

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24621007

研究課題名(和文) 仮眠効果の規定因の検証 睡眠段階2の新たな質的分類基準を用いて

研究課題名(英文) Contributory factors to the recuperative power of a short nap; verification via new qualitative classification for sleep stage 2

研究代表者

林 光緒 (Hayashi, Mitsuo)

広島大学・総合科学研究科・教授

研究者番号：00238130

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：15分程度の短くて浅い仮眠をとるだけで、なぜ眠気がとれ、作業成績が上がるのだろうか。意識があるかないかぐらいの少しうとうとした状態である睡眠段階1だけでは効果がなく、体がどこかに持たれかかり意識がなくなった状態の睡眠段階2が出ると効果が出るということがわかっていることから、睡眠段階2の脳波を詳しく調べた。その結果、睡眠中に現れるシータ波と紡錘波というふたつの脳波の特徴が仮眠の効果に参与していることがわかった。

研究成果の概要(英文)：Why a short daytime nap of about 15 minute, which is composed of sleep stage 1 and 2, has recuperative power? It is already clarified that sleep stage 2 had recuperative effects, while these effects were limited following only sleep stage 1. Then EEGs during sleep stage 2 was investigated in the present study. The results showed that both theta waves and sleep spindles contribute to the recuperative power of a short daytime nap.

研究分野：睡眠心理学

キーワード：短時間仮眠 睡眠段階2 脳波 波 睡眠紡錘波

1. 研究開始当初の背景

(1) 仮眠の効用

我々はしばしば午後に眠気を覚える。さらに午後には作業効率が低下し、居眠り運転事故も集中する。午後の眠気の改善には、1) 仮眠法、2) 覚醒刺激法、3) 薬理法などがあるが、仮眠法は身体への負担が少ない上、容易に実践できる。しかし、30分以上の仮眠をとると徐波睡眠が出現し、睡眠が深くなりすぎる。その結果、起床時に睡眠慣性が発生し、却って眠気や疲労が増悪し、作業成績が低下する。さらに仮眠中に徐波睡眠が出現すると、その夜は徐波睡眠が減少し、入眠困難や中途覚醒の増加など夜間睡眠の内容が悪化する。このため、不眠症患者では日中の仮眠が禁止されてきた。

これに対してバスや電車など公共交通機関で少しうとうとただけで眠気が改善することを我々はしばしば体験する。そこで研究代表者らは、徐波睡眠が出現する前の10～15分間の短時間仮眠の効果を検討した。その結果、睡眠段階1と2しか現われないこのような浅くて短い仮眠でも眠気や疲労が改善し、種々の作業成績が向上することがわかってきた。日中でも夜間でもその効果は2～3時間持続し、昼休み中に仮眠をとった場合でも午後の眠気を予防する効果があること、連続して3日以上仮眠をとり続けるとさらにその効果が高まること、しかし、このような浅い仮眠でも起床直後の数分間は睡眠慣性が出現すること、短時間仮眠後の睡眠慣性の低減には、仮眠前にカフェイン飲料を摂取することや、仮眠後に軽快な音楽を提示すること、目覚まし時計を使わず自ら決められた時間に起きる自己覚醒法が有効であること等がわかった。このような短時間仮眠の効果はベッドだけでなく車輦シートで眠った場合でも有効であり、居眠り運転事故防止に著効を示すことがわかった。

(2) 仮眠効果の規定因

このような短時間仮眠がなぜ回復効果をもつのかについては、睡眠段階2の長さ依存するという研究代表者らの説と、睡眠段階とは無関係で、仮眠の長さ依存するという説の二つが提唱された。研究代表者らは、睡眠段階1だけで構成される5分間の仮眠と、睡眠段階2を3分間含む9分間の仮眠の効果を比較し、睡眠段階1だけでは回復効果はほとんどないが、睡眠段階2が出現することで回復効果が得られることを報告した。睡眠段階1に回復効果が見られないことはいくつかの研究でも確認されている。研究代表者の主張に対しBrooks et al. (2006)は、作業成績が睡眠段階2の長さとは無関係であったことから、短時間仮眠の効果は睡眠段階2の長さとは無関係であると反論した。しかし、彼らの研究では、睡眠段階が正確に判定されていたかどうかは極めて疑わしい。国内外の

