

平成 30 年 6 月 11 日現在

機関番号：32702

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2017

課題番号：26750341

研究課題名(和文) 運動に伴う中枢性および末梢性疲労回復機構における睡眠の役割の究明

研究課題名(英文) Investigation of the role of sleep in central and peripheral fatigue recovery mechanism associated with exercise

研究代表者

塩田 耕平 (Shioda, Kohei)

神奈川大学・人間科学部・助教

研究者番号：40638962

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：睡眠は疲労回復機構において重要な役割を果たしていると考えられている。また、疲労は中枢性疲労と末梢性疲労に分類することができ、それぞれの疲労と睡眠との関係性については十分に明らかにされていない。そこで本研究は、随意運動中に電気刺激を加える Interpolated Twitch法とフリッカーテストを用いて中枢性疲労および末梢性疲労を測定し、睡眠との関係性について検討した。本研究により、睡眠の有無によって疲労の関係性が異なる可能性が示唆され、中枢性疲労と末梢性疲労を分類した上で、睡眠の役割を明らかにする必要があることが示された。

研究成果の概要(英文)：Sleep is important for recovery mechanism from fatigue. Fatigue can be classified as central and peripheral fatigue. However, it is unclear that the relationship between central and peripheral fatigue in terms of sleep recovery. The purpose of this study, is to investigate the relationship between central and peripheral fatigue in terms of with or without sleep deprivation using critical flicker fusion frequency test and interpolated twitch technique. The present study suggested that relationship of fatigue might differ depending on with or without sleep. Therefore, there is a need to clear the role of sleep in terms of recovery from fatigue after classifying central and peripheral fatigue.

研究分野：睡眠科学

キーワード：睡眠 疲労回復 中枢性疲労 末梢性疲労

1. 研究開始当初の背景

本邦において、半年以上続く慢性的な疲労を感じている人の割合は国民の 38.7%にも上る(厚生労働省, 2012)。それ故、疲労に関する問題は社会的にも経済的にも非常に重要である。疲労を回復させる代表的な方法として、休息・栄養・運動がある。中でも休息としての睡眠は他の方法よりも従事時間が長く、修復機構としての役割も伴うため、果たす役割が最も大きい。これまでの睡眠科学分野においては、断眠によって惹起される疲労と睡眠の関係性について主に研究されてきたが、これまでの研究には以下の2つの問題を抱えている。

【問題 1】疲労は中枢性疲労と末梢性疲労に分類される。従来の研究では中枢性疲労(=断眠による疲労)しか取り扱っていないため、末梢性疲労と睡眠との関係性が不明である。

【問題 2】疲労を惹起する実験条件と疲労回復させる睡眠条件の設定が画一的であるため、疲労と睡眠との因果関係が不明である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、新しい評価法によって疲労の発現部位を中枢と末梢で区別し、疲労の発現部位による睡眠の疲労回復効果の違いを検討することである。そのため本研究では、疲労を回復させる方法としての“睡眠”に着目した。このため、本研究では前項の2つの問題を以下の方法により解決を試みた。

【解決 1】随意運動中に電気刺激を加える(Interpolated Twitch 法: IT 法)ことによって中枢からの活動と末梢からの活動を区別し、中枢性疲労と末梢性疲労を区別して評価する。

【解決 2】疲労を引き起こす運動条件と疲労回復させる睡眠条件を複数設定する。

3. 研究の方法

(1)目的: 夜間睡眠の遮断(断眠)によって、中枢性疲労が増加するか否かを検討する。
仮説: 夜間睡眠の遮断によって、中枢性疲労は増加する。

方法: 《対象》運動習慣のない、規則正しい睡眠習慣を有している若年成人。本実験の前に腕時計型活動量計で1週間の睡眠習慣を計測し、規則正しい就寝時刻および起床時刻で生活を送っている者を対象とする。《実験プロトコル》実験は、コントロール(通常睡眠)条件、部分断眠(50%断眠)条件、完全断眠(100%断眠)条件の3条件とし、各条件の順序はカウンターバランスをとる。睡眠中の生理指標に加え、睡眠の前後で覚醒中の眠気指標、疲労の指標を記録する。疲労の指標として IT 法を用いて、等尺性肘関節屈曲運動を実施した。

《測定項目》睡眠指標【脳波活動・心拍変動】、眠気指標【スタンフォード眠気尺度・主観的眠気】、疲労指標【IT 法による筋の活性化度(voluntary activation: VA)・安静時単収縮

力(resting twitch: RT)・最大随意収縮(maximum voluntary contraction: MVC)・主観的疲労度・自覚症しらべ・フリッカー値】。安静時単収縮(RT)とは、安静時に電気刺激を加えることによって生じる筋収縮力を指しており、筋自体の収縮力すなわち末梢性疲労の指標として用いられている。一方で、フリッカー値とは、精神的疲労の検査法として用いられているフリッカーテストによって得られる数値であり、光の点滅周波数を変化させ、ちらつきが判別可能な周波数を指す。この値は大脳皮質の機能低下を反映していると考えられており、疲労によりフリッカー値が低下することが明らかとなっている(Curran et al., 1990)。

(2)目的: 高強度運動に伴う末梢性疲労が、夜間睡眠により回復するか否かを検討する。
仮説: 高強度運動によって生じる末梢性疲労は、夜間睡眠によって回復する。一方で、断眠条件では回復率が減少する。

方法: 《対象》運動習慣のない、規則正しい睡眠習慣を有している若年成人。本実験の前に腕時計型活動量計で1週間の睡眠習慣を計測し、規則正しい就寝時刻および起床時刻で生活を送っている者を対象とする。

