

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 22 日現在

機関番号：25406

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23650390

研究課題名(和文) 昼食後の短時間仮眠がその後の運動パフォーマンスに与える効果に関する研究

研究課題名(英文) The effects of short time sleep on the exercise performance and its related basic physiological functions

研究代表者

福場 良之 (Fukuba, Yoshiyuki)

県立広島大学・人間文化学部・教授

研究者番号：00165309

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円、(間接経費) 840,000円

研究成果の概要(和文)：昼食後の眠気による作業効率低下対策として知られている短時間仮眠が、その後の運動パフォーマンスやそれを支える基礎的な生理機能に与える効果について、包括的かつ実践的な検討を行った。結果として、1) 昼食後に睡眠ステージ2までの浅い短時間仮眠(napと呼ばれ、10-20分程度)をとると、覚醒したまま安静で過ごすよりも、スポーツ競技時に必要と想定される脳の情報処理能力や視力に正の効果がありそうであること、2) 昼食後に睡眠ステージ4まで含む1時間程度のより深い仮眠をとると、安静やnapをとる過ごし方よりも、無酸素性最大発揮パワーに正の効果がありそうであること、の2点が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The short time sleep after the lunch (i.e. nap, 10-20 min shallow sleep) is well known to prevent the declines of work efficiency and arousal level in office workers and drivers. In this study, we examined the effect(s) of short time sleep on the exercise performance and its related basic physiological functions and capacities such as visual acuity, arousal level of the brain, reaction time, nociceptive threshold of the skin, taste sensation, and subjective symptom. The results from the basic and practical experiments indicated that; 1) the nap (less than 20 min with stages 1 and 2) showed some positive effects on information processing system in the brain and visual acuity, and 2) a more long time and deep sleep (i.e. approximately one hour including stages 3 and 4), rather than rest and/or even nap, might have the positive effects on short-term maximal anaerobic power (estimated by the standard test using by the cycle ergometer) and kinetic vision.

研究分野：健康・スポーツ科学

科研費の分科・細目：スポーツ科学

キーワード：トレーニング科学 短時間仮眠 無酸素性最大運動能力 情報処理能力 反応時間 視力

1. 研究開始当初の背景

労働現場を中心とした午後の眠気対策としての午睡の効果に関しては、すでに多くの研究であり、一般的に、10-20分程度の短時間仮眠(通常、"nap"と呼ばれ、睡眠ステージ1・2までの浅い睡眠)をとることで、その後の眠気の抑制のみならず、疲労の軽減、脳の情報処理能力の向上などを引き起こすことが知られている(例えば、堀 編著「睡眠心理学」,2008)。また、最近の研究では、napは記憶能力向上にも寄与するとされ、高齢者の認知能への正の効果も含め、午後のオフィスワーカーやドライバーの作業効率、安全性への恩恵的效果が指摘されつつある(Lahlらの総説,2008)。すでにオーストラリアでは、ドライバーへの啓蒙活動として午後の短時間仮眠が行政的にも推奨され、"power-nap"と呼ばれ、普及しつつある。

一方、全日本学生選手権出場レベルにある某大学の水泳部では、トップレベルな選手ほど、昼食後に仮眠をとってから午後のレースに臨むという(私信)。従って、スポーツにおいても、例えば午前中に予選があって、その後、昼食を挟んで午後~夕方に本選があるような場合、昼食後に nap のような仮眠をとると、何らかの正の効果をもつ可能性があるが、スポーツパフォーマンス、あるいはそれを支える基礎的な能力や生理機能に与える効果に関する実験的な研究は、ほとんど見当たらないのが現状である。

2. 研究の目的

そこで、本研究では、以下の2点を明らかにする目的で、実験を行うこととした。

(1) 昼食後の短時間仮眠が、運動を支える基礎的な能力や生理機能へ及ぼす影響を検討する。

(2) 午前中に予選、午後に本選があるような実際の競技を想定した条件を人為的に模擬し、午後の運動パフォーマンス、ならびにそれを支える基礎的な能力や生理機能に対する短時間仮眠の効果について検討する。

3. 研究の方法

(1) 昼食後の短時間仮眠が脳の情報処理能力および視力に与える影響に関する研究

被験者は健康な若い男性10名で、実験は静寂な恒温室で行った。被験者は実験環境への適応と、PCによるタスク処理能力を測定する作業に慣れるため、事前に十分な予備実験を行った。本実験のプロトコルを図1に示す。被験者は午前11時から実験に参加し、脳の情報処理能力を評価するための10分間を1セットとしたタスク処理(「メモリーサーチ課題」: PCを用いた数字の短期記憶を測るプログラム、その詳細は本項の末尾で説明)を3セット続けて行った。12時から昼食(471 kcal, P:8.6g, F:7.7g, C:90.2g)をと

