

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年 5月 27日現在

機関番号：32616

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2011～2012

課題番号：23700779

研究課題名（和文） ストレスタンパク質発現による疲労回復効果の解明と効率的な筋力発揮の可能性

研究課題名（英文） Effects of fatigue recovery by HSP expression and possibility of effective muscular strength.

研究代表者

和田 匡史（WADA TADASHI）

国土館大学・理工学部・准教授

研究者番号：00320101

研究成果の概要（和文）：スポーツ選手における身体加温がサーカディアンリズムに与える影響を調べ、疲労回復に貢献するかどうかを調べた。被検者に生活習慣記録機（ライフコーダ GS、スズケン社製）を入浴時以外常に装着させ1週間記録し、睡眠-覚醒リズムの分析を行った。スポーツ選手の全身浴による入浴（温水温度：42℃、10分間）はシャワーによる入浴（温水温度：42℃）よりも、睡眠時間の改善、睡眠潜時の短縮と睡眠効率を向上させる結果が得られた。これは全身浴による身体加温によって体内のストレスタンパク質が高められ、睡眠による疲労回復を向上させた可能性が考えられた。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to examine the effect of different types of bathing on responses to sleep in colligate competitive swimmers. Twelve healthy colligate competitive swimmers were participated in this study. The subjects were taken two different types of bathing; whole body immersion bathing (WBIB) and shower bathing (SB). The water temperature of both bathing was 42 degrees Celsius. To measure the sleep-wake cycle, accelerometers (Lifecorder GS, SUZUKEN, Japan) was used. The sleep-wake data were analysed by circadian rhythm analysis software (SleepSign Act, KISSEI COMTEC, Japan). Analysed a sleep variables were time in bed (TIB), sleep period time (SPT), total sleep time (TST), wake time after sleep onset (WASO), sleep efficiency (SE), sleep latency (SL), time of sleep onset, time of wake onset, and bed out latency (BOL). SL was significantly shorter ($p < .05$) in WBIB than that in SB. SE was significantly higher ($p < .05$) in WBIB than that in SB. SPT was significantly longer ($p < .05$) in WBIB than that in SB. Therefore, these results suggest that as WBIB could raise body core temperature enough, this hyperthermia may cause a deep sleep. The sleep after the WBIB seems to be extremely useful in the recovery from fatigue.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学

キーワード：睡眠、加温、ストレスタンパク質、スポーツ

1. 研究開始当初の背景

スポーツ活動は、人間の身体動作の上限であるといえる。オリンピックの金メダリストも国内大会レベルの選手もパフォーマンス

を向上させるために、毎日自分自身の身体に高強度の負荷を課してトレーニングを行い、その効果によって大きな筋力を発揮できるようになり、またより長くより速く移動でき

るようになる。スポーツで身体を動かすことは、日常生活レベルより数倍の負荷が全身に課せられる。この高強度な動きを可能にするためには、鍛えられたからだ（かたち）の保持と、それを有効に使うための神経系や筋系の活動（機能）がスムーズに遂行されなければならない。つまり、人間は動かなければスポーツどころか生活することも困難になるが、動けば徐々に疲労が蓄積し動きが鈍くなる。この疲労を軽減する行動として睡眠がある。人間は質の良い睡眠を取り、疲労を取り除かないと高めた能力を十分に発揮することもできなくなってしまうのである。

スポーツ選手について、運動や加温によって予め Heat Shock Protein (HSP: ストレスタンパク質) を高め、生体へストレスを与えたときのストレスタンパク質発現と生体リズムの関係を観察した研究は今までにほとんどみられない。高強度な負荷を課してトレーニングを行うスポーツ選手にとって、トレーニングによる運動ストレスを課す前に予め高めたストレスタンパク質の生体への貢献を明らかにすることは、身体の状態を効率よく疲労から回復させ、より多くのトレーニング効果を獲得することができるようになると考えられる。

2. 研究の目的

これまで動物実験において胃粘膜保護剤として使用されている薬品 geranylgeranylacetone (GGA) によってストレスタンパク質を予め過剰発現させ、断眠ストレスに対してレム睡眠のリバウンドや深部体温上昇の抑制などに効果があることを知られている。ヒトについて HSP を過剰発現させたときのストレス耐性はまだ明らかにされていないため、運動および加温などの外部刺激によって HSP を高め、一般人およびスポーツ選手の生体へ課されるストレスに対する回復効果の解明および効率的な筋力発揮の可能性について調べることを目的とした。