仮眠研究においては、いずれも仮眠中に睡眠段階1は4～5分出現しているが、彼らの研究では睡眠段階1の出現時間が1分未満であり、このようなことは通常の状況では起こりえないからである。ただし、後述するように、そもそも両方の研究には共通する方法論的問題点があり、結局、この議論には決着がついていない。

研究代表者やBrooks et al.の研究を含め、従来の仮眠研究は、そのすべてが仮眠の「長さ」を検討してきたが、仮眠の「質」については全く検討できていない。仮眠の回復効果の規定因を明らかにするには、仮眠の長さとは質の両方を検討することが必要であることは明白であるが、睡眠段階以外に仮眠の質を分類する基準が存在しなかったため、これまで仮眠の質を検討することができなかった。

2. 研究の目的

睡眠段階1には回復効果がほとんどないことが確認されていることから、研究代表者らは睡眠段階2の中に仮眠効果の規定因が存在すると考えた。そこで睡眠段階2の最中に出現する脳波に注目し、睡眠段階2の質を分類する新しい基準を作成するとともに、その基準を用いて仮眠による回復効果を規定する要因を検討することとした。

3. 研究の方法

(1) 睡眠段階2の量的効果の検証

2つの実験によって睡眠段階2の量的効果の検証を行った。実験1では、睡眠段階2を3分、6分、9分とらせたときの効果を検討した。実験2では、睡眠段階2を9分、12分、15分とらせたときの効果を検討した。

(2) 睡眠段階2の脳波段階

脳波段階の定性的検討

睡眠段階2の脳波を5秒毎に、1)平坦期、2)波期、3)紡錘波期、4)K複合波期、5)fast波期、6)slow波期、および7)混合期の7つに分類してこれを脳波段階とし、各脳波段階の出現様態を調べた。

脳波段階の定量的検討

睡眠段階2の脳波を5秒毎にスペクトル分析し、各脳波段階の定量的特徴を調べた。

(3) 睡眠段階2の脳波の質的効果の検証

仮眠の効果と脳波成分との相関分析

仮眠の回復効果に寄与する脳波成分を抽出するために、仮眠中の脳波と仮眠前後の作業成績、主観指標との関係を調べた。

紡錘波による仮眠効果の検証

先行研究により、睡眠段階2が3分間出現すれば仮眠効果が得られることが明らかになっていることから、予備的検討として、睡

睡眠段階 2 が 3 分間出現した時点における紡錘波の出現様態を検討した。さらに紡錘波が仮眠の回復効果に寄与しているのかを検証するために、紡錘波が一定数出現し時点で起こし、その効果を検討した。

4. 研究成果

(1) 睡眠段階 2 の量的効果の検証

睡眠段階 2 を 3 分、6 分、9 分とらせたときの効果を調べると、9 分取らせたときが最も効果が高かった。睡眠段階 2 を 9 分、12 分、15 分とらせた場合には効果に差がみられなかった。これらの結果から、日中の短時間仮眠による回復効果を得るには、睡眠段階 2 が 9 分出現することが必要十分条件であることが明らかとなった。

(2) 睡眠段階 2 の脳波段階

脳波段階の定性的検討

2,944 区間の脳波を分析した結果、平坦期 (41%)、波寿期(43%)、fast 波期(13%)で睡眠段階 2 の 97%を占めていたことから、これらの脳波段階の特徴をなす低振幅不規則波、波、fast 波が睡眠段階 2 の背景脳波であることがわかった。また、突発波である紡錘波は睡眠段階 2 の 45%の区間で出現していたことから、これらの脳波が睡眠段階 2 の質を規定する要因である可能性が示唆された。

脳波段階の定量的検証

平坦期は、波期と fast 波期よりもすべての周波数帯域でパワが低く、これらの脳波段階と明瞭に区別できた。波期と fast 波期は、0.5~3.5Hz の帯域パワで明瞭に区別できた。しかしながら、fast 波期が出現し始めたときには、短時間仮眠の効果がプラトーに達することから、波期と fast 波期の間で差が見られなかった帯域パワと帯域パワが仮眠の回復効果に寄与することが示唆された。

(3) 睡眠段階 2 の脳波の質的效果の検証

仮眠の効果と脳波成分との相関分析

波の活動を反映する帯域パワが高いほど、疲労が低く、意欲や作業に対する自己評価が高かった。また、紡錘波の出現頻度が高く、その持続時間が長いほど、標的の見逃しや誤反応が少なく、反応速度が速くなっていた。これらの結果から、仮眠の回復効果の規定因として、主観的レベルの回復には波が、行動レベルの回復には紡錘波が関与していることがわかった。

