

研究論文（実践研究）

# 入浴・保温による身体加温が 運動パフォーマンスに及ぼす影響

——（第一報）持久パフォーマンスおよび翌日の疲労に及ぼす影響——

関口 泰樹\*, 小野 太寛\*\*, 平川 和文\*\*\*

## Effect of Active Body Heating by Taking a Bath as a Conditioning Method on Exercise Performance :

### 1st Report : Effects on Endurance Performance and Muscular Fatigue Indices

Yasuki Sekiguchi\*, Takahiro Ono\*\*, Kazufumi Hirakawa\*\*\*

#### 要 約

高い運動パフォーマンスを発揮するためにはコンディショニングは非常に重要である。本研究の目的は、入浴・保温による身体加温方法が持久運動パフォーマンスおよび運動後の疲労軽減に及ぼす影響を検討することである。健康な男子大学生5名を被験者とし、持久運動パフォーマンスと運動直前と翌日の疲労の評価を行った。持久運動課題として、トレッドミル負荷漸増オールアウト運動を加温条件と非加温条件で行った。その結果、加温条件では非加温条件に比べ、持久運動パフォーマンスは向上の傾向が見られた。また加温条件では翌日のCK・LD値、主観的疲労度は低下し、最大筋出力は向上する傾向がみられた。これらの結果から、入浴・加温による身体加温は持久運動パフォーマンスおよび疲労の軽減に有効と考えられる。

キーワード：身体加温、持久運動パフォーマンス、疲労

\* Department of Kinesiology, University of Connecticut  
2095 Hillside Road U-1110, Storrs, CT 06269

\*\* 神戸大学大学院人間発達環境学研究所からだ系専攻  
〒657-8501 兵庫県神戸市灘区鶴甲3-11  
3-11 Tsurukabuto, Nada-ku, Kobe, Hyogo,  
657-8501 Japan

\*\*\* 京都学園大学健康医療学部健康スポーツ学科

〒621-8555 京都府亀岡市曾我部町南条大谷1番地1

Department of Health and Sports, Faculty of Health and  
Medicine, Kyoto Gakuen University  
1-1Nanryo-Ohtani, Sogabe, Kameoka-city, Kyoto Pref. 621-  
8555, Japan

受付日：2016年9月12日

受諾日：2017年2月9日

## Abstract

The purpose of this study was to make clear that the effect of active body heating by taking a bath on endurance performance and fatigue. 5 male university students were participated in this study as the subjects. They performed continuously gradual treadmill running test till exhaustion with body heating and non-body heating conditions. Body heating was performed by taking a bath of 42°C for 20 min and keeping body temperature with a bath towel after bathing. Heart rate, blood lactate, and running distance were measured during treadmill running. The values of CK, LD in blood at rest, maximal knee extension and flexion strength, and subjective fatigue index were also measured before the test and the next day. Running distance tended to be higher and fatigue at the next day tended to be lower in body heating condition. These results suggested that a conditioning method of active body heating before exercise is available to improve endurance performance and to protect fatigue.

Key words : Body Heating, Endurance Performance, Fatigue

## I. 緒 言

競技で高い運動パフォーマンスを発揮するには、身体的・心理的コンディションを整えて臨むことは極めて重要である。そのためのコンディショニングの方法として、長期・中期・短期のピリオダイゼーションにより試合にピーキングする方法が一般的である。短期のピーキングとして近年、身体を事前に加温することによって、運動パフォーマンスの向上や筋疲労を軽減するコンディショニング法が注目されている。

