
居眠り事故を未然に防止するための
睡眠・覚醒管理技術の開発

課題番号 16330143

平成 16 年度～平成 19 年度科学研究費補助金
(基盤研究(B)) 研究成果報告書

平成 20 年 3 月

研究代表者 林 光緒

広島大学大学院総合科学研究科准教授

はしがき

筆者たちの研究グループはこれまで疲労回復と日中の覚醒水準の向上を図る方法として短時間仮眠法を提唱し、その有効性を確かめてきた。一般に、仮眠をとると疲れがとれ、覚醒水準が上昇するというポジティブな効果が認められるが、30分以上の長時間の仮眠をとった場合は、深睡眠まで達するために、睡眠慣性(起床直後にかえって眠気や疲労が高まり、作業成績が低下する現象)が増大するとともに、その夜、眠れなくなるという夜間睡眠への悪影響も生じる。しかし、15～20分間の短時間仮眠では、浅睡眠で起床するため、睡眠慣性への影響が少ないばかりか、夜間睡眠への悪影響も見られない。

このように短時間仮眠法は、1) 容易に実行可能であることに加え、2) 仮眠のネガティブな効果を抑え、3) 疲労回復と覚醒水準の上昇に有効である。したがって、作業従事者の居眠り事故防止に非常に有用であると考えることができる。また、現代人の3人に1人は睡眠問題を抱えており、さらに、現代社会では急速に夜型化が進行している。これらは、深刻な睡眠不足を発生させる原因となっている。短時間仮眠法は、4) 生活の夜型化や睡眠障害による日中の機能低下を補償する点においても効果的であると考えられる。以上の点から、作業場面に応用可能な睡眠・覚醒管理技術を開発できれば、深刻な睡眠不足が進行している現代社会において、居眠り事故を防止する方法として非常に有用であることが期待できる。

本研究は、このような短時間仮眠法の実用化に向けてその手法の洗練化を図ったものである。特に最適な仮眠環境の構築と最適な仮眠取得のタイミングを明らかにすることを目的として実施された。その結果、最適な仮眠時間の長さは10～15分間であること、回復には睡眠段階1だけでは効果がほとんどなく、少なくとも睡眠段階2が3分間以上継続することが必要であること、車輦で仮眠をとる場合はシート角度をより水平に近い角度まで倒し15分間の仮眠をとることが効果的であることなどを明らかにした。これらの研究成果は居眠り事故を未然に防止するための効果的な方略となりうるであろう。

筆者たちの研究グループがこれまで明らかにしてきた短時間仮眠法はこれまでマスコミ等で喧伝され、その効用についての知識も広く流布されるようになってきた。しかし、仮眠をとることができるような社会的環境は、まだほとんど整っていないのが現状である。この研究を契機に日中の眠気と短時間仮眠法に関する科学的知見がさらに広まり、居眠り事故の減少に少しでも貢献することができれば無上の喜びである。

平成 20 年 3 月
研究代表者 林 光緒

研究組織

研究代表者： 林 光緒 (広島大学大学院総合科学研究科准教授)

研究協力者： 堀 忠雄 (広島大学大学院総合科学研究科教授)
松浦 倫子 (広島大学大学院総合科学研究科)
池田 大樹 (広島大学大学院総合科学研究科)
伏見 葵 (広島大学大学院総合科学研究科)
清水 雄彦 (広島大学大学院生物圏科学研究科)
吉松 伸悟 (広島大学大学院生物圏科学研究科)
阿部 晃子 (広島大学大学院生物圏科学研究科)
山本 哲朗 (広島大学大学院生物圏科学研究科)
内田 千春 (広島大学総合科学部)
庄司 智子 (広島大学総合科学部)
近澤 庸平 (広島大学総合科学部)
横谷 圭亮 (広島大学総合科学部)
小尾 亜矢 (広島大学総合科学部)
芳澤 美濃 (広島大学総合科学部)
川本 奈美 (広島大学総合科学部)
元吉奈緒子 (広島大学総合科学部)
吉田沙耶香 (広島大学総合科学部)