紡錘波による仮眠効果の検証

予備的検討の結果、睡眠段階 2 が 3 分間出現するまでに紡錘波が平均 6.9 個出現していたことから、紡錘波が 7 個出現した時点で起こす条件、睡眠段階 2 が 3 分出現した時点で

起こす条件、仮眠をとらない条件の 3 条件を設定し、仮眠の効果を検討した。その結果、どちらの仮眠条件でも主観的眠気と作業成績が改善したが、紡錘波が 7 個出現した時点で起こした方が、睡眠段階 2 が 3 分出現した時点で起こした場合よりも、作業中の居眠り防止に対して効果が高かった。これらの結果から、紡錘波が仮眠の回復効果の規定因として機能していることが確認できた。

(4) 研究成果の位置づけ、インパクトと今後の展望

従来の研究では、短時間仮眠の規定因は、仮眠そのものの長さか睡眠段階 2 の長さのいずれかであると考えられた。しかし、これらの研究は、仮眠の量的側面しか検討できていない。本研究の結果から、短時間仮眠における回復効果は、波と紡錘波が関与していることが示唆され、仮眠の回復効果の規定因として、仮眠の質が重要であることが示された。この成果を応用することで、今後、最適な仮眠の取り方を提唱できる。例えば、本研究の結果から、紡錘波が一定数出現した時点で起こせば、最適な仮眠の効果が得られる見通しを得た。紡錘波は比較的検出しやすい脳波成分であることから、これを検出する簡易的なデバイスを作成することによって、仮眠の最大効果を得ることのできる装置を開発することが可能となる。これによって居眠り防止に多大な効果をあげることができる。また、今回、睡眠段階 2 の脳波段階を提唱し、その質的分類を行った。夜間睡眠の約 50%を占める睡眠段階 2 は、睡眠研究のなかでもこれまであまり検討されてこなかったが、睡眠段階 2 の分類基準ができたことによって、今後、睡眠段階 2 の機能と役割に関する研究のさらなる進展が期待できる。

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 10 件)

千田琢・福間浩一・林 光緒、照明と寝具の仕様変更による鉄道運転士仮眠施設における睡眠環境改善に関する研究. 電気学会論文誌 D(産業応用部門誌), 査読有, 135 巻, 2015, pp.355-361, DOI: 10.1541/ieejias.135.355

Renouard, L., Fort, P., Ogawa, K. et al., The supramammillary nucleus and the claustrum activate the cortex during paradoxical (REM) sleep, Science Advances, 査読有, Vol. 1, 2015, e1400177, <http://advances.sciencemag.org/content/1/1/3/e1400177>

Hayashi, M., Fushimi, A., & Iizuka, H.,
Detection of EEG features of sleep stage
2 by a new scoring system. *Sleep and
Biological Rhythms*, 査読有, Vol.11,
2013, pp.245-253,
DOI: 10.1111/sbr.12032

林 光緒, 居眠り運転発生の生理的メカ
ニズム. *IATSS Review*, 査読有, 38 巻,
2013, pp.49-56.
[http://www.iatss.or.jp/common/pdf/pub
lication/iatss-review/38-1-06. pdf](http://www.iatss.or.jp/common/pdf/publication/iatss-review/38-1-06.pdf)

林 光緒, 睡眠の基礎. *日本臨牀*, 査読無,
71 巻, S5, 2013, pp.35-39.

小川景子, 佐々木由香. 睡眠と記憶,
Clinical Neuroscience, 査読無, 31 巻,
2013, pp.170-171.

林 光緒, 予防的仮眠の効果. *Clinical
Neuroscience*, 査読無, 31 巻, 2013,
pp.198-199.

