向にあったが、通常の練習時間が長く夏季の練習時間の増加率が高い群は「良くある」、「時々ある」との回答が有意($p < 0.05$)に多く、さらにこれらの群内では屋内競技者に比較して屋外競技者が多かった。

このように、高校スポーツ競技者における夏季のパフォーマンス低下の要因としては以下の3つの要素、「疲労の蓄積」、「練習時間が長い」、「環境温度が高い」が抽出され、特に屋内競技者よりも屋外競技者において練習時間が長くパフォーマンスの低下も多かった。したがって、高校スポーツ競技者のパフォーマンス低下を防ぐための対策として、1)夏季における練習量の調整、2)屋外での環境条件への配慮、3)疲労蓄積の減少が重要であると考えられた。

大学スポーツ競技者2304名(男性1,549名、女性755名)から回答を得たアンケートでは、平均的なスポーツ活動時間は練習や試合を含めて1日3時間から4時間であり、対象者の約半数が「夏季の練習や試合時間が夏季以外に比べて増加する」と回答した。通常の平均的な睡眠時間は6~7時間が多く対象者の80%以上が「夏季に睡眠時間が減少しない」と回答したが、対象者の半数は「夏季に食事(量や回数)が減少する」と回答した(Y群)。スポーツ活動時のパフォーマンス低下や病的症状の出現についてクロス集計を行った結果、筋力・持久力・集中力・やる気・判断力などのパフォーマンス低下及び頭痛・吐き気・めまい等の病的症状は、Y群の「時々ある」または「良くある」との回答が「夏季に食事(量や回数)が減少しない」と回答した群(N群)よりも有意($p < 0.01$)に多く、「全くない」との回答が有意($p < 0.01$)に少なかった。また夏季における睡眠時間減少の有無とパフォーマンス低下や病的症状にはいずれの項目についても有意差は認められなかったが、夏季にスポーツ活動時間が増加する群は、増加しない群よりも「呼吸回数の増加」や「筋肉の痛み」などの病的症状において「良くある」との回答が有意($p < 0.05$)に多く、「全くない」との回答が有意($p < 0.05$)に少なかった。したがって、大学スポーツ競技者のパフォーマンス低下を防ぐためには、食事管理やスポーツ活動時間を調整する重要性が示された。

(2) 夏季パフォーマンスの低下要因に関する

実験的検証

スポーツ競技者における夏季コンディショニングに関するアンケートでは、高校生と大学生に共通する夏季におけるパフォーマンス低下の要因は「夏季のスポーツ活動(練習・試合)時間が長い(または増加する)」ことであった。したがって、アンケートにて「夏季に練習や試合時間が増加する」と回答したスポーツ種目の競技選手を対象に、以下のとの実験・調査を実施した。

大学女子ラクロス選手を対象に、練習や試合時間が増加する夏季と、夏季よりも練習や試合時間が短い秋季から春季に下肢温熱負荷時の深部体温上昇に対する熱放散反応(皮膚血流と発汗)を測定し、暑熱適応能力を評価した。その結果、大学女子ラクロス選手の暑熱適応能力は必ずしも夏季に向上しないことが明らかになり、スポーツ活動量増加によるコンディショニングの乱れが示された。

大学野球選手を対象に夏季練習時の環境条件や身体状況を調査した。練習時間が増加する夏季において、約4時間半におけるグラウンドの環境条件(WBGT)は28を越える日が多く、発汗量は体重当たり4%以上に達する選手が多く見られた。しかし練習時における飲水量は発汗量と同等に摂取していた選手は少なく、飲水率(飲水量/発汗量)は80%程度であり、夏季練習時における温熱ストレスの増加が示唆された。

(3) 夏季コンディショニングの要点整理

これまでの研究成果では夏季パフォーマンスの低下要因として、高校スポーツ競技者では疲労の蓄積や練習時間・環境温度の要因が抽出され、大学スポーツ競技者では夏季における食事量の減少やスポーツ活動時間の増加が関係した。また実験的検証では、夏季に練習・試合時間が増加するスポーツ競技者の暑熱適応能力は必ずしも夏季に向上しないことが明らかになった。さらに練習時の環境条件(WBGT)は28を越える日が多く、夏季練習時における温熱ストレスの増加が示された。したがって、夏季スポーツ活動時間の増加による温熱ストレスの増加が疲労の蓄積や食事量の減少を導く可能性が考えられた。

以上の研究成果を総括すると、高温環境でも運動能力を最大限に発揮できるコンディショニングの要点は「夏季スポーツ活動時における温熱ストレスの軽減対策と望ましい栄養管理」であると結論した。

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11件)

Moyama S, Minami K, Yano M, Okumura M, Hayashi S, Takayama H, Yorimoto A, Relationship between dietary patterns

and brachial-ankle pulse wave velocity among middle-aged adults in Japan, Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 査読有, 26, 2017, 107-112

芳田哲也, 日本における熱中症予防研究, 日本生気象学会雑誌, 査読有, 52, 2015, DOI: 10.11227/seikisho

石井康晴, 澤井浩子, 芳田哲也, 小山恵美, 知的作業に適したリフレッシュ行動の検討-身体活動レベル, 精神状態, パフォーマンスとの関係について-, 人間生活工学, 査読有, 16, 2015, 43-50

Inoue K, Kume M, Yoshida T, Effects of lower limb cooling on the work performance and physiological responses during maximal endurance exercise in humans, Studies in Computational Intelligence, 査読有, 619, 2015, 795-800

吉中康子, 糸井亜弥, 山田陽介, 寄本明, 木村みさか, 高齢者における身体活動量と体力, 査読有, 19, 2015, 21-29

田原育恵, 松尾美智子, 村田美穂子, 辻広志, 南和広, 寄本明, 一般高齢者と要支援および要介護高齢者の飲水行動と熱中症対策の実態, 査読有, 介護福祉士, 20, 2015, 69-81