交付決定額(配分額)

(金額単位： 円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 16 年度	11,400,000	0	11,400,000
平成 17 年度	1,500,000	0	1,500,000
平成 18 年度	1,500,000	0	1,500,000
平成 19 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
計	16,000,000	480,000	16,480,000

目次

研究発表	1
研究成果の概要	5
研究報告	11
. 研究背景	
- 1 . 日中の眠気	11
- 2 . 覚醒と眠気の評価法	23
- 3 . 睡眠と事故	39
. 短時間仮眠法の効用	
- 1 . 午後の眠気対策としての短時間仮眠	43
- 2 . Short nap versus short rest: recuperative effects during VDT work.	59
- 3 . 短時間仮眠が午後の運動パフォーマンスに及ぼす効果	71
- 4 . 夜間における短時間仮眠の効果	79
. 仮眠後の睡眠慣性の低減法	
The effects of the preference for music on sleep inertia after a short daytime nap.	81
. 効果的な仮眠取得のタイミング	
- 1 . 短時間仮眠における仮眠の長さとの出現パターン	89
- 2 . Recuperative power of a short daytime nap with or without stage 2 sleep.	91
. 車輦における最適な仮眠環境の構築	
- 1 . A short daytime nap in a car seat to counteract daytime sleepiness: the effect of backrest angle.	99
- 2 . 座位姿勢における午後の短時間仮眠効果 仮眠の長さが仮眠効果に与える影響	109

研究発表

(1) 雑誌論文

- 林 光緒 生理的な日中眠気のみカニズムと対応 睡眠医療 (査読なし), 2 (2008) (印刷中)
- Hayashi, M., and Abe, A. A short daytime nap in a car seat to counteract daytime sleepiness: the effect of backrest angle. *Sleep and Biological Rhythms* (査読あり), 6 (2008), 34-41.
- 林 光緒 ニコチン、カフェインと睡眠 睡眠医療 (査読なし), 1 (2007), 61-67.
- 林 光緒・堀 忠雄 午後の眠気対策としての短時間仮眠 生理心理学と精神生理学 (査読あり), 25 (2007), 45-59.
- Setokawa, H., Hayashi, M., and Hori, T. Facilitating effect of the occipital region cooling on nocturnal sleep. *Sleep and Biological Rhythms* (査読あり), 5 (2007), 166-172.
- 岩永 誠・坂田桐子・林 光緒 日本におけるリスク研究の動向と課題 広島大学大学院総合科学研究紀 人間科学研究 (査読なし), 1 (2006), 15-26.
- 池田大樹・宮地弘一郎・林 光緒・藤澤 清 自己覚醒の企図が睡眠経過中の時間判断に及ぼす影響 生理心理学と精神生理学 (査読あり), 24 (2006), 227-235.
- 山本哲朗・林 光緒 短時間仮眠が午後の運動パフォーマンスに及ぼす効果 生理心理学と精神生理学 (査読あり), 24 (2006), 249-256.
- 林 光緒 睡眠時無呼吸症候群と居眠り事故 JOHNS (査読なし), 22 (2006), 781-784.
- Kaida, K., Ogawa, K., Nittono, H., Hayashi, M., Takahashi, M., and Hori, T. Self-awakening, sleep inertia, and P3 amplitude in elderly people. *Perceptual and Motor Skills* (査読あり), 102 (2006), 339-351.
- 林 光緒・堀 忠雄 昼寝の効用 神経内科 (査読なし), 64 (2006), 262-266.
- 林 光緒・内田千春・堀 忠雄 楽曲聴取が短時間仮眠後の覚醒水準に及ぼす効果 臨床脳波 (査読なし), 47 (2005), 36-40.
- Tamaki, M., Nittono, H., Hayashi, M., and Hori, T. Examination of the first night effect during the sleep-onset period. *Sleep* (査読あり), 28 (2005), 195-202..
- Kaida, K., Ogawa, K., Hayashi, M., and Hori, T. Self-awakening prevents acute rise of blood pressure and heart rate at the time of awakening in elderly people. *Industrial Health* (査読あり), 43 (2005), 179-185.
- Michida, N., Hayashi, M., and Hori, T. Effects of hypnagogic imagery on the event-related potential to external tone stimuli. *Sleep* (査読あり), 28 (2005), 813-818.
- Hayashi, M., Motoyoshi, N., and Hori, T. Recuperative power of a short daytime nap with or without stage 2 sleep. *Sleep* (査読あり), 28 (2005), 829-836.
- Tamaki, M., Nittono, H., Hayashi, M., and Hori, T. Spectral analysis of the first-night effect on the sleep-onset period. *Sleep and Biological Rhythms* (査読あり), 3 (2005), 122-129.
- 林 光緒 睡眠と事故 *Clinical Neuroscience* (査読なし), 22 (2004), 89-91.