加温と運動パフォーマンス・筋疲労への影響に関する先行研究をみると、伊藤ら<sup>7)</sup>は運動2日前に身体加温を行った場合と行わなかった場合の、負荷漸増オールアウトテストのパフォーマンスを比較し、身体を加温することにより同一負荷時の血中乳酸の蓄積が減少し、非加温条件と比較して Onset of Blood Lactate Accumulation (OBLa) の速度と最大走行速度が有意に向上したことを報告している。三上ら<sup>13)</sup>は、マウスを運動群と加温+運動群の2群に分け、60分間の下り坂走を負荷し、ヒラメ筋と長指伸筋の回復時  $\beta$ -glucuronidase 活性とクレアチンキナーゼ (CK) 値を比較した。その結果両筋とも筋損傷程度は加温+運動群のほうが運動群より有意に低い値を示し、運動前の身体加温は筋損傷を抑制する効果があると報告している。さらに伊藤ら<sup>8)</sup>は、マウスの下肢筋を 42°C で加温した結果、加温しなかった場合に比べ、下肢筋のクレアチンリン酸および ATP の枯渇が遅延したと報告している。また中野ら<sup>15)</sup>は、身体加温の効果として、トレーニングに伴う筋線維肥大や筋損傷発生軽減効果だけでなく、筋の疲労耐性にも効果的であると述べている。その他、合宿練習時の疲労に関する研究

で<sup>7)</sup>、加温条件では血中疲労物質である総ケトン体・アセト酢酸・3-ヒドロキシ酪酸の有意な増加は認められなかったとの報告もある。これらの先行研究にみられるように、加温は運動パフォーマンスの向上や筋疲労の軽減に効果的であることが多く報告されている。

このような身体加温による運動パフォーマンスの向上や筋損傷の軽減は、加温による体内でのヒートショックプロテイン (HSP) の増加によると考えられている。HSP は 1962 年に、ショウジョウバエを高温環境下で飼育することによって増加するタンパク質として Ritossa らによって報告された<sup>19)</sup>。HSP は生物において、様々なストレスから自らを守るための生体防御タンパク質であると言われている<sup>7)</sup>。何らかのストレスで損傷を受けて構造異常を起こしたタンパク質を修復し、元の正常な細胞に戻すなどの効果があると報告されている<sup>8)</sup>。これらの効果により、HSP を予め身体に蓄えておくことで、運動による細胞の破壊を軽減し、回復を早めることができ、運動パフォーマンスの向上や筋疲労の軽減が図れるものと考えられる。上記先行研究では、事前に身体加温によって体内に HSP を発現させておくことで、損傷したタンパク質が修復され、骨格筋の損傷が抑制されると報告している。さらに、身体加温により骨格筋のみでなく、肝臓やその他の臓器・細胞にも HSP が増加することから、全身の疲労の軽減にも貢献し、これら総合的な効果により運動パフォーマンスの向上も期待できると考えられている。

HSP 増減の視点から、効果的な身体加温の方法についても研究されている。稲見らは<sup>3)</sup>、室温 50°C のガス遠赤外線低温サウナヒーターで身体加温を行った時、有意な HSP の増加を報告している。この時の、加温時平均

最高舌下温は37.8℃であった。伊藤ら<sup>8)</sup>は、遠赤外線装置などを用いて、全身を20~30分加温後、10~20分間保温するとHSPは増加すると報告している。この時舌下温は1~2℃の上昇であった。また伊藤<sup>9)</sup>は、加温方法として体表面温度を40~42℃に維持し、30分間行うことを提唱している。さらに伊藤<sup>7)</sup>は、加温2日後に体内のHSP量は最も増加すると報告している。このように、HSPは細胞レベルにおいては、3~5℃の温度上昇で増加<sup>13)</sup>、生体では加温方法、加温部位、加温時間で体温上昇の様子は異なるものの、全身加温では約38℃以上の体温上昇とその後の保温でHSPが発現することが報告されている<sup>7, 8, 22)</sup>。

以上、身体加温と運動パフォーマンスの関係、加温方法について概説したように、身体加温により運動パフォーマンスが向上するとの報告が多い。しかし、これらの加温方法は遠赤外線装置を使用している。遠赤外線装置は簡単に使用できる装置ではなく、一般的な加温方法として普及は難しい。そこで、どこの家庭にもあるお風呂を用いて同様の効果を得られないものかを明らかにすることは、現場の視点から極めて有用と考える。

本研究の目的は、大型の機械を用いずに身体加温を行う方法として入浴・保温による方法を用いて身体加温を行った場合に持久運動パフォーマンス向上と、運動後の疲労軽減に効果があるのかを検討し、運動前のコンディショニング方法としての入浴・保温による身体加温の有効性を検討することとした。

