

睡眠中の脳活動依存的な電流刺激が及ぼす記憶成績への影響について

1230367 藤本 新世 【 認知神経科学研究室 】

1 はじめに

睡眠は学習や記憶などに対して重要な役割を担っており、記憶は睡眠中の、特に深い徐波睡眠の段階で生じる記憶のリプレイ活動によって固定化されると言われている [1]。先行研究から、深い徐波睡眠時に大脳新皮質に見られる Slow Oscillation(SO) という脳波が記憶の固定化と関連しており、この脳波を増強することで記憶機能を向上させることができることが分かっている [2]。しかし、先行研究では SO と同位相の交流電流刺激を与えた場合と刺激を与えない sham 刺激の場合のみ比較しているため、逆位相の交流電流刺激で SO を減弱させた場合どうなるのかが不明である。また刺激によって成績が変化したのか、それとも位相によって成績が変化したのかも不明である。本実験では SO と逆位相の交流電流刺激を与えた方が SO と同位相の交流電流刺激を与えた場合よりも睡眠後の記憶課題の成績が下がることを仮説とし、位相の変化が記憶成績に影響を与えているかの検証を行った。

2 実験方法

本実験は、高知工科大学の学生のうち、18~24 歳の男性 30 名、女性 8 名の計 38 名を対象に行った。被験者には 1.5 時間の睡眠を課し、脳波を計測した。その間に、検出した SO に対する交流電流刺激を非侵襲的な方法でリアルタイムで与えた。交流電流刺激は SO に対して同位相または逆位相の 2 条件であり、被験者ごとに位相を選び、その位相の交流電流刺激を与えた。睡眠前後には覚醒度の測定と対連合記憶課題を実施した。対連合記憶課題では、睡眠前に動詞と画像 (物体 (自然物 or 人工物) or 顔 (男性 or 女性)) のペアを関連付けてイメージして記憶させ、その動詞および画像の記憶テストを睡眠前後に行った (図 1)。記憶テストでは、対連

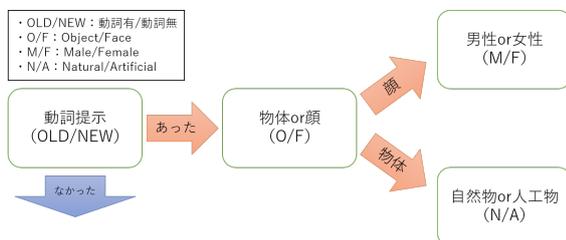


図 1 対連合記憶課題の動詞の再認と対連合記憶の想起過程

合記憶課題で提示した動詞 (old) と提示されなかった新しい動詞 (new) を提示し、被験者はその判断を行った (OLD/NEW)。あったと判断した場合、O/F(物体/顔)判断し、その回答に応じて M/F(男性/女性)、もしくは N/A(自然物/人工物)に回答した。また OLD/NEW 以

外の各判断の回答時に、その回答の確信度を「1. 全く自信がない~5. とても自信がある」の 5 段階で評価させた。これらの記憶成績の睡眠前後の違いを同位相と逆位相条件で比較した。

3 結果

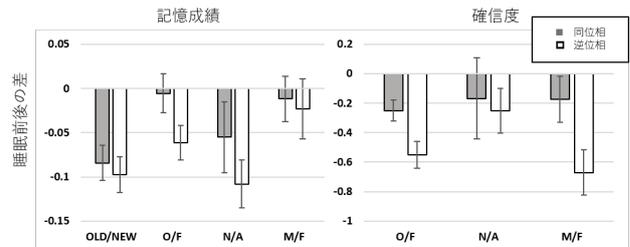


図 2 記憶成績と確信度の睡眠前後の差

睡眠前と睡眠後の記憶成績の差を図 2 左に、確信度の差を図 2 右に示す。エラーバーは標準誤差を表している。全体的に逆位相の方が同位相と比べて記憶成績と確信度の低下が大きい傾向が見られ、本研究の仮説と一致した。これらの結果について 2 標本 t 検定を行ったところ、記憶成績は OLD/NEW : $p=0.645$, O/F : $p=0.064$, N/A : $p=0.28$, M/F : $p=0.788$, 確信度は O/F : $p=0.014$, N/A : $p=0.792$, M/F : $p=0.029$ であり、O/F と M/F の確信度の差の 2 項目に有意な結果が得られた。

4 考察・まとめ

結果の傾向は睡眠後の記憶成績と確信度の低下が逆位相で大きいというものであり、仮説と一致する。しかし、O/F と M/F の確信度の差以外に有意な結果が得られなかった。これはサンプル数が少ないためであると考えられる。この結果は与えた交流電流刺激の位相の変化が記憶成績に影響を及ぼした可能性を示唆する。具体的に、深睡眠時に見られる SO に同位相の交流電流刺激を与えたことで SO が増強され、逆位相の場合と比べて記憶成績の低下が抑制されたと考えられる。今後は、同位相の場合に成績の低下が抑制されているのか、それとも逆位相の場合に成績の低下が促進されているのかをより正確に検証するためにも刺激を与えない sham 刺激を加えた 3 条件での研究が必要になるだろう。

参考文献

[1] ベネロベ・ルイス, “眠っているとき、脳では凄いことが起きている: 眠りと夢と記憶の秘密”, 株式会社インターシフト, pp.65-87, 2015.

[2] Ketz, Nicholas, et al. “Closed-loop slow-wave tACS improves sleep-dependent long-term memory generalization by modulating endogenous oscillations.”, The Journal of Neuroscience, pp.7314-7326, 2018.