- Yoshimatsu, S., and Hayashi, M. Bedtime and life style in the primary school children. *Sleep and Biological Rhythms* (査読あり), 2 (2004), 153-155.
- Hayashi, M., Uchida, C., Shoji T., and Hori, T. The effects of preference to music on sleep inertia after a short daytime nap. *Sleep and Biological Rhythms* (査読あり), 2(2004), 184-191.
- Hayashi, M., Chikazawa, Y., and Hori, T. A short nap versus a short rest: recuperative effects during VDT work. *Ergonomics* (査読あり), 47 (2004), 1549-1560.

(2)学会発表

- 林 光緒 眠気対策としての短時間仮眠法 日本睡眠環境学会第 16 回大会 2007 年 12 月 16 日 京都市
- 林 光緒 午後の眠気と短時間仮眠の効果 第 37 回日本臨床神経生理学会学術大会 2007 年 11 月 21 日 宇都宮市
- 横幕敦司・尾本典隆・山岸理恵子・石井美里・林 光緒 睡眠が肌状態に与える影響 日本睡眠学会第 32 回定期学術集会 2007 年 11 月 7 日 東京都
- 池田大樹・林 光緒 自己覚醒が起床前の覚醒水準に及ぼす影響 日本睡眠学会第 32 回定期学術集会 2007 年 11 月 7 日 東京都
- 伏見 葵・林 光緒 短時間仮眠における仮眠の長さとの出現パタン 日本睡眠学会第 32 回定期学術集会 2007 年 11 月 7 日 東京都
- Ikeda, H., and Hayashi, M. Effects of self-awakening on sleep inertia and on the sleep stages before awakening. *2nd World Congress of Chronobiology* 2007 年 11 月 5・6 日 東京都
- 林 光緒・阿部晃子 車両シートにおける短時間仮眠の効果 日本心理学会第 71 回大会 2007 年 9 月 18 日 東京都
- 池田大樹・林 光緒 自己覚醒が覚醒直前の脳波構造に及ぼす影響 第 25 回日本生理心理学会大会 2007 年 7 月 15 日 札幌市
- 見附 梢・林 光緒 睡眠制限夜前にとる予防的睡眠(寝だめ)の効果について 第 25 回日本生理心理学会大会 2007 年 7 月 15 日 札幌市
- Matsuura, N., Ishii M., and Hayashi, M. Effect of locus of control on one's sleep and one's health locus of control. *The 18th Congress of the European Sleep Research Society*. 2006 年 9 月 15 日 Innsbruck (Austria)
- Hayashi, M., Kawamoto, N., and Hori, T. The effects of a 20-min nocturnal nap on performance and sleepiness during the night. *The 18th Congress of the European Sleep Research Society*. 2006 年 9 月 14 日 Innsbruck (Austria)
- 阿部晃子・林 光緒・堀 忠雄 座位姿勢における午後の短時間仮眠効果 仮眠の長さが仮眠効果に与える影響 日本睡眠学会第 31 回定期学術集会 2006 年 6 月 30 日 大津市
- 山本哲朗・山崎昌廣・林 光緒 Post-lunch dip 時の短時間仮眠が運動中の酸素摂取量および主観的運動強度に及ぼす影響 日本睡眠学会第 31 回定期学術集会 2006 年 6 月 30 日 大津市