## II 方 法

### A. 被験者

被験者は、運動部に所属する健康な男子大学生5名である。彼らの年齢、身長、体重はそれぞれ22.4±0.5歳、171.1±5.1 cm、62.8±2.5 kgであった。彼らの競技種目はサッカーが4名、陸上競技が1名であった。被験者全員に研究の内容・危険性について説明し、参加の同意を得た。また、本研究は神戸大学大学院人間発達環境学研究倫理委員会の許可を得て実施した。

### B. 実験方法

運動負荷として、疲労困憊に至るまでの間欠的負荷漸増法によるトレッドミル走行を行った。被験者は各自に

よるW-upの後5分間休息し、続いて180 m/minの走行速度で3分間走行した後1分間休息した。その後速度を30 m/minずつ漸増して3分間の走行と1分間の休息を疲労困憊に至るまで繰り返した。疲労困憊の判定は、3分間の走行が持続できなくなった時点とした。そして、その時点までの積算走行距離を持続パフォーマンスとした。トレッドミルの傾斜は5%に固定した。このプロトコルは先行研究<sup>7)</sup>で用いられているものを用いた。このトレッドミルによる運動課題を、次項で述べる加温条件と非加温条件の2条件で行った。まず非加温条件で実験を行い、被験者のスケジュールの関係で一か月空いた後、加温条件での実験を行った。被験者には普段通りの生活を指示した。

運動課題中、心拍数(Polar RS800CK, Polar社)を5秒間隔で連続的に測定するとともに、安静時、間欠的休息時および疲労困憊時に血中乳酸濃度(Lactate Pro, 京都第一科学社製)および主観的運動強度(RPE)を測定した。

また、上記の運動課題前および翌日同時間帯に、安静時の血中CKおよび乳酸脱水素酵素(LD)値、膝角度90度時の等尺性膝伸展・屈曲最大筋力(BIODEX SYSTEM3, 酒井医療株式会社)、および視覚的アナログスケール(0~100)法による主観的疲労度の測定を行った。

### C. 加温方法

入浴・保温による身体加温の方法として、先行研究で30分程度の入浴加温と保温により舌下温が38℃前後になるとHSPが発現するとの先行研究<sup>3, 5)</sup>をふまえ、予備実験で入浴加温の条件を検討した。その結果、40~41℃程度のお湯に10分間入浴した後、お湯からあがり30分間厚めのタオルケットや布団で全身を包んでじっと座り身体を保温する条件で、入浴5分後の舌下温は37.8±0.3℃、入浴終了時は38.2±0.4℃、保温終了時は37.1±0.3℃と37~38℃を維持し、先行研究と同様な身体加温がなされることが認められた。

そこで本研究では40~41℃程度のお湯に10分間入浴した後、25分間厚めのタオルケットや布団で全身を包んで身体を保温する方法を採用した。加温は運動課題2日前に実施した。非加温条件では、運動課題3日前から入浴はせずにシャワーのみとした。加温条件においても

連続加温を防ぐため<sup>23)</sup>、運動課題の3日前および前日はシャワーのみとした。なお、両条件とも実験期間中特別な運動をすることなく、通常の身体活動のみとした。

D. 統計処理

すべての統計処理にはSPSS Ver. 11.5を用いた。統計量は平均値±標準偏差で示した。加温条件と非加温条件の比較は、対応のあるT検定で行った。また、各項目の条件内での比較は、対応のあるT検定、ならびに一元配置分散分析とTukeyの方法による多重比較を行った。有意水準は5%未満とした。

III 結 果

表1に、各被験者の加温条件と非加温条件のトレッドミルを用いた運動課題時の走行距離を示す。また図1に両条件の走行距離の平均値を示す。走行距離は被験者5名中4名において、加温条件で延長が認められた。両条件の比較では、加温条件では3490±453 m 非加温条件では3369±464 m と、有意ではなかったものの、加温条件において走行距離の延長がみられた。疲労困憊時の血中乳酸値・心拍数・RPEは、血中乳酸値は(非加温条件 vs 加温条件: 14.3±1.5 vs 14.1±1.9 mmol/l)、心拍

