

平成 22 年 6 月 21 日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2008～2009

課題番号：20700497

研究課題名 (和文) 睡眠不足による心理的及び運動パフォーマンス低下のメカニズム追究

研究課題名 (英文) Effects of sleep deprivation on psychological and exercise performance

研究代表者

竹野 欽昭 (TAKENO YOSHIAKI)

琉球大学・教育学部・准教授

研究者番号：20360729

研究成果の概要 (和文)：競技スポーツなど前夜の緊張や不安によって、一睡もできないまま試合に臨まなければならないことがある。本研究課題では、睡眠不足による心理的及び運動パフォーマンス低下の原因を体液量調節の観点から検討した結果、24 時間断眠によって発汗による脱水症状が亢進するが、水分を多めに摂取するなどの体液維持対策によって、運動パフォーマンスの低下や暑熱環境下運動中の熱中症を予防できる可能性が考えられた。

研究成果の概要 (英文)：Sleep and sleep deprivation are intimately related to performance. This study examined the effect of 24 h of sleep deprivation on both psychological and exercise performance. Results from this study suggested need for fluid replacement to improve both performance because 24 h of sleep deprivation developed dehydration.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、スポーツ科学

キーワード：スポーツ科学、スポーツ心理学

1. 研究開始当初の背景

近年、24 時間社会の拡大によって睡眠不足は大きな社会問題になってきている。総務省がまとめた 2006 年の社会生活基本調査では、日本人の睡眠時間が過去 20 年で最も短くなったことが報告されている。睡眠不足による集中力の欠如や疲労感の増大が、労働の作業効率低下や交通事故の増加を引き起こしている。またスポーツの場面では睡眠不足が競

技パフォーマンスの低下や運動中の転倒、怪我、心臓異常による突然死の一因になることが知られており、最近では睡眠不足が熱中症の原因となりうるともいわれている。

実験的にも、睡眠が心理的及び運動パフォーマンスに及ぼす影響は国内、国外の多くの研究者によって検討されている。心理的パフォーマンスは 24 時間以上の不眠によって低下することが明らかにされている。一時的な

気分・感情を評価する POMS、精神作業能を評価するクレベリン検査、反応時間テストなどいずれのテストにおいても心理的パフォーマンスの低下が報告されている。さらに、これらの実験的な断眠だけでなく、日常の睡眠時間が平均 5 時間以下の人でも同様の傾向が報告されている。一方、運動パフォーマンスは 24 時間以上の不眠状態でも、筋力測定、ウインゲートテストなど無酸素性運動能力に低下は認められないという報告がほとんどである。しかしながら、有酸素性運動能力は、漸増負荷テスト時の最大酸素摂取量、最大運動負荷が明らかに低下することが報告されている。

このように、24 時間以上の急性の睡眠不足や日常の慢性的な睡眠不足によって、心理的および運動パフォーマンスがどのような影響を受けるかは多くの研究結果が報告されている。しかしながら不眠によってなぜこれらのパフォーマンスが低下するのか、その原因を追及した研究報告はほとんどない。原因を血中グルコース濃度の低下や自律神経活動の低下に着目した研究報告があるがそのコンセンサスは未だ得られていない。

2. 研究の目的

本研究課題では 24 時間以上の急性な断眠によって、漸増負荷テスト時の最大酸素摂取量、最大運動負荷などの有酸素性運動能力が低下することに着目した。これまで有酸素性運動能力の改善や低下へ、体液量や循環血液量の変化が影響することが明らかにされている。暑熱環境下での発汗によって体液量が減少した場合、その減少に伴い最大酸素摂取量など有酸素性運動能力が低下することが報告されている。また、最大酸素摂取量が高い人ほど循環血液量が多く、1 週間以上の持久性トレーニングを行うと循環血液量の増加に比例して最大酸素摂取量も増加することが報告されている。

運動時体温調節能でも、暑熱脱水によって体液量および循環血液量が少ない状態や血漿浸透圧が高い状態で運動を行うと、熱放散のための皮膚血管拡張反応や発汗反応が明らかに減弱することが報告されている。

さらに、高地（低酸素）環境でも暴露初期では動脈血酸素飽和度の低下にプラスして、高所脱水による循環血液量の低下や血漿浸透圧の上昇が有酸素性運動能力および運動時体温調節能を低下させることが分かっている。