池田大樹・林 光緒 自己覚醒が睡眠慣性に及ぼす影響 日本睡眠学会第31回定期学術集会 2006年6月30日 大津市

尾本典隆・三竿京子・横幕敦司・山岸理恵子・高田康二・吉松伸悟・阿部晃子・林 光緒. 香気成分ヘリオトロピンの睡眠改善効果—実験室下での終夜睡眠ポリグラフ検定法を用いた検証— 日本睡眠学会第31回定期学術集会 2006年6月30日 大津市

林 光緒・石井美里 大学生の睡眠習慣とその規定因について 日本睡眠学会第31回定期学術集会 2006年6月30日 大津市

林 光緒 日常生活における眠気の計測評価と予防・対策 日本睡眠学会第31回定期学術集会 2006年6月30日 大津市

松浦倫子・石井美里・林 光緒 Locus of Control が睡眠と健康統制感に及ぼす影響 日本睡眠学会第31回定期学術集会 2006年6月30日 大津市

池田大樹・林 光緒 睡眠慣性が起床後1時間のスイッチコストに及ぼす影響の検討 第24回日本生理心理学会学術大会 2006年5月28日 東広島市

阿部晃子・林 光緒 座位姿勢における午後の短時間仮眠効果 第24回日本生理心理学会学術大会 2006年5月28日 東広島市

山本哲朗・山崎昌廣・林 光緒 Post-lunch dip 時の短時間仮眠が気分及び主観的運動強度に及ぼす影響 第24回日本生理心理学会学術大会 2006年5月28日 東広島市

阿部晃子・林 光緒・堀 忠雄 座位姿勢による短時間仮眠の効果 第35回日本臨床神経生理学会学術大会 2005年11月30日 福岡市

林 光緒 眠気をめぐる諸問題と、眠気の主観的・行動的・生理的測定法 日本心理学会第69回大会 2005年9月12日 東京都

松浦倫子・林 光緒 小学高学年における睡眠習慣と日中の活動・精神健康 日本心理学会第69回大会 2005年9月12日 東京都

林 光緒・吉松伸悟・松浦倫子 小学生における就床時刻と生活習慣及び精神的健康 日本睡眠学会第30回定期学術集会 2005年7月1日 宇都宮市

阿部晃子・林 光緒・堀 忠雄 仮眠姿勢が午後の短時間仮眠に及ぼす影響 日本睡眠学会第30回定期学術集会 2005年7月1日 宇都宮市

山本哲朗・保野孝弘・林 光緒 運動後の短時間仮眠が運動パフォーマンスに与える影響 第23回日本生理心理学会学術大会 2005年5月28日 愛知県長久手町

池田大樹・宮地弘一郎・林 光緒・藤澤 清 自己覚醒条件が睡眠前後及び睡眠経過中の主観的・客観的指標に及ぼす影響 第23回日本生理心理学会学術大会 2005年5月28日 愛知県長久手町