り、12時40分から午前と同様なタスク処理を3セット行った。その後、13時30分から被験者は、nap条件: 静寂、低照度にした部屋のベッドで横になって、20分以内のnapをとる条件、rest条件: 同時間帯に椅座位で安静状態を保つ(ジグソーパズルを行う)条件、のいずれかを行った。napあるいはrestを行った後、14時10分からタスク処理3セットを2回繰り返して行った。また、プロトコル全体を通して、3セット連続のタスク処理や昼食、napといったイベントの前後では、主観的な眠気や集中力といった自覚症状をVAS(Visual Analogue Scale)で、加えて疲労自覚症状調べ、ならびにSTAI(State-Trait Anxiety Inventory)を調べた。同じタイミングで、静止視力、動体視力も測定した。nap中は脳波を測定し、その睡眠ステージを同定し、nap(睡眠ステージ1・2)であったかどうかを実験後に判定した。各被験者は、napあるいはrestの2条件を平均2週間の間隔をあけてランダムな順序で行った。

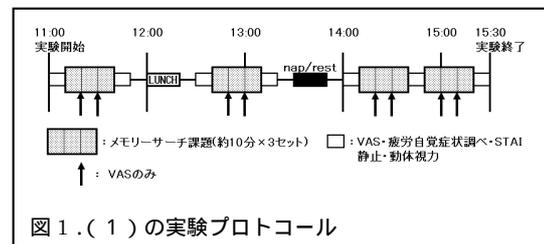


図1.(1)の実験プロトコル

メモリーサーチ課題とは、PC画面上に、1秒間表示された3つの数字を覚え、その後2.5秒間表示される8つの数字の中に、覚えた3つの数字が含まれるか否かを判断し解答するものである。課題は、1セット150試行で、3つの数字に対する8つの数字の一致率は80%に設定した。結果として、含まれていることを正答した比率をHit rate、含まれていないことを正答した比率をCorrect rejection rate、時間内に解答できなかった試行数をLapse numberとして算出し、タスク処理能力の指標とした。

(2) 昼食後の仮眠が運動パフォーマンスとスポーツを支える基礎的な能力・機能に与える影響に関する研究

実験開始前、被験者候補の若い男性(レクリエーションレベルの運動習慣を有する者)14名に、睡眠を中心とした一週間の行動を記

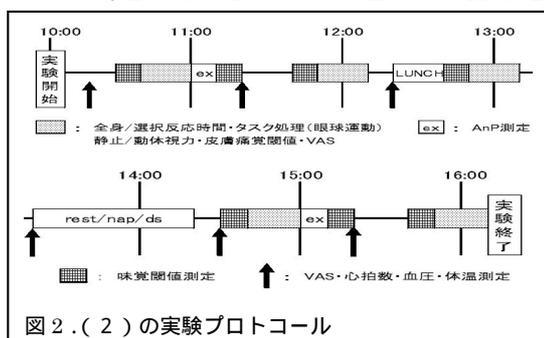


図2.(2)の実験プロトコル

録してもらい、その結果、規則正しい生活(睡眠-覚醒サイクル、ならびに覚醒中の行動パターン)を有している者を本実験の被験者(9名:20~26歳)とした(AnP [以下に説明]測定については8名)。実験環境と、PCや自転車エルゴメータ等による測定項目の手順に慣れてもらうため、事前に十分な予備実験を行った。本実験のプロトコルを図2に示す。測定項目は、運動パフォーマンスの指標として、自転車エルゴメータによる無酸素性最大発揮パワー(AnP:10秒間の全力漕ぎを2分間隔で3回繰り返すことにより推定される、短時間最大無酸素性運動能力の代表的な指標)を、午前11時と午後3時に測定した。基礎的な能力として、音知覚入力から飛び上がり動作出力に至る全身性の単純反応時間と光刺激(3色)から指動作に至る選択反応時間、周辺視・跳躍視・瞬間視・追従視の各眼球運動能力を評価するためのPCでのタスク処理能力(正答率で評価)、さらにより基礎的な生理機能の指標として、静止ならびに動体視力、感覚閾値として皮膚痛覚と味覚(甘味・塩味・酸味)を取り上げ、測定した。また、主観的な眠気や集中力といった自覚症状をVAS(Visual Analogue Scale)で調べ、心拍数・血圧・体温といった生理指標も加えて測定した。

被験者は前日から普段通りの睡眠(平均:7.4時間)をとった後に、10時から実験に参加し、16時10分に終了した。上記の測定項目は、それぞれ図2に示した時点で測定した。被験者は12時20分から昼食(448 kcal, P:11.5g, F:14.8g, C:62.8g)をとり、13時20分から、rest条件:椅座位で1時間の覚醒状態を保つ(テレビ、本などを見て過ごす)条件、nap条件:最初の40分間はrest条件と同様な覚醒状態を保ち、最後の20分間は静寂・低照度な部屋のベッドで横になってnapをとる条件、ds条件:napと同条件のベッドで1時間の深い睡眠をとる条件、のいずれかを行った。nap/ds中は脳波を測定し、その睡眠ステージの経時変化を実験後に判定した。rest/nap/dsの3条件は、ほぼ1週間の間隔をあけてランダムな順序で行った。