Morita, Y., Ogawa, K. & Uchida, S., The
effect of daytime 2-hour nap on complex
motor skill learning. *Sleep and
Biological Rhythms*, 査読有, Vol.10,
2012, pp.302-309,
DOI:10.1111/j.1479-8425.2012.00576.x

Ikeda, H. & Hayashi, M., Longitudinal
study of self-awakening and sleep/wake
habits in adolescents. *Nature and
Science of Sleep*, 査読有, Vol.4, 2012,
pp.103-109.
DOI: 10.2147/nss.S35797

池田大樹・林 光緒, 自己覚醒が日中の眠
気に及ぼす影響, *心理学研究*, 査読有,
83 巻, 2012, pp.1-9,
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/
jjpsy/83/1/83_1/_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjpsy/83/1/83_1/_pdf)

〔学会発表〕(計 12 件)

Ogawa, K. & Otani, E. Role of REM sleep
in the emotional brain regulation for
social pain, 17th World Congress of
Psychophysiology, 23-27, Sep 2014,
Hiroshima, Japan

林 光緒, 心理学領域における睡眠研究,
日本睡眠学会第 39 回定期学術集会, 2014
年 7 月 3 日, 徳島市

小川景子, 永瀬美穂, 林 光緒, 睡眠時
間の確保が攻撃性の低下と自律神経活動

に及ぼす影響, 第 77 回日本心理学会,
2013 年 9 月 21 日, 札幌市

小川景子, 睡眠中の認知過程と脳波活動,
日本睡眠学会第 38 回定期学術集会, 2013
年 6 月 28 日, 秋田市

小川景子・上山絵美・林 光緒, スヌーズ
機能が覚醒直後の睡眠慣性へ及ぼす影響,
日本睡眠学会第 38 回定期学術集会, 2013
年 6 月 27・28 日, 秋田市

栗山あずさ・小川景子・林 光緒, 短時間
仮眠による回復効果を規定する脳波活動
の検討, 日本睡眠学会第 38 回定期学術
集会, 2013 年 6 月 27・28 日, 秋田市

栗山あずさ・小川景子・林 光緒, 短時間
仮眠による回復効果を規定する脳波活動
の検討, 第 31 回日本生理心理学会大会,
2013 年 5 月 18 日, 福井市

小川景子, 永瀬美穂, 林 光緒, 睡眠時間
の確保が攻撃性の低下に及ぼす影響, 第
31 回日本生理心理学会大会, 2013 年 5 月
18 日, 福井市

Tao, K., Nagase, M., Ogawa, K., &
Hayashi, M. The Influence of a
sufficient sleep time on a decline in
aggression. The 7th Asian Sleep
Research Society Congress, 1-2 Dec
2012, Taipei, Taiwan

Ogawa, K., Ueyama, E., & Hayashi, M.
The effects of snooze function on sleep
inertia immediately after awakening.
The 7th Asian Sleep Research Society
Congress. 1-2 Dec 2012, Taipei, Taiwan

Kuriyama, A., Ogawa, K., & Hayashi, M.
The relationship between EEG activity
and the recuperative power of a short
nap. The 7th Asian Sleep Research
Society Congress, 1-2 Dec 2012, Taipei,
Taiwan

Tao, K., & Hayashi, M., The effects of
nap duration on the consolidation of
declarative and procedural memories.
21st Congress of the European Sleep
Research Society, 7 Sep 2012, Paris,
France

〔図書〕(計 5 件)

林 光緒, 宮崎総一郎, 松浦倫子, 全日
本病院出版会, 睡眠習慣セルフチェック
ノート, 2015, 183 頁

宮崎総一郎，林 光緒，内田 直，中外医学社，睡眠のトレビア，2014，183頁

林 光緒，ゆまに書房，日本睡眠改善協議会編，応用講座睡眠改善学，2013，pp.9-17.

林 光緒，全日本病院出版会，宮崎総一郎・佐藤尚武（編），医療・看護・介護のための睡眠検定ハンドブック，2013，pp.35-41，46-70，138-141.

林 光緒，放送大学教育振興会，宮崎総一郎・佐藤尚武編，睡眠と健康，2013，pp.43-53，67-113.

〔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：
出願年月日：
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

林 光緒 (HAYASHI MITSUO)
広島大学・大学院総合科学研究科・教授
研究者番号：00238130

(2)研究分担者

小川 景子 (OGAWA KEIKO)
広島大学・大学院総合科学研究科・准教授
研究者番号：70546861

(3)連携研究者

()

研究者番号：

(4)研究協力者

伏見 葵 (FUSHIMI, Aoi)
飯塚 尚司 (IIZUKA, Hisashi)
栗山あずさ (KURIYAMA, Azusa)
川野 冴佳 (KAWANO Sayaka)