

令和 7 年度
【長期研究 3】

EMDR によるトラウマ症状及び睡眠の質の改善に関する検討

要旨

生命を脅かしうる様々な出来事への曝露が、心的外傷後ストレス障害 (PTSD) の発症要因となる。PTSD の症状の中には、悪夢や睡眠障害といった症状も含まれており、こうした睡眠に関する問題は、PTSD を維持する要因であると考えられている。PTSD の睡眠の質を客観的に評価する方法の一つに脳波が挙げられるが、PTSD 患者を対象とした研究では、睡眠脳波の特徴について研究間で結果が一致しておらず、睡眠障害の程度と睡眠中の脳活動との関連についても十分に整理されているとは言い難い。本研究の目的は、PTSD 患者における睡眠時の脳波パターンと睡眠障害との関連について先行研究のレビューを行い、睡眠の質および睡眠中の脳活動の特徴に関する知見を整理することであった。そのために本研究では、6 本の研究に関するレビューを行った。

その結果、PTSD 群は統制群に比べて主観的な睡眠の質が低く、不眠や悪夢の報告が多かった。また、PTSD 群は夜間の覚醒回数が多く、睡眠が断片化していた。脳波に関しては、 β 波は共通して高かったものの、 θ 波は研究によって結果が異なっていた。これらの結果は、PTSD 患者における睡眠時の覚醒状態の高まりを示唆するものであった。PTSD における睡眠症状に対しては、不眠症に対する認知行動療法の有効性が確認されているほか、ナラティブ・エクスポージャー・セラピーや眼球運動による脱感作と再処理法 (EMDR) のようなトラウマ焦点化治療も効果的であることが明らかになっている。とくに EMDR の治療メカニズムは睡眠の観点から説明されることもあるため、その点に関して考察した。

研究体制：柿木慎吾，酒井佐枝子，加藤寛

I. 問題と目的

戦争、災害、事件・事故、性被害など、生命を脅かしうる様々な出来事への曝露が、心的外傷後ストレス障害 (posttraumatic stress disorder : PTSD) の発症要因となる。PTSD の主な症状は、再体験、回避、認知と気分の陰性変化、過覚醒であり、これらの中には悪夢 (夢の内容と情動またはそのいずれかが心的外傷的出来事に関連している、反復的で苦痛な夢) や 睡眠障害 (入眠や睡眠維持の困難、または浅い眠り) といった睡眠に関する症状も含まれており¹⁾、臨床場面においても訴えの多い重要な問題である。

睡眠は単なる休息のための手段ではなく、日中に経験した出来事や学習した内容を記憶として定着させるための役割を担うとされている²⁾。とくにレム睡眠や徐波睡眠などの睡眠段階における神経活動は、情動記憶や学習内容の統合に関与することが示唆されているが³⁾、PTSD 患者ではレム睡眠が断片的でかつ持続時間が短いことが報告されている⁴⁾。そして、睡眠に関する問題は PTSD を維持する要因となる⁵⁾。

睡眠の質や睡眠構造を客観的に評価する方法として、ポリソムノグラフィーが広く用いられており、その中でも脳活動を反映する脳波は、睡眠段階の判定や睡眠中の神経活動の特徴を評価するうえで中心的な指標とされている。しかし、PTSD 患者を対象とした研究では、睡眠脳波の特徴について研究間で結果が一致しておらず、睡眠障害の程度と睡眠中の脳活動との関連についても十分に整理されているとは言い難い。

そこで本研究では、PTSD 患者における睡眠時の脳波パターンと睡眠障害との関連について先行研究のレビューを行い、睡眠の質および睡眠中の脳活動の特徴に関する知見を整理することを目的とする。

II. 方法

文献収集は PubMed にて行った。検索語は “posttraumatic stress disorder” または “PTSD” に “insomnia” または “nightmare” または “sleep disturbance” と “electroencephalography” または “EEG” を組み合わせ、検索語がタイトルまたは抄録に含まれている文献のみを対象とした。72 本の文献のうち、重複した文献 31 本を除外した。その後、レビューや総説 8 本、研究プロトコル 1 本、英語以外の言語で書かれている研究 1 本を除外した。続いて抄録に目を通し、PTSD を対象としていない研究 8 本

と動物実験 6 本を除外した。残った 17 本の研究のうち、閲覧可能な 10 本の研究について本文を精読し、ニューロフィードバックに関する研究 3 本と睡眠と脳波の関連を検討していない研究 1 本を除外した。最終的に 6 本の研究を、本研究におけるレビューの対象とした。