表1 各被験者の加温条件と非加温条件の走行距離 (m) の比較

被験者	非加温条件	加温条件
A	3410	3200
B	3941	3974
C	3600	3985
D	3195	3240
E	2700	3050
平均 ±S.D.	3369.2±463.7	3489.8±452.6

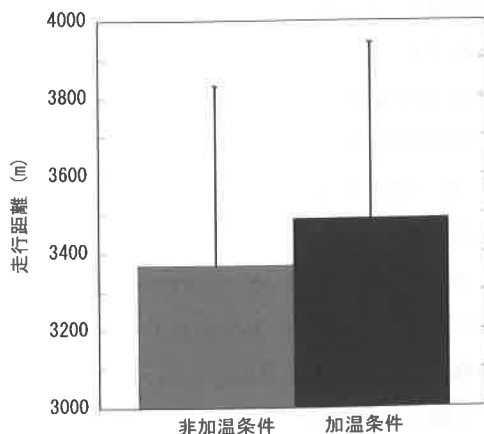


図1 両条件の走行距離の比較

数 (184±13 vs 182±8 bpm), RPE (20±0.4 vs 20±0.0) で、いずれも条件間に有意な違いは認められなかった。

図2に両条件の運動課題中の心拍数の推移を、図3に血中乳酸値の推移を示す。いずれも最大下および最大作業時に両条件間に有意な差は認められなかった。

表2に、両条件の運動課題前と翌日同時間帯の安静時血中CK値・LD値、等尺性膝伸展・屈曲最大筋力、および主観的疲労度を示す。CK値は、加温条件では運動課題翌日に減少する傾向がみられたが、非加温条件では運動課題前後でほぼ同様な値であった。LD値はCK値と同様な結果であった。運動課題翌日LD値においては、加温条件が非加温条件より有意 (p<0.05) に低い値を示した。

等尺性膝伸展・屈曲最大筋力は、伸展・屈曲いずれに

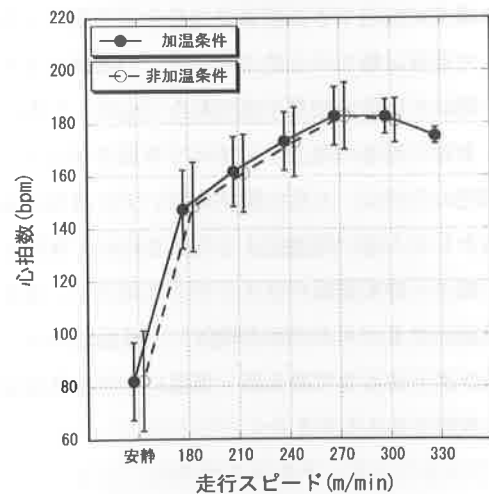


図2 トレッドミル走行時心拍数の比較

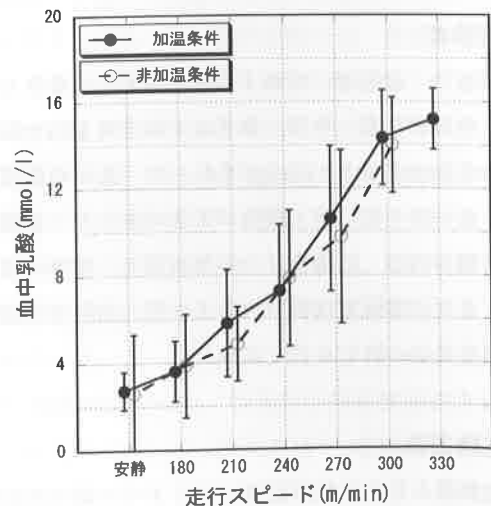


図3 トレッドミル走行時血中乳酸濃度の比較

表2 疲労に係わる測定項目の運動課題前と翌日の比較

測定項目	測定時	加温条件	非加温条件
CK 値 (U/L)	Pre-	284.0±239.4	208.0±127.5
	Post-	211.4±117.4	198.4±27.5
LD 値 (U/L)	Pre-	226.0±43.6	227.6±38.1
	Post-	215.4±30.8 <sup>†</sup>	232.0±22.6
膝伸展筋力 (Nm)	Pre-	122.3±24.4	146.3±34.9
	Post-	151.8±52.1	138.8±32.1
膝屈曲筋力 (Nm)	Pre-	55.0±7.3	61.8±12.0
	Post-	84.5±13.2 <sup>*†</sup>	58.5±7.2
主観的疲労度 (AU)	Pre-	27.2±13.1	17.8±17.0
	Post-	20.0±11.7	33.4±5.9 <sup>*†</sup>