林 光緒・堀 忠雄 午後の眠気に及ぼす音楽とラジオの効果 第23回日本生理心理学会学術大会 2005年5月28日 愛知県長久手町

林 光緒・堀 忠雄 睡眠段階2による短時間仮眠の回復効果 第34回日本臨床神経生理学会学術大会 2004年11月17日 東京都

林 光緒 眠気の主観的、生理的、行動的測定法 第11回日本時間生物学会 2004年11月12日 大津市

林 光緒. 大学生の睡眠習慣と精神的健康 日本心理学会第68回大会 2004年9月14日 吹田市

- 林 光緒・堀 忠雄 3 分間の段階 2 睡眠による回復効果 日本心理学会第 68 回大会
2004 年 9 月 13 日 吹田市
- 林 光緒・堀 忠雄 夜間における短時間仮眠の効果 日本睡眠学会第 29 回定期学術集
会 2004 年 7 月 2 日 東京都
- 吉松伸悟・林 光緒 大学生における精神的健康と睡眠習慣との関連 日本睡眠学会第 29
回定期学術集会 2004 年 7 月 2 日 東京都
- 林 光緒 眠気と生物リズム 日本睡眠学会第 29 回定期学術集会 2004 年 7 月 1 日 東
京都
- 瀬戸川広人・林 光緒・堀 忠雄 後頭部冷却が入眠に及ぼす影響 日本睡眠学会第 29 回
定期学術集会 2004 年 7 月 1 日 東京都
- 河野寿美代・城田 愛・甲斐田幸佐・林 光緒・堀 忠雄 最小二乗スペクトル法による新生
児と母親の活動-休止リズムの検討 日本睡眠学会第 29 回定期学術集会 2004 年 7 月
1 日 東京都
- 甲斐田幸佐・小川景子・林 光緒・堀 忠雄 自己覚醒が短時間仮眠後の血圧上昇を抑制
する効果 第 22 回日本生理心理学会学術大会 2004 年 5 月 30 日 武生市
- 阿部晃子・保野孝弘・林 光緒・石原金由 ヒトにおける攻撃性と終夜睡眠経過との関連
第 22 回日本生理心理学会学術大会 2004 年 5 月 30 日 武生市
- 林 光緒・堀 忠雄 夜間作業中における 20 分の仮眠の効果 第 22 回日本生理心理学会
学術大会 2004 年 5 月 30 日 武生市

(3) 図書

- 林 光緒. (本多和樹・福田一彦・塩見利明・内山 真・大川匡子編) 朝倉書店, 睡眠学
2008 (印刷中)
- 林 光緒 (平手友彦編) 培風館, 21 世紀の教養 5 知の根源を問う. 2008 (印刷中)
- 林 光緒 (堀 忠雄編) 北大路書房, 睡眠心理学. 2008, 348 頁.
- 林 光緒 (日本睡眠改善協議会 編) ゆまに書房, 睡眠改善学テキスト. 2008, 205 頁.
- 林 光緒 (本多和樹監) シーエムシー出版, 眠りの科学とその応用 - 睡眠のセンシング
技術と良質な睡眠の確保に向けての研究開発 -. 2007, 331 頁.
- 林 光緒 (白川修一郎編) ゆまに書房, 睡眠とメンタルヘルス. 2006, 360 頁.

研究成果の概要

本研究の目的

居眠り運転による交通事故、夜勤中の産業事故や医療事故など、疲労と睡眠不足による居眠り事故は枚挙に暇がない。これらの事故は生命にかかわる問題だけに早急な対処法を講じる必要がある。筆者の研究グループは、これまで日中の覚醒水準の向上を図る方法として短時間仮眠法を提唱してきた。本研究は短時間仮眠法の実用化に向けて短時間仮眠法の洗練化をはかったものである。特に最適な仮眠環境の構築と、最適な仮眠取得のタイミングを明らかにすることを目的として実施された。

研究の背景

1. 日中の眠気の特徴 (研究成果 - 1)

夜間睡眠の時間が不足したり、睡眠内容が悪化したりすると日中に眠気が生じる。このような睡眠の量的不足や質的悪化だけでなく、日中の眠気の発生には生物リズムも関与している。

(1) 睡眠不足と日中の眠気

夜間睡眠の量的不足は、日中の眠気に直接的に影響を及ぼす。夜間睡眠の長さや翌日の日中の眠気には直線的な関係にあり、夜間睡眠が短いほど日中の眠気は増加し、その逆に夜間睡眠を長くするほど日中の眠気は低減する。しかし、夜間の就床時刻を10時間に延長した場合でも午後には眠気が強くなることが報告されている。このことは睡眠不足や睡眠の質の悪化だけが日中の眠気の原因ではないことを示している。

(2) 昼食と午後の眠気

午後にはしばしば強い眠気が出現する。昼食後に起こることから昼食後の眠気(post lunch dip)とも呼ばれ、昼食をとったことが原因であると考えられる人も多い。しかし、昼食を2時間早めた場合でも昼食を抜いた場合でも、さらに恒常法を用いて2時間毎に軽食をとった場合でも午後には眠気が生じる。先述のように睡眠不足でなくても、また昼食の影響を取り除いた場合でも午後には眠気が生じることから、午後の眠気は生体リズムを反映していると考えられている。