本研究課題の着想に至った経緯として、脱水時や高地環境における心理的パフォーマンスや有酸素性運動能力および運動時体温調節能などの運動パフォーマンスの低下が、睡眠不足によって生じる現象ときわめて酷似していることがあげられる。24 時間以上の

急性な断眠状態では有酸素性運動能力が低下することから、その原因として体液量低下の可能性が示唆される。

そこで 24 時間以上の連続的な断眠や日常の睡眠不足状態では、「循環血液量など体液量の減少状態、つまり脱水状態が引き起こされるのではないか」との仮説をもつに至った。本研究課題の初年度は、体重測定による体液量変化と採尿による脱水反応の指標となる尿浸透圧分析から、この仮説の検証を行うことを目的とした。また、仮説の検証とともに、断眠後に心理的検査、有酸素性運動能力検査を行い、体液量調節の観点から「睡眠不足が心理的及び運動パフォーマンスへ及ぼす影響」を考察することとした。

次年度は、24 時間以上の連続的な断眠が、皮膚血管拡張反応をはじめとする運動時体温調節能へ及ぼす影響を検討し、睡眠不足が熱中症のリスクファクターになるのかなど、体液量調節の観点からその原因の一部を検証し、運動・スポーツ場面における睡眠不足時の対処方法を検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 初年度

被験者は、健常成人男性 8 名とした。実験条件は 7 時間以上の十分な睡眠後と 24 時間断眠後の 2 条件とした。被験者は、前日に十分な睡眠をとり、第 1 日目朝 6 時に実験室に来室した。来室後、体液量の変化を評価するための体重測定と尿浸透圧分析から脱水反応の指標を得るための採尿を行った。引き続き被験者は、第 1 日日夜 10 時に実験室に来室し、同様に体重測定と採尿を行い、夜 11 時から第 2 日目朝 6 時まで、①7 時間睡眠、②24 時間断眠の 2 つの実験条件について 1 週間の間隔を空けて 2 回の実験を行った。第 2 日目朝 6 時から同様に体重測定と採尿を行った。24 時間断眠中は飲水量、食事量についても評価した。

第 2 日目は、朝 6 時からの体重測定と採尿終了後、引き続き心理状態の指標として AMS スコアと POMS、心理的パフォーマンスの指標として心理的競技能力診断検査を実施した。運動パフォーマンスの指標としては、筋力の指標として握力テスト、有酸素性運動能力の指標として自転車エルゴメータを用いた漸増負荷運動テストを行った。各負荷の心拍数、血中乳酸値、主観的運動強度、そして最大運動負荷量を測定し有酸素性運動能力の評価を行った。

(2) 次年度

被験者は、初年度と同様に健常成人男性 8 名とした。実験条件も 7 時間以上の十分な睡眠後と 24 時間断眠後の 2 条件とし、初年度と同様の手順とした。第 2 日目は、朝 6 時からの体重測定終了後、心理的パフォーマンス

の各検査を実施した。次年度では心理的パフォーマンスの指標として、全身単純反応時間テストおよび全身選択反応時間テストを追加した。全身単純反応時間テストは、光刺激および音刺激について行い、全身選択反応時間テストは光刺激のみについて行った。これらの全身反応時間の測定によって、光と音の刺激に対し、どれだけ早く動作を開始することができるかを評価した。

運動パフォーマンスの指標としては、運動時体温調節能テストを行い、断眠による体液量変化と熱放散のための皮膚血管拡張反応をはじめとする運動時体温調節能との関連性の分析を試みようとした。運動方法は自転車エルゴメータとし、運動強度は実験の1週間前にあらかじめ測定した最大酸素摂取量の60%とした。実験室の環境は気温30°C、相対湿度60%に設定して30分間運動を行った。この運動中に食道温と胸部の皮膚血流量を連続的に測定して、食道温と皮膚血流量との関係から運動時の体温調節能力を評価した。評価は心拍数、食道温、皮膚血流量のそれぞれの変化と、皮膚血管拡張閾値（何度の食道温で皮膚血流量の増加が始まったか、その増加が低い食道温で始まるほど体温調節能が高いと評価する）について行った。