《実験プロトコル》実験は、コントロール(通常睡眠)条件、部分断眠(50%断眠)条件、完全断眠(100%断眠)条件の3条件とし、各条件の順序はカウンターバランスをとる。睡眠前に伸張性筋収縮を伴う高強度運動を実施することによって、主に末梢性疲労を引き起こす。高強度運動の内容は、最大拳上可能重量の75%負荷としたアームカールを実施した。2秒間屈曲、2秒間伸展のリズムで拳上不可能になるまで実施し、セット間に1分間の休息を挿み合計3セット実施した。睡眠中の生理指標に加え、睡眠および運動の前後で覚醒中の眠気指標、中枢性疲労の指標、末梢性疲労の指標を記録する。疲労の指標として IT 法を用いて、等尺性肘関節屈曲運動を実施した。

《測定項目》睡眠指標【脳波活動・心拍変動・深部体温】、眠気指標【スタンフォード眠気尺度・主観的眠気】、疲労指標【IT 法による筋の活性化度(VA)・安静時単収縮力(RT)・最大随意収縮(MVC)・主観的疲労度・自覚症しらべ・フリッカー値】。

4. 研究成果

(1)通常睡眠条件および50%断眠条件と比較して、100%断眠条件は翌日の主観的眠気および疲労度が高いことが示された。一方で、随意最大筋力、IT 法による筋の活性化度(VA)については条件間に差が見られなかった。

本実験によって、「夜間睡眠の遮断によって、中枢性疲労は増加する」という仮説を支持する結果は得られなかった。主観的疲労度は高値を示しているにも関わらず、IT 法による中枢性疲労の指標に変化が生じなかった理由として、下記の2点が考えられる。

・主観的疲労と IT 法による中枢性疲労は異なる発生機構を有している。

・1日の断眠では主観的疲労のみ高くなるが、断眠状態が継続されると中枢性疲労も高くなる。

これらの理由を検証するためには、より長い断眠期間を設ける等、今後さらなる研究が必要となる。

また、疲労指標を各条件内で検討した結果、フリッカー値(CFFF)と安静時単収縮力(RT)に関して、通常睡眠条件および50%断眠条件においては有意な正の相関関係が認められた。一方で100%断眠条件においては有意な相関関係は認められなかった(図1)。

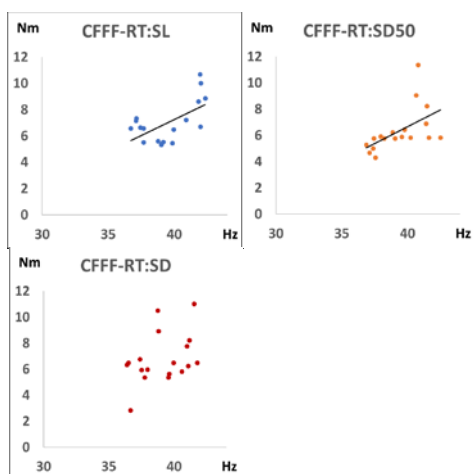


図 1. フリッカー値と RT の相関関係

本研究結果から、睡眠の有無によってフリッカー値と末梢性疲労の関係性が変化することが示された。すなわち、睡眠時間の長さよりも、睡眠をとること自体が疲労回復に影響を及ぼしている可能性が示唆された。

今後は、睡眠の質と疲労指標について、より詳細な関係性を明らかにする必要がある。

(2)100%断眠条件における翌日の RT は通常睡眠条件および 50%断眠条件と比較して低値を示した。一方で、随意最大収縮(MVC)は条件間に違いは認められなかった。本研究結果から、高強度運動に伴う末梢性疲労は睡眠によって回復が促進する可能性が示唆された。運動と睡眠の関係性を検討した研究は多く存在するが、運動に伴う疲労回復機構における睡眠の役割については十分に明らかとなっていない。本研究を進化させることによって、その役割の一端を明らかにすることが可能になると考えられる。

(3)当初の予想とは異なり、本研究によって中枢性および末梢性疲労の回復機構における睡眠の役割を十分に明らかにすることはできなかった。しかしながら、睡眠の有無によって疲労の関係性が異なる可能性が示唆され、中枢性疲労と末梢性疲労を分類した上で、睡眠の役割を明らかにする必要がある

ことを示すことができたと考えられる。今後は各々の疲労指標と睡眠指標との関係性について詳細に検討することによって、疲労回復における睡眠の役割を明確にすることが重要になると考えられる。

<引用文献>

- ① Curran S. et al., (1990).
Critical flicker fusion in normal elderly subjects; a cross-sectional community study.
Curr Psychol, 9(1), pp. 25-34.

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 0 件)

[学会発表] (計 3 件)

- ① Shioda, K., Honma, T., Hayashi, T., Sugimura, H.
The influence of sleep deprivation on recovery from fatigue following eccentric strength exercise.
23rd annual congress of European College of Sport Science, 2018.
- ② Shioda, K., Sugimura, H.
The relationship between central and peripheral fatigue in terms of with or without sleep deprivation.
22nd annual congress of European College of Sport Science, 2017.
- ③ Shioda, K., Sugimura, H.
The effect of sleep on recovery from central fatigue.
21st annual congress of European College of Sport Science, 2016.

[図書] (計 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 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 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

フィンランド，ユバスキュラ大学における研
究セミナー発表

Shioda, K.

The effect of sleep on recovery from
fatigue.

2017年7月4日.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

塩田 耕平 (SHIODA, Kohei)

神奈川大学・人間科学部・人間科学科・助教

研究者番号：40638962

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

()