Pre-: 運動課題前の結果

Post-: 運動課題翌日の結果

\*: Pre-と Post-間の有意差 (p<0.05)

†: 加温と非加温条件間の有意差 (p<0.05)

においても、加温条件が運動課題翌日に高い値を示し、屈曲では加温条件のほうが有意 (p<0.05) に高い値が認められた。

主観的疲労度は加温・非加温条件により変化が異なり、加温条件では運動課題翌日に減少傾向が、一方非加温条件では有意 (p<0.05) な増加が認められた。

#### IV 考 察

本研究の結果、負荷漸増によるトレッドミルオールアウト走行運動課題時の走行距離は、加温条件で延長したものの、非加温条件との間に有意な差は認められなかった (表1・図1)。効果のみられた被験者のうち2名は300 m 程の走行距離の延長、時間になると1分以上の走行時間の増加が認められた。疲労困憊時の血中乳酸量、心拍数、RPE は両条件ほぼ同様な値を示し、いずれの条件とも最大レベルまで努力した結果と考えられる。先行研究の加温方法は遠赤外線装置を用いたものであったが、今回は入浴・保温による加温方法を用いており、一般的な入浴方法でも遠赤外線装置と同様な効果が期待できる可能性が示唆された。

しかし本研究では、走行スピードと血中乳酸量との関係 (図3) において、最大下作業時の応答に両条件間に有意な差がみられず、加温による最大下同一負荷での血中乳酸量の減少を報告した先行研究とは異なる結果であった。このことは、本研究では加温により最大下の運動をより有気的エネルギー供給下で遂行できるようになる効果は認められなかったことになる。この理由は本研究では明らかにされなかったが、今回の身体加温条件が

先行研究程の効果が得られるコンディショニングではなかったか、被験者の数・個人差によるものと推察している。よって、本研究で示唆された走行距離の延長の可能性は、身体加温による運動後半の高強度運動でのエネルギー供給能の改善、あるいは筋ダメージの軽減によるパフォーマンスの延長の可能性があると推察される。

伊藤ら<sup>7)</sup>は、身体加温によって HSP が発現され、筋疲労 (pH の低下・酸素濃度の低下・虚血など) によって損傷されたタンパク質に HSP が結合し、タンパク質の構造異常が修復され、筋ダメージが軽減されると報告している。また、身体加温によって骨格筋のみでなく肝臓その他の細胞にも HSP が増加することから、全身の疲労の抑制にも効果的であると考えられ、これら総合的な影響により、パフォーマンスの向上につながると報告している。本研究では、入浴・保温によって HSP が発現したかは明らかでない。しかし、伊藤ら<sup>7)</sup>と同様な方法で実験した結果、走行距離が非加温条件に比べて延長される可能性を示したことから、さらに後述する運動課題前後の血中 CK・LD 値、筋出力、主観的疲労度の比較において、筋ダメージの軽減を示唆するような結果が得られていることから、入浴・保温による身体加温は持久パフォーマンスを完全には向上させるとは言えないものの、筋ダメージや筋疲労が軽減される可能性が示唆された。

本研究の結果、加温条件における運動課題翌日の CK・LD 値は、非加温条件よりも減少する傾向がみられた。CK 値は筋細胞の破壊によって値が上昇するため、筋損傷の指標とされている。LD 値は骨格筋・肝臓・心臓・腎臓・赤血球などの身体の様々な場所で生成され、激しい運動による筋損傷によって高い値を示し、筋肉や臓器の疲労を示す指標とされている。また、運動課題前後の等尺性膝進展・屈曲最大筋力をみると、加温条件が非加温条件よりも運動課題翌日に高い値を示し、さらに、主観的疲労度においても、翌日に加温条件では非加温条件に比べて有意に低い値を示し、これら血液性状、筋出力、疲労度の比較からも、入浴・保温による身体加温は筋ダメージを軽減・抑制する効果があるものと推察される。