3. 研究の方法

被検者は、健康な大学生競泳選手 4 名とする。本実験では、睡眠前にシャワー入浴（温水温度：42℃）または 10 分間の全身浴（温水温度：42℃）を別々の日程で行わせ、睡眠・覚醒リズムについて調査した。睡眠・覚醒状態は、生活習慣記録機「ライフコーダ GS」（スズケン社製）を用いて測定を行った。睡眠・覚醒の解析には、Sleep Sign Act Software（キッセイコムテック社製）を用い、ライフコーダで記録された身体活動データ（加速度センサから得られた運動強度を 10 段階で判定）から睡眠・覚醒状態を判別した。就床時間と離床時間は、ライフコーダのイベントボタンを被検者に押させて記録した。解析デー

タから、睡眠・覚醒状態、睡眠時間、睡眠潜時、覚醒時間、中途覚醒回数、睡眠効率、1 日の歩数や消費カロリー（基礎代謝量＋運動量＋微小運動量）を取得する。

測定の期間は 1 週間で 24 時間（入浴時以外）ライフコーダを腰に装着する。はじめの 3 日間はシャワー入浴を実施し、後半の 4 日間は 10 分間の全身浴を行わせた（いずれも温水温度は 42℃）。

分析対象は、睡眠時間、眠るまでの時間（睡眠潜時）、睡眠中に起きた回数（中途覚醒回数）、睡眠効率とした。測定結果は、すべて平均値と標準偏差で表した。

4. 研究成果

睡眠時間は、全身浴のときの方がシャワー入浴よりも平均で約 20 分長く眠ることができている。睡眠時間が 4 時間ほどなのは被検者が水泳選手のため、早朝練習を行っていること、昼間に睡眠をとっていることから一般人に較べて少ない時間となっている。眠るまでの時間（睡眠潜時）は、全身浴のときの方がシャワー入浴よりも早く眠りにつくことができている。全身浴はシャワー入浴よりも、しっかりと身体全体を温めることができ、睡眠は上昇した体温が低下するときに始まるという特性があるため、全身浴によって上昇した体温が入浴終了後低下してより早く睡眠に入ることができたと考えられた。一方、シャワー入浴では、十分な体温の上昇を得ることができなかつたため眠りにつくまでに時間を要したと考えられる。睡眠中に起きた回数は、全身浴のときのほうがシャワーのときよりも多く起きている。睡眠効率は、全身浴のときのほうが高くしっかりと深い睡眠がとれている。シャワーのときは平均 50% とあまり良い睡眠がとれていないことがわかる。

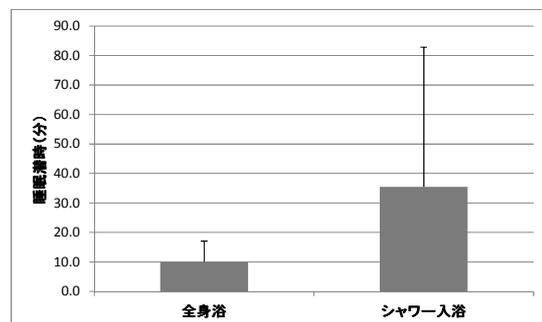


図 2 睡眠潜時の比較

現代は 5 人に 1 人が睡眠に関する悩みを持っているといわれ、不規則な生活により睡眠の質が下がる一方である。現代人の睡眠につ

いて、身体を疲労から回復させるためにより良い睡眠をとることが重要であるが、睡眠は様々な生活習慣の影響を受けると考えられる。本研究では、習慣的に行っている入浴について、入浴による身体加温が睡眠に与える影響に焦点をあて、10分間の全身浴(42℃)とシャワー入浴のみを実施した時、その後の睡眠・覚醒リズムにどのような影響を与えるのかを調べた。その結果、全身を温水(42℃)中に浸す全身浴は、シャワー入浴に比べて、睡眠時間の延長、眠りにつくまでの時間が短く、睡眠効率も良い結果が得られ、疲労回復に有効であると考えられた。