(3) 眠気のリズム

眠気には約24時間周期のサーカディアンリズム(circadian rhythm)、約12時間周期のサーカセミアンリズム(circasemidian rhythm)、そして約2時間周期のウルトラディアンリズム(ultradian rhythm)が関わっていると考えられている。夜間に生じる眠気は体温リズムの低下と一致しており、体温におけるサーカディアンリズムを反映している。午後の眠気は夜間の最低体温出現時刻の約半日後に生じていることから、サーカセミアンリズムを反映していると考え

えられている。また恒常環境下では眠気に明瞭な約 2 時間周期のウルトラディアンリズムが認められるが、眠気におけるウルトラディアンリズムは種々の環境要因によって容易に消失するため、日常場面において自覚されることは比較的少ない。

2. 日中の眠気の評価法(研究成果 - 2)

眠気を測定するための方法としては、主として自己評価法と睡眠潜時を測定する方法に大別されている。覚醒度を測定するための方法としては、生理学的測定法や作業検査法が提案されている。これら日中の眠気の評価法について解説した。

(1) 眠気の自己評定法

自己評価法は眠気を主観的、自覚的に測定する方法である。眠気を簡便に測定できるため使い勝手がよく時々刻々と変化するリアルタイムでの眠気の実時モニタが可能である。代表的なものに 22 項目の質問からなる Stanford Sleepiness Scale (SSS) や関西学院大学版眠気尺度 (KSS)、9 件法の Karolinska Sleepiness Scale (KSS)、10cm の直線上に印をつける Visual analog scale (VAS) などがある。

(2) 眠気の客観的・他覚的測定方法

客観的・他覚的な測定方法としては、日中に繰り返して入眠潜時(睡眠傾向)を測定する Multiple Sleep Latency Test (MSLT) がよく用いられている。また脳波記録に現れるアルファ波は、ふつう目を閉じて安静にしている状態のときに出現し、目を開けると抑制されるが、眠気が強い場合には開眼時でも出現するようになる。また眠気が強い場合、目を閉じると脳波記録にシータ波などの徐波成分が混入する。そこで脳波のシータ帯域(4.0~7.9 Hz)とアルファ帯域(8.0~12.0 Hz)の活動が覚醒度の指標としてよく用いられている。また、入眠期には自分の意思とは無関係に眼球がゆっくりと左右に振子のように動く。これを緩徐眼球運動(slow eye movement: SEM)と呼ぶが、SEM は眠気が増大するにつれて増加することから眠気や居眠りの指標としても用いられている。

(3) 作業成績の測定

覚醒度が低下すると作業成績が低下することから、作業遂行中の作業成績から覚醒度を測定することが可能である。覚醒度の計測には主としてヴィジランス課題が用いられる。

3. 眠気による事故発生のリスク(研究成果 - 3)

(1) 眠気による事故の発生頻度

一般ドライバーのうち 5~17% が運転中に頻繁に眠気を自覚しており、年間あたり 4~8% のドライバーが居眠り運転をしている。交通事故の直接の原因の中で居眠り運転が占める割合は 3% 程度に留まっているが、居眠り運転に至らないまでも眠気が強くなった状態で運転すると注意散漫になり反応速度が遅れる。このため眠気が間接的な原因となって起こる事故も含めると、眠気によって発生した事故の割合は、約 20% を占めていると考えられている。

(2) 居眠り事故の発生時刻

先述のとおり居眠り事故は深夜と午後に集中する。これらの時間帯は眠気が発生する時刻と一致しており、これには生体リズムが関与している。

(3) 眠気による人的・経済的損失

眠気による人的・経済的損失は莫大なものであり、Leger(1994)によると眠気による損害総額はアメリカ合衆国で年間560億ドルに達し、眠気によって250万人が負傷していると推定されている。本邦でも眠気による経済的損失は年間3兆5千億円に達していると推定されている。効果的な眠気対策を検討することがいかに重要であるかがわかる。