三上ら<sup>12)</sup>は、運動前の身体加温は運動後の筋損傷を抑制すると述べている。また、佐賀ら<sup>20)</sup>は高い筋温により誘導された HSP が、機械的なストレスによる筋損傷の予防や早期の修復によって筋痛や筋機能の低下の軽減に

寄与する可能性を報告している。これらの先行研究も含めて、適切な加温（入浴も含む）は筋に対するダメージを抑制・軽減するものと推察される。

本研究は、身体加温により体内に HSP が発現し、筋疲労・筋ダメージを抑制するという先行研究の知見を基に、身体加温方法を一般に応用可能な入浴と保温により実施し、それが持久運動パフォーマンスおよび筋・全身の疲労に及ぼす影響を検討した。パフォーマンスとしての走行距離は身体加温により延長したものの、有意ではなかったことは、被験者数、入浴・保温による体温推移および持続時間の妥当性、日々のトレーニング、入浴・保温のタイミング等の要因が考えられる。また、両条件の実験がランダムに行われなかったことや両条件でも実験日の間隔が空いたことも含め、これらの項目は本実験の研究限界である。しかし、本研究の結果より身体加温による持久運動パフォーマンスの向上と筋ダメージの軽減の可能性が示唆されたことは、入浴・保温によるコンディショニングとして有効であると考えられる。

## V まとめ

本研究は、入浴・保温による身体加温が持久運動パフォーマンスおよび筋ダメージ・筋疲労の抑制に及ぼす影響を検討するために行った。運動部に所属する健康な男子大学生 5 名を被験者とし、加温条件と非加温条件でトレッドミルオールアウト走行運動課題時の走行距離・血中乳酸値・心拍数、運動課題前および翌日に CK 値・LD 値、等尺性膝伸展・屈曲筋力、主観的疲労度を測定し比較・検討した。その結果、走行距離には両条件間に有意な差はなかったものの、入浴・保温による身体加温は持久運動パフォーマンスを向上させる傾向が認められた。また、運動課題翌日の CK・LD 値、等尺性膝最大筋出力、主観的疲労度は、身体加温により筋ダメージ・筋疲労が軽減・抑制される可能性が示唆された。以上より、入浴・保温による身体加温は、持久運動のコンディショニング方法として有用であることが推察された。

最後に、本卒業研究を行うに辺り、ご指導頂いた神戸大学大学院人間発達環境学研究科（当時）平川和文教授ならびに神戸大学発達科学部・人間行動学科・運動処方論研究室の皆様にご感謝申し上げます。