III. 結果

6 本の研究の概要を以下に要約した。

① de Boer et al.(2020)⁶⁾

警察官と退役軍人 30 名を対象としていた。このうち、PTSD と診断されている者が 16 名、診断されていない者が 14 名であり、それぞれ PTSD 群と統制群に分けられた。主観的な睡眠の評価においては、PTSD 群は統制群に比べて睡眠の質が低く、不眠や悪夢の報告が有意に多かった。脳波を計測したところ、ノンレム睡眠時の右前頭部 (F4) における徐波は不眠症状と有意に相関していた。レム睡眠時の右後頭部 (O2) における徐波は不眠症状および悪夢と有意に相関していた。

② Germain et al.(2006)⁷⁾

暴力犯罪の被害者 10 名 (PTSD 群)、慢性のストレスを抱える者 5 名 (HOME 群)、健常者 (LAB 群) 10 名が研究に参加した。結果、PTSD 群は LAB 群に比べて β 波活動が有意に高かった。また、 δ 波活動は PTSD 群が他の 2 群よりも有意に高かった。とくに β 波活動の高さは、睡眠時の活性化と関与している可能性が示唆された。

③ Jang et al.(2017)⁸⁾

セウォル号沈没事故の犠牲者遺族 84 名 (PTSD 群) と健常群 25 名が研究に参加した。PTSD 群は健常群に比べて、左右前頭部 (Fp1 と Fp2) の β 波が有意に高かった。PTSD 群では、不眠症状の重症度と β 波の強さの間に有意な負の相関が見られた。また、PTSD 群の中でも、不眠症状の得点が高い群は低い群よりも β 波が有意に低かった。

④ Modarres et al.(2018) ⁹⁾

退役軍人 76 名が研究に参加した。このうち、38 名は PTSD と診断された PTSD 群であり、残りの 38 名は PTSD と診断されていない統制群であった。PTSD の診断と睡眠の関連については、覚醒時は右後頭部 (O2) と右中心部 (C4) および左右前頭部 (F3 と F4) のコヒーレンスが、ノンレム睡眠のステージ 1 では右後頭部 (O2) と左中心部 (C3) のコヒーレンスが、ノンレム睡眠のステージ 2 では左後頭部 (O1) と左中心部 (C3) と左前頭部 (F3) のコヒーレンスが、PTSD 群と健常群を区別する指標となっていた。

PTSD の重症度と睡眠の関連については、覚醒時は左前頭部 (O1) と左中心部 (C3)、左前頭部 (F3)、右中心部 (C4)、右前頭部 (F4) のそれぞれ間のコヒーレンスが、ノンレム睡眠のステージ 1 では中心部と前頭部の間の半球間コヒーレンスが、ノンレム睡眠のステージ 2 では右後頭部と右前頭部の半球内コヒーレンスおよび後頭部と中心部と前頭部の間の半球間コヒーレンスが、PTSD 群と健常群を区別する指標となっていた。

⑤ Moldofsky et al.(2016) ⁹⁾

退役軍人のうち、PTSD と診断されている 39 名 (PTSD 群) と、PTSD とは診断されていないが睡眠に関する問題を訴えている 59 名 (統制群) が研究に参加した。PTSD 群は統制群に比べて、身体症状や精神症状のスコアが有意に高かった。また、睡眠潜時とレム睡眠潜時は PTSD 群の方が統制群よりも有意に長く、徐波睡眠とレム睡眠の割合は PTSD 群の方が統制群よりも有意に少なかった。

⑥ van Liempt et al. (2011) ¹⁰⁾

PTSD と診断されている退役軍人 13 名 (PTSD 群)、PTSD と診断されていないが A 基準を満たす退役軍人 17 名 (非 PTSD 群)、健常群 15 名が研究に参加した。PTSD 群は非 PTSD 群や健常群に比べて、23 時から 3 時までの間の起床回数が有意に多く、睡眠が断片的であった。徐波睡眠の時間や割合に関しては、群間差は見られなかった。また、PTSD 群は健常群に比べて、0 時から 1 時の間の成長ホルモンの量が有意に少なかった。単語課題では、PTSD 群は健常群よりも想起量が有意に少なかった。

IV. 考察

本研究では、PTSD 患者における睡眠時の脳波パターンと睡眠障害との関連について先行研究のレビューを行い、睡眠の質および睡眠中の脳活動の特徴に関する知見を整理することを目的とした。