森井秀樹, 山下篤央, 久米雅, ベンチスロー・エクササイズの有効性について, 京都文教短期大学研究紀要, 査読有, 53, 2014, 131-134

山下篤央, 久米雅, 右近直子, 森井秀樹, リップジャンプの回転数が膝関節と股関節の角度変位に与える影響, 京都文教短期大学研究紀要, 査読有, 53, 2014, 135-138

Tsuiji M, Kume M, Tuneoka H, Yoshida T, Differences in the heat stress associated with white sportswear and being semi-nude in exercising humans under conditions of radiant heat and wind at a wet bulb globe temperature of greater than 28 °C, Int J Biometeorol, 査読有, 58, 2014, 1393-1402, DOI 10.1007/s00484-013-0722-3

辻道夫, 久米雅, 芳田哲也, WBGT 28 °C 以上の輻射環境下における四肢部露出の有無が運動時の温熱ストレスに与える影響, 日本生気象学会雑誌, 査読有, 51, 2014, 127-139,

<http://doi.org/10.11227/seikisho.51.127>

[学会発表](計 23 件)

寄本明, バレーボール選手の夏季合宿時における 1 日の水分および Na 出納, 日本スポーツ栄養学会第 3 回大会, 2016 年 7 月 1 日松山市総合コミュニティセンター(愛媛県・松山市)

久米雅, 夏季スポーツ活動時のパフォー

マンス低下や病的症状の出現要因, 第 71 回日本体力医学会大会, 2016 年 9 月 25 日, 盛岡市民文化ホール(岩手県・盛岡市)

久米雅, 大学スポーツ競技者における夏季スポーツ活動時のパフォーマンス低下や病的症状の自覚症状に与える性差の影響, 第 55 回日本生気象学会大会, 2016 年 11 月 5 日, 北海道大学(北海道・札幌市)

寄本明, ピロカルピンイオン導入法による汗中塩分濃度と熱中症リスクの関連性の検討, 第 55 回日本生気象学会大会, 2016 年 11 月 6 日, 北海道大学(北海道・札幌市)

古川僚一, 夏季スポーツ活動時のパフォーマンス低下と病的症状に与える日常生活及び練習状況の影響-大学スポーツ競技者を対象としたアンケートからの検討-, 第 29 回運動と体温の研究会, 2015 年 9 月 17 日, ホテルアバローム紀國(和歌山県・和歌山市)

寄本明, ボート選手の夏季漕艇練習時における発汗が 1 日の水分および Na 出納に与える影響, 日本スポーツ栄養学会第 2 回大会, 2015 年 7 月 5 日, 立命館大学(滋賀県草津市)

新矢博美, 女子大学生における基礎体温変動と生活習慣および歩数の関係, 日本スポーツ健康科学学会第 3 回大会, 2015 年 8 月 29 日, 相模女子大学(神奈川県・相模原市)

藤松典子, 運動時の脱水と尿色調, 尿量の関係, 第 70 回日本体力医学会大会, 2015 年 9 月 18 日, 和歌山県民文化会館(和歌山県・和歌山市)

長谷川洋祐, 高温環境下運動時における経口補水液摂取が深部体温上昇・脱水に与える影響, 第 54 回日本生気象学会大会, 2015 年 11 月 6 日, 中京大学(愛知県名古屋)

茂山翔太, 6 か月間における食物摂取パターンの変化が動脈ステイフネスに及ぼす影響, 第 69 回日本体力医学会大会, 2014 年 9 月 20 日, 長崎大学文教キャンパス(長崎県・長崎市)

久米雅, 高温環境における高校スポーツ競技者のコンディショニングに関するアンケート調査, 第 69 回日本体力医学会, 2014 年 9 月 19 日, 長崎大学文教キャンパス(長崎県・長崎市)

井上恵子, 温熱ストレスを軽減して有酸素性を維持できる至適筋温の検討, 第 69 回日本体力医学会, 2014 年 9 月 19 日, 長崎大学文教キャンパス(長崎県・長崎市)

寄本明, 運動選手の夏季合宿時における発汗が 1 日の水分および Na 出納に与える影響, 2014 年 10 月 24 日, 第 53 回日本生気象学会大会, 桐蔭横浜大学(神奈川県)

県・横浜市)

中島真美，女子学生における早期空腹時
安静時代謝の季節変動に与える運動習慣
の影響，第 53 回日本生気象学会大会，
2014 年 10 月 24 日，桐蔭横浜大学(神奈
川県・横浜市)

Inoue K, Determination of optimum
muscle temperature maintaining work
performance with attenuation of heat
stress in humans, ACIT2014, 2014 年 9
月 2 日，Kitakyushu International
Conference Center(福岡県・北九州市)

〔図書〕(計 2 件)

中井誠一，寄本明，間瀬知紀，下村雅
昭，新矢博美，南千恵，森博文，東山
書房，健康生活のための運動・スポー
ツ(改訂 3 版)，2015 年，215 ページ

6. 研究組織

(1) 研究代表者

芳田 哲也 (YOSHIDA, Tetsuya)
京都工芸繊維大学・基盤科学系・教授
研究者番号：00191601

(2) 研究分担者

寄本 明 (YORIMOTO, Akira)
京都女子大学・家政学部・教授
研究者番号：30132278

新矢 博美 (SHIN-YA, Hiromi)
京都女子大学・発達教育学部・教授
研究者番号：70201564

久米 雅 (KUME, Masashi)
京都文教短期大学・食物栄養学科・講師
研究者番号：70551993