## 文 献

- 1) Clarkson PM, Hubal MJ: Exercise-induced muscle damage in humans, *Am J Phys Med Rehabil*, 81 (11): S52-S69, 2002.
- 2) Clarkson PM, Nosaka K, Braun B: Muscle function after exercise induced muscle damage and rapid adaptation, *Med. Sci. Sport Exec.*, 24: 512-520, 1992.
- 3) 稲見崇考, 伊藤要子, 大須賀友晃, 井上雅之, 宮川博文: マイルド加温（温熱ストレス）が筋力増強訓練の短期効果に及ぼす影響, *日本臨床スポーツ医学会誌*, 18 (3): 428-434, 2010.
- 4) 伊藤要子: マイルド加温による HSP の誘導とストレス耐性, *日本温泉気候物理医学会雑誌*, 73 (1): 27-28, 2009
- 5) 伊藤要子: プレコンディショニングとしてのストレスタンパク (HSP70) —— Heat (加温) と Exercise (運動) のすすめ ——, *放射線生物研究*, 37 (4): 431-445, 2002.
- 6) 伊藤要子: 全身加温による運動能力の向上: 温熱療法により誘導される HSP70 を利用した温熱トレーニング, *日本温泉気候物理医学会雑誌*, 58 (1): 28-29, 2004.
- 7) 伊藤要子, 小川耕平, 田澤賢次, 中野雅則, 一本木真也, 風岡宜暁, 石口恒男: マイルド加温により誘導される HSP70 による運動能力の向上, *日本臨床生理学会雑誌*, 38 (1): 13-21, 2008.
- 8) 伊藤要子, 田澤賢次, 和田重人, 古谷由香里, 八塚美樹, 安田智美, 吉井美穂, 小川耕平, 田澤賢一, 大野日佐太: Induction of Hsp70 in Lymphocytes by whole body Far-infrared Hyperthermia, *日本ハイパーサーミア学会誌*, 21 (4): 209-220, 2005
- 9) 伊藤要子, 山田芳彰, 本多靖明: マイルド加温, 運動によるヒートショックプロテイン (HSP70) の誘導とストレス防御, *日本リハビリテーション医学会*, 48 (1): 15-20, 2011.
- 10) 北田耕司, 田巻弘之, 芝山秀太郎, 倉田博: 収縮状態における疲労時の筋硬度変化, *日本体力医学会*, 42 (6): 590, 1993.
- 11) 小坂光男, 山根基, 加藤貴英, 小粥隆司, 松本実, 塚中敦子, 大西範和: ストレス蛋白 (HSP70) が運動による筋損傷・筋疲労の修復に及ぼす影響, *中京大学体育学論叢*, 45-2: 77-79, 2004.
- 12) 三上俊夫, 太田成夫: 運動前の身体加温は運動時の骨格筋損傷を抑制するか否か —— 熱ショックタンパク質 70 (HSP70) の発現からの検討 ——, *デサントスポーツ科学*, 24: 145-152, 2003.
- 13) 三上俊夫, 反町誠, 山内秀樹: 運動前の熱ストレスによる HSP70 の増加は運動時の筋損傷を抑制する, *日本体力医学会*, 51 (6): 585, 2002.
- 14) 内藤久士: 身体活動とストレス蛋白質, *日本臨床*, 58: 97-101, 2001.
- 15) 中野治郎, 沖田実, 片岡英樹, 坂本淳哉: 筋力増強 温熱刺激による筋力増強, *理学療法*, 24 (7): 954-959, 2007.
- 16) 西園秀嗣: スポーツ選手と指導者のための体力・運動能力測定法, 大修館書店, 東京, 2004.
- 17) 野坂和則: 筋温上昇による熱ショックタンパク質の発現と筋損傷・筋肉痛の予防効果, *デサントスポーツ科学*, 24: 23-30, 2003.
- 18) 小川耕平, 田澤賢次, 吉井美穂, 伊藤要子, 山地啓司, 北条直美, 井口文雄: 予備加温による Heat Shock Protein (HSP) の誘導と運動パフォーマンスの関係, *日本体力医学会*, 51 (6): 623, 2002.

- 19) Ritossa, FM: A new puffing pattern induced by temperature shock and DNP in *Drosophila*, *Experientia*, 18: 571-573, 1962.
- 20) 佐賀典夫, 内藤久士: プレコンディショニングとしての温熱処置が骨格筋に与える効果, *体育の科学*, 63(1): 59-63, 2013.
- 21) 鈴木由紀子, 小西由里子, 山本利春, 大道等: 運動に伴う関節可動域の変動と筋硬度との関連性. *日本体力医学会*, 47(6): 704, 1998.
- 22) 滝山将剛, 小川耕平, 伊藤要子, 田澤賢次: レスリング選手における加温と運動能力の関係~加温前と加温2日後の運動能力の変動~, *国士舘大学体育研究所報*, 22: 1-5, 2003.
- 23) 田沢賢次, 伊藤要子: 運動能力アップの新技术法, *生活情報センター*, 東京, 2005.
- 24) Warren GL, Lowe DA, Armstrong R.B: Measurement tools used in the study of eccentric contraction-induced injury. *Sport Med.*, 27: 43-59, 1999.
- 25) Weich WJ: Mammalian stress response, cell physiology, structure-function of stress protein and implications for medicine and disease. *Physiol.*, 71: 1063-1081, 1992.
- 26) 湯浅敦智, 吉田英樹: 運動前の温熱刺激が筋疲労耐性に与える影響, *理学療法*, 27(6): 623-627, 2007.