4. 研究成果

初年度の研究では、実験条件を7時間の十分な睡眠後と24時間断眠後の2条件として、睡眠と断眠の前後に体重測定と採尿による尿浸透圧分析を行い体液調節の変化を検討した。その結果、睡眠条件では、睡眠後の体重が減少しており、発汗による体液の減少が認められた。一方、断眠条件では、断眠前後の体重の変化に差がなく体液の変化が見られなかった。断眠時の飲水量、食物摂取量を差し引いた発汗と尿による脱水量は睡眠時の体液減少量より大きい、水分摂取や食物摂取によって、体液減少量を補っており、「断眠によって体液量の減少状態、つまり脱水状態が引き起こされるのではないか」の仮説通りの結果は得られなかった。また、睡眠と断眠の前後における尿浸透圧分析の変化にも差がなかった。

これまでの研究から、24時間以上の断眠によって心理的パフォーマンスは低下することが明らかにされているが、本研究課題でもAMSスコアをはじめとする心理的パフォーマンスは断眠条件で低下が見られた。握力によって評価した筋力には、睡眠条件と断眠条件で差はなく、筋力、無酸素性運動能力に低下は認められないというこれまでの報告と同様の傾向であった。しかしながら、自転車エルゴメータを用いた漸増負荷運動テストによって評価した有酸素性運動能力は、各負荷の心拍数、血中乳酸値、主観的運動強度のそ

れぞれの変化に睡眠と断眠の2条件間の差はなく、運動時間は睡眠条件でわずかに増加するものの最大運動負荷にも差がなかった。これらの結果は、24時間以上の断眠状態で最大運動負荷などの有酸素性運動能力が低下するという、これまでの報告とは異なる結果であった。

次年度の研究では、心理的パフォーマンスとして全身反応時間の測定を加え、運動パフォーマンスとしては運動時体温調節能の測定を行った。その結果、初年度と同様に睡眠条件では発汗による体液量の減少が認められたが、断眠条件では体重の変化に差がなく体液量の変化が見られなかった。次年度では断眠中の尿量を測定し、断眠中の発汗による脱水量を正確に評価したところ、発汗による断眠時の脱水量(412±41ml、平均値±標準誤差)は睡眠時(333±32ml)より大きく、有意な差が認められた。断眠によって明らかに発汗による脱水が亢進するが、被験者の体調管理のため任意摂取とした水分摂取(355±53ml)により体液量を維持する傾向が見られた。

光刺激および音刺激による全身反応時間は単純反応時間、選択反応時間とも睡眠と断眠の2条件で差はなく、神経反応や選択反応による脳情報処理能力に差異を見出せなかった。また、運動時体温調節能は、自転車エルゴメータを用いた運動中の心拍数、食道温、皮膚血流量のそれぞれの変化に差がなく、皮膚血管拡張閾値も睡眠条件(37.1±0.1°C)と断眠条件(37.1±0.1°C)の2条件に統計的な差は見られなかった。

初年度と次年度の2年間にわたった本研究課題では、睡眠不足による心理的及び運動パフォーマンス低下の原因を体液調節の観点から検討することを目的とした。これまで24時間以上の断眠によって、有酸素性運動能力が低下するとされており、その低下の原因は体液量の減少によるものとの仮説を立てた。しかしながら、本研究課題では24時間の断眠によって、有酸素性運動能力や運動時体温調節能の低下は見られず、また断眠によって体液量の減少も見られなかった。断眠によって明らかに発汗による脱水が亢進するが、水分摂取により体液量を維持する傾向が見られ、水分摂取による体液量の維持が有酸素性運動能力や運動時体温調節能の低下を抑制したものと推察した。競技スポーツでは前夜の緊張や不安によって、一睡もできないまま試合に臨まなければならないことがあり、水分を多めに摂取するなど体液維持の対策によって競技成績の低下を最小限に抑えることができる可能性が考えられた。また暑熱環境下での運動では、熱中症予防のため断眠や睡眠不足時はより水分補給による体液量維持に留意する必要があると考えられた。本研

究課題でも、これまでの研究報告と同様に断眠によって心理検査などの心理的パフォーマンスが低下したが、体液調節との関係では説明がつかず、今後さらに検討が必要と考えた。

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1件)

①竹野欽昭、金城一樹、大学スポーツ選手における中学、高校、大学期の心理的競技能力評価の試み、琉球大学教育学部紀要、査読無、74、2009、27-29

6. 研究組織

(1) 研究代表者

竹野 欽昭 (TAKENO YOSHIAKI)
琉球大学・教育学部・准教授
研究者番号：20360729