#### 4. 研究成果

##### (1) 昼食後の短時間仮眠が脳の情報処理能力および視力に与える影響に関する研究

被験者全員の nap 中の睡眠(平均睡眠時間:19.5分)の質は、睡眠ステージ3もわず

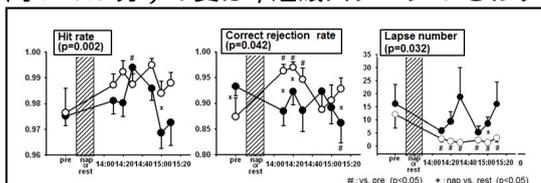


図3 .nap/rest条件後のタスク処理能力の時間推移(平均±S.E.表示)

かに含まれた者が1名はいたものの、ほとんどは睡眠ステージ1・2であり、napをとっていたことが確認された。タスク処理能力、視力、VASなど測定した全ての項目において、napあるいはrestをとる以前の時間帯(11:00-13:30)では、それぞれで2条件間に有意な差はみられなかった。napをとった後はrest条件と比較して、VASにおいては眠気、だるさが有意に減少し、頭の冴え、やる気、集中力が有意に増加した。動体視力においては、2条件間に有意な差は認められなかったが、静止視力はrest条件と比較してnapをとった後に改善する傾向(p=0.10)がうかがわれた。タスク処理能力においては、Hit rate, Correct rejection rate, Lapse numberのいずれの指標においても、nap/rest後に有意な2条件間の差異が認められ、課題の成績は、おおむね nap条件の方が良い結果であった(図3、○:nap, 黒丸:rest。また各測定指標の中のp値は、分散分析の結果、条件効果としてえられた値を示す)。結果は、スポーツパフォーマンスを支える基礎的な能力や生理機能に対する仮眠(nap)の効果について明らかにすることを目的とした研究の第一歩として、スポーツ競技時に必要と思われる、脳の覚醒水準(情報処理能力)や視力に正の効果がありそうであることを示唆し、極めて意義深いものであった。

##### (2) 昼食後の仮眠が運動パフォーマンスとスポーツを支える基礎的な能力・機能に与える影響に関する研究

睡眠の質の解析結果は、nap条件ではほぼ全員、睡眠ステージ1・2を示した(ステージ1・2の総時間:平均で17.4分)。ds条件では、全員少なくとも1回は睡眠ステージ3・4に到達しており、熟睡に至っていたことが確認された(ステージ3・4の総時間:平均で32.8分)。AnPは、午前中の測定では、3条件間に有意な差が認められなかった。午後のAnPは、rest後、午前中と比較して低下傾向にあった(p=0.06)。そこで、午前のAnPを基準として午後のrest/nap/ds後の相対的变化を求めてみると、ds条件の変化率(102.0±3.8%)は、rest条件(96.6±4.7%)と比較して有意に高値であった(図4)以下、

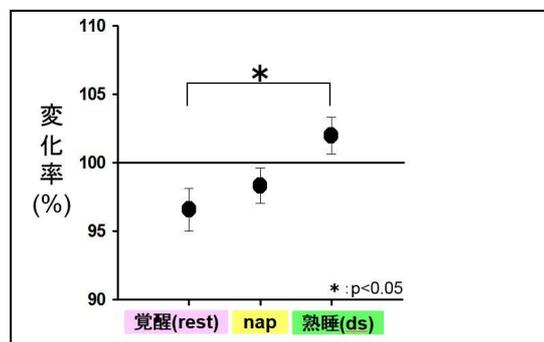


図4. 覚醒(rest), napあるいは熟睡(ds)によるAnPへの効果(変化率:午前のAnPに対する午後のAnP)(平均±S.E.表示)

午睡の3条件の前後における主な結果を記すと、VASにおいては、ds後で眠気が有意に改善したが、rest後では集中力が有意に低下した。全身反応時間では3条件共に有意な変化はなかった。選択反応時間では、ds後にむしろやや遅くなる傾向がうかがわれた(p=0.10)。4種類の眼球運動能力を評価するタスク処理の正答率は、3条件共に有意な変化はなかった。動体視力は、nap後に有意な改善があった。皮膚痛覚においては、rest後に、閾値の有意な低下が認められた。本研究の結果は、このような若い男性においては、napよりもむしろ、深い睡眠ステージを含むより長い時間の午後の仮眠(ds)が、その後のスポーツパフォーマンスに何らかの正の効果を与える可能性を示唆した。