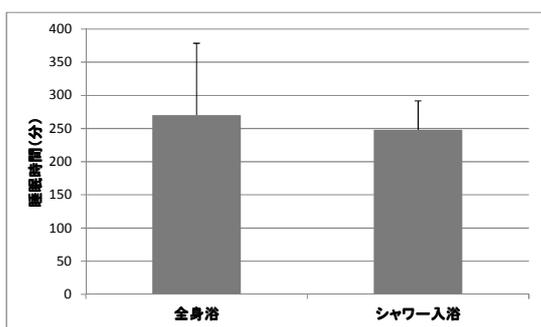


図3 睡眠時間の比較

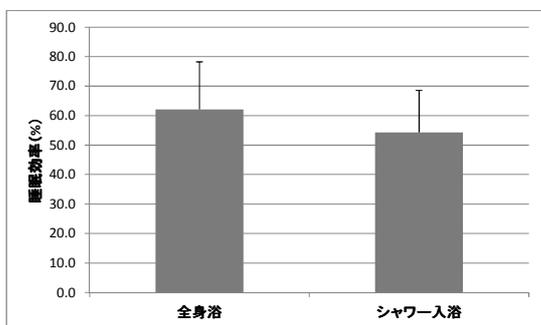


図4 睡眠効率の比較

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 10 件)

- ① Tadashi Wada, Noriyuki Yamamoto, et al (6 名, 1 番目): Relationship between sleep and bathing in college competitive swimmers. J. Sci Med Sport, 15(6): p.167, 2012. 査読有.
- ② Noriyuki Yamamoto, Tadashi Wada, et al (9 名, 9 番目): Joints angle, moment and muscle activity during Nordic Walking compared to walking. J. Sci

Med Sport, 15(6): pp.14-15, 2012. 査読有.

- ③ Yoshimitsu Shimoyama, Tadashi Wada, et al (4 名, 4 番目): Metabolic Profile of Moderate - intensity Interval Swimming. J. Sci Med Sport, 15(6): p.175, 2012. 査読有.
- ④ Tadashi Wada, Noriyuki Yamamoto, et al (7 名, 1 番目): Changes in the postural sway in elite synchronized swimmers. J. Biomech. 2011. 査読有.
- ⑤ Noriyuki Yamamoto, Tadashi Wada, et al (5 名, 5 番目): The comparison with dynamic motion and static postural control in obese and normal female children. J. Biomech. 2011. 査読有.
- ⑥ 和田匡史、大石健二、佐藤孝之、山本憲志、新宅幸憲、松本高明: 重心動揺解析によるエリートシンクロナイズドスイマーのバランス能力. 国士舘大学理工学部紀要, 4: pp101-105, 2011. 査読有.

[学会発表] (計 10 件)

- ① Tadashi Wada, Noriyuki Yamamoto, et al (6 名, 1 番目): Relationship between sleep and bathing in college competitive swimmers. Australian Conference of Science and Medicine in Sport, 11. 1. 2012, Sydney, Australia.
- ② 和田匡史、山本憲志: 身体加温がサーカディアンリズムに与える影響. 平成 24 年電気学会 電子・情報・システム部門大会. 2012, 弘前.
- ③ Noriyuki Yamamoto, Tadashi Wada, et al (5 名, 4 番目): Effects of walking exercise on the posture control and mental condition during pregnancy. American College of Sports Medicine 58th Annual Meeting, 2011, Denver, Colorado, USA.
- ④ Tadashi Wada, Noriyuki Yamamoto, et al (7 名, 1 番目): Changes in the postural sway in elite synchronized swimmers. International Society of Biomechanics XXIII Congress, 2011, Brussels, Belgium.
- ⑤ Takahito Tago, Michiyoshi Ae, Tadashi Wada, et al (5 名, 5 番目): Movement of the center of mass of the body for fastball and curve ball hitting in baseball batting. International Society of Biomechanics XXIII Congress, 2011, Brussels, Belgium.
- ⑥ Kentaro Takahashi, Tadashi Wada: A comparison of uphill walking on a treadmill and on overground.

International Society of Biomechanics
XXIII Congress, 2011, Brussels,
Belgium.

〔図書〕(計2件)

- ① 和田匡史：スポーツサイエンスアナトミ
ー、塩田清二、竹ノ谷文子 編著、丸善
株式会社、2013、印刷中。
- ② 和田匡史：1回5秒でお腹が凹むスクイ
ーズトレーニング、松井薫、永岡書店、
2011.

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

和田 匡史 (WADA TADASHI)
国士舘大学・理工学部・准教授
研究者番号：00320101

(2) 研究分担者

なし

研究者番号：

(3) 連携研究者

なし