短時間仮眠法の構築

1. 短時間仮眠法の効用

(1) 眠気対策としての仮眠の効用(研究成果 - 1)

眠気に対する対処法として最も手っ取り早い方法は、睡眠をとることである。しかし、日中に仮眠をとると、仮眠から目覚めた直後は却って眠気が強く、体もだるいことがある。また、昼寝をするとその夜に眠れなくなることも多い。

仮眠から目覚めた直後に眠気や疲労感が残っている状態を睡眠慣性(sleep inertia)と呼ぶ。睡眠慣性の強さは、睡眠の長さや覚醒時の睡眠段階、睡眠をとるまでの断眠時間、起床時刻などによって異なるが、徐波睡眠(睡眠段階3、4)から起床した直後が最も睡眠慣性が強くなることが指摘されている。仮眠直後に睡眠慣性の影響が強く残るのは、仮眠の時間が長く、仮眠中に徐波睡眠が出現するためである。また、日中に徐波睡眠を含む長い仮眠をとると、その夜の夜間睡眠中の徐波睡眠が減少する。このことが昼寝をすると夜眠れなくなる原因となっている。

仮眠におけるこれらのデメリットを抑えながら、午後の眠気を低減する方法としては短時間仮眠法が最適である。短時間仮眠とは一般に30分以下の仮眠をさすが、一般成人では20分以下の長さが推奨されている。

(2) 短時間仮眠による疲労回復効果(研究成果 - 2)

短時間仮眠が日中の眠気や疲労にどのような効果を持つかを検討するために、午後1時からコンピュータを用いた2時間のVDT(visual display terminal)作業を行ない、その途中で20分間の休憩をとった場合と、休憩の代わりに仮眠をとった場合の効果を調べた。1時間の作業後、単なる休憩でも眠気と疲労は一時的に回復したが、作業を再開すると眠気と疲労は再び急上昇した。しかし、20分間の仮眠をとった場合は、その後1時間の作業中、眠気と疲労は低いままであり、作業成績も維持された。このように短時間仮眠には眠気や疲労の回復効果ばかりでなく、眠気と疲労の予防効果も併せ持つことが明らかとなった。

(3) 短時間仮眠による運動パフォーマンスの向上(研究成果 - 3)

短時間仮眠が運動能力の向上にも効果的かどうかを調べるために、10分間の短時間仮眠

後に自転車エルゴメーター課題を実施した。仮眠をとらなかった場合と比較すると、仮眠をとった条件の方が運動遂行時間が長くなり、主観的にも運動が楽であったと評価された。眠気や活気も上昇したことから、短時間仮眠は午後の運動遂行能力の向上にも効果的であることが明らかとなった。

(4) 夜間における短時間仮眠の効果 (研究成果 - 4)

20 分間の短時間仮眠が夜勤中における眠気や疲労回復にも有効かどうかを検討した。00:00 から 08:00 まで 8 時間の間、20 分毎に 10 分間の作業を繰り返し、その間 02:00 から 20 分間の仮眠 (仮眠条件) または休憩 (休憩条件) をとった。その結果、仮眠後 2~3 時間は、仮眠をとらない場合よりも眠気や疲労は低く、作業成績も高かった。さらに体温の最下点に相当する早朝 (04:20 ~ 07:20) において生理的覚醒水準を維持することができた。このように午前 2 時における 20 分の仮眠は、夜勤中の眠気や疲労回復に有効であることが示された。

2. 短時間仮眠の直後に生じる睡眠慣性の低減法 (研究成果)

仮眠直後に出現する睡眠慣性を低減する方法としては、これまでカフェイン、高照度光照射、洗顔、自己覚醒の効果が検討されてきた。ここでは音楽の効果を確かめた。

興奮的な楽曲や好みの高い楽曲は覚醒水準を上昇させることから、仮眠から目覚める際に好みの高い興奮的な楽曲を呈示すれば、仮眠直後に生じる睡眠慣性の低減に有効に作用すると考えられる。そこで 20 分間の短時間仮眠後に好みの高い興奮的な楽曲を提示した場合と、興奮的な楽曲ではあるが好みの低い楽曲を提示した場合の効果を調べたところ、好みに関わらず興奮的な楽曲であれば起床後の眠気は低減し、睡眠慣性を防止することができた。しかし、好みの高い楽曲であればさらに起床時の快適性を高めその後の作業成績も向上していた。このことから短時間仮眠の有効性をさらに高めるためには単に睡眠慣性を低減することを考えるばかりでなく、作業環境における快適性を高めることも重要であると言える。