以上の結果から、1)睡眠ステージ2までの浅い短時間仮眠(nap)をとると、覚醒したままで安静にするよりも、スポーツ競技時に必要と想定される脳の情報処理能力や視力に正の効果がありそうであること、2)睡眠ステージ4まで含む1時間程度のより深い仮眠をとると、安静やnapをとる過ごし方よりも、無酸素性最大発揮パワーに正の効果がありそうであること、が示唆された。

本研究テーマの次のステップとしては、パフォーマンスレベルの高い競技者を対象にした、より実践的な検討が必要と考えられる。さらに今後の展望として、海外遠征といった場合の時差によるパフォーマンスへの負の影響に対する方策のひとつとして、本研究で検討した短時間仮眠が有効ではないかと予想されるので、本研究を引き金にこの点が明らかにされ、スポーツ現場への実践的な提言につながることを期待される。

#### 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 5 件)

Endo MY, Fujihara C, Yamazaki C, Kashima H, Eguchi K, Miura A, Fukuoka Y, Fukuba Y. Acute Responses of Regional Vascular Conductance to Oral Ingestion of Fructose in Healthy Young Humans. *J Physiol Anthropol* (accepted, in press) 査読有 DOI: 10.1186/1880-6805-33-11

Yamaguchi Y, Kashima H, Fukuba Y, Hayashi N. Cerebral blood flow and neurovascular coupling during static exercise. *J Physiol Sci* 64(3): 195-201, 2014 査読有 DOI: 10.1007/s12576-014-0311-1

Endo MY, Hayashi N, Koba S, Morizono Y, Ueoka H, Fujihara C, Fukuba Y. Muscle mechanoreflex mediates vasoconstriction in inactive limb in

rats. *J Physical Fit Sports Med* 2(3): 381-384, 2013 査読有 DOI: org/10.7600/jpfsm.2.381

Endo MY, Shimada K, Miura A, Fukuba Y. Peripheral and central vascular conductance influence on post-exercise hypotension. *J Physiol Anthropol* 31: 32, 2012 査読有 DOI: 10.1186/1880-6805-31-32

Endo MY, Kajimoto C, Yamada M, Miura A, Hayashi N, Koga S, Fukuba Y. Acute effect of oral water intake during exercise on post-exercise hypotension. *Eur J Clin Nutr* 66: 1208-1213, 2012 査読有 DOI: 10.1038/ejcn.2012.139

〔学会発表〕(計 5 件)

木幡 絵里香, 藤原 千津子, 山岡(遠藤) 雅子, 三浦 朗, 福場 良之. 昼食後の短時間仮眠が脳のタスク処理能力および視力に与える効果. 第67回日本体力医学会大会. 9月, 2012, 岐阜

Hayashi H, Shima K, Shibasaki T, Kurita Y, Tsuji T. Bioelectric Signal Classification Using a Recurrent Probabilistic Neural Network with Time-series Discriminant Component Analysis. 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC'13), July, 2013 Osaka, Japan

Hirano H, Horiuchi T, Hirano H, Kurita Y, Ukawa T, Nakamura R, Saeki N, Yoshizumi M, Kawamoto M, Tsuji T. Monitoring of Peripheral Vascular Condition Using a Log-Linearized Arterial Viscoelastic index During Endoscopic Thoracic Sympathectomy. 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC'13), July, 2013 Osaka, Japan

Y Fukuba, A Kondo, Y Kikugawa, MY Endo, K Miura, N Hayashi, Y Fukuoka, S Koga. Brachial and middle cerebral artery blood flows during sinusoidal leg cycling exercise. Experimental Biology 2013, April, 2013, Boston, USA  
Y Fukuba, A Kondo, S Watanabe, Y Kikugawa, MY Endo, A Miura, N Hayashi, Y Fukuoka, S Koga. Brachial artery blood flow during sinusoidal leg cycling exercise: effects of the period. 60th Annual meeting of American College of Sports Medicine, May, 2013, Indianapolis, USA

〔図書〕(計 1 件)

福場良之, 三浦 朗. 無酸素能力, 人間科

6. 研究組織

(1)研究代表者

福場 良之 (FUKUBA YOSHIYUKI)  
県立広島大学・人間文化学部・教授  
研究者番号: 00165309

(2)研究分担者

辻 敏夫 (TSUJI TOSHIO)  
広島大学・大学院工学研究院・教授  
研究者番号: 1540188520

林 直亨 (HAYASHI NAOYUKI)  
東京工業大学・大学院社会理工学研究科・  
教授  
研究者番号: 80273720

(3)連携研究者

三浦 朗 (MIURA AKIRA)  
県立広島大学・人間文化学部・教授  
研究者番号: 30190581

山岡 雅子 (YAMAOKA MASAKO)  
県立広島大学・人間文化学部・准教授  
研究者番号: 30336911