3. 効果的な仮眠取得のタイミング

(1) 短時間仮眠における徐波睡眠の回避法 (研究成果 - 1)

短時間仮眠後の睡眠慣性を低減させるには、徐波睡眠に達しないよう仮眠内容をコントロールすることが必須となる。そこで、これまで筆者の研究グループが実施した 111 名の短時間仮眠の睡眠内容を再検討したところ、若年成人の場合は 20 ~ 30 分間の仮眠でもそのうちの 43% の仮眠に徐波睡眠が出現し、15 ~ 20 分間の仮眠でも 23% の仮眠に徐波睡眠が出現していた。しかし、15 分以内の仮眠であれば徐波睡眠は出現しなかった。これらの結果から、短時間仮眠の長さは、15 分以下にすることが望ましいことが明らかになった。

(2) 短時間仮眠における睡眠段階 2 の役割 (研究成果 - 2)

徐波睡眠を含まない短時間仮眠は睡眠段階 1 と睡眠段階 2 だけで構成されているが、睡眠段階 1 だけでも効果があるのか、睡眠段階 2 が出現しないと回復効果が現れないのかについては明らかにされていなかった。そこで睡眠段階 1 が 5 分出現した時点で起こす条件と睡眠段階 2 が出現してから 3 分後に起こす条件を設定し、仮眠をとらない条件と比較した。その結果、睡眠段階 1 だけではほとんど効果はなく、睡眠段階 2 が 3 分出現した条件において回復効果

が認められた。このことから短時間仮眠の内容は、睡眠段階 2 が少なくとも 3 分間出現することが必須であることがわかった。

なお、このときの仮眠の長さは、睡眠段階 1 が 6 分、睡眠段階 2 が 3 分で、合わせて 9 分の仮眠時間であった。研究成果 - 3 - 1 の結果と合わせると、適切な仮眠の長さは 9~15 分であるということがわかった。

4. 車輻における最適な仮眠環境の構築

(1) 車輻における最適な仮眠姿勢(研究成果 - 1)

車輻シートで短時間仮眠をとる際、シート角度をどのくらいに設定すれば最も効果的であるかを検討した。1年以上の運転歴を持ち、日常的に自動車を運転している 20 名を対象として仮眠をとる際のシート角度を調べたところ、1 時間以上の仮眠をとる場合は座面と背面との角度は平均 153.3°、30 分以内の仮眠をとる場合は 128.7°、運転時は 104.8°であった。そこでシート角度を 150°と 130°に倒した状態で 15 分間の仮眠をとる条件を設定したところ、どちらの条件でも眠気が低減し作業成績が向上したが、150°に倒した方がその効果がより高かった。このように車輻シートで短時間仮眠をとる場合には、なるべく水平に近い角度までシートを倒すことが効果的であることがわかった。

(2) 車輻における最適な仮眠時間(研究成果 - 2)

研究成果 - 3 - 1 および 2 で明らかにしたように、適切な短時間仮眠の長さは 9~15 分であるが、車輻シートを 150°に倒した場合でもこの長さの仮眠は効果があるのかを検討するために、車輻シートを 150°に倒した状態で、10 分間と 15 分間の仮眠の効果を比較した。その結果、10 分間の仮眠でも眠気改善効果が認められたが、15 分間の仮眠の方がさらにその効果が高く、作業成績がより改善した。これらの結果から、車輻シートにおける仮眠時間は、15 分間が適切であることがわかった。入眠までに約 5 分かかることを考慮すると、車輻シートで仮眠をとる際は、20 分間の仮眠時間を確保することが望まれる。