本研究の結果、PTSD 群は統制群に比べて主観的な睡眠の質が低く、不眠や悪夢の報告が多かった⁶⁾。また、PTSD 群は夜間の覚醒回数が多く、睡眠が断片化していた¹¹⁾。これらの結果は、PTSD 患者において睡眠障害が頻繁にみられるという先行研究の知見と一致している⁵⁾。脳波については、PTSD 群は健常群と比較して、前頭部を中心に β 波活動が高いことが報告されていた^{7,8)}。一般的に、 β 波は覚醒時の脳活動と関連するとされており、睡眠中の β 波活動の増加は睡眠中の覚醒水準の亢進を示唆する可能性がある⁷⁾。そして、このような特徴は PTSD における過覚醒症状の神経生理学的基盤を反映している可能性が考えられる。一方で、徐波睡眠に関する結果は必ずしも一致していなかった。Moldofsky らの研究では、PTSD 群は統制群に比べて徐波睡眠の割合が少ないことが報告されていたが¹⁰⁾、van Liempt らの研究では、徐波睡眠の時間や割合に群間差は認められなかった¹¹⁾。また、Germain らの研究では δ 波活動がむしろ高いという結果が示されていた⁷⁾。このような結果の不一致は、外傷体験の種類やサンプルサイズの違いの影響による可能性が考えられる。睡眠と認知機能の関連については、PTSD 群は健常群に比べて単語課題の成績が低く、睡眠の質の低下が記憶機能と関連している可能性が示唆された¹⁰⁾。睡眠は記憶の固定に重要な役割を担うとされているため²⁾、PTSD における睡眠障害は外傷関連記憶の処理や情動調整に影響を及ぼす可能性が考えられる。

PTSD における睡眠障害を改善する上で、不眠症に対する認知行動療法 (cognitive behavioral therapy for insomnia: CBT-I) が効果的であることがメタ分析から明らかになっている¹²⁾。CBT-I は、持続エクスポージャー療法や認知処理療法などのトラウマ焦点化治療に組み合わせても、不眠症状を有意に改善することが報告されている^{13,14)}。また、ナラティブ・エクスポージャー・セラピーや眼球運動による脱感作と再処理法 (eye movement desensitization and reprocessing: EMDR) のように、単体で実施しても不眠症状を改善し、総睡眠時間やレム睡眠の量を有意に増加させることの可能な介入もある

^{15, 16)}。

EMDR では、治療中にセラピストが指を水平方向に往復運動させてクライアントの眼球運動を誘導するのが特徴的である。なぜ眼球運動を誘導するのか、その理由については複数の仮説が提唱されており、その中には、眼球運動がレム睡眠様状態やノンレム睡眠様状態の記憶処理状態を脳内で作り出しているとする説もある^{17, 18)}。眼球運動と脳波の関連についても検討がなされており、眼球運動実施後は実施前に比べて、前頭部の γ 波帯域における半球間コヒーレンスが有意に減弱していた¹⁹⁾。また、眼球運動が β 波帯域における左右前頭部の半球内コヒーレンスを増加させることも明らかになっている²⁰⁾。今後、本研究で得られた知見を EMDR の知見と統合する形で臨床的に研究していく必要があるだろう。

最後に本研究の限界について述べる。本研究でレビューした文献は 6 本と非常に少なく、得られた知見は非常に限定的である。今後はより大規模なサンプルを用いた研究や外傷体験の種類を考慮した研究を行うことで、PTSD における睡眠脳波の特徴と睡眠障害との関連をより詳細に明らかにする必要がある。

引用文献

- 1) American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5th edition, DSM-5*. Washington DC. 2013.
- 2) Stickgold R. Sleep-dependent memory consolidation. *Nature*. 2005; 437(27): 1272-1278.
- 3) Diekelmann S, Born J. The memory functions of sleep. *Nature Reviews Neuroscience*. 2010; 11(2): 114-126.
- 4) Mellman TA, Bustamante V, Fins AI, Pigeon WR, Nolan B. REM sleep and the early development of posttraumatic stress disorder. *American Journal of Psychiatry*. 2002; 159(10): 1696-1701.
- 5) Pace-Schott EF, Germain A, Milad M. Sleep and REM sleep disturbance in the pathophysiology of PTSD: The role of extinction memory. *Biology of Mood & Anxiety Disorders*. 2015; 5(1): 3.
- 6) de Boer M, Nijdam MJ, Jongedijk RA, Bangel KA, Olff M, Hofman WF, Talamini LM. The spectral fingerprint of sleep problems in post-traumatic stress disorder. *Sleep*. 2020; 43(4): zsz269.

- 7) Germain A, Hall M, Shear MK, Nofzinger EA, Buysse DJ. Ecological study of sleep disruption in PTSD: A pilot study. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2006; 1071(1): 438-441.
- 8) Jang KI, Shim M, Lee SM, Huh HJ, Huh S, Joo JY, Lee SH, Chae JH. Increased beta power in the bereaved families of the Sewol ferry disaster: A paradoxical compensatory phenomenon?: A two-channel electroencephalography study. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*. 2017; 71(11): 759-768.
- 9) Modrres MH, Opel RA, Weymann KB, Lim MM. Strong correlation of novel sleep electroencephalography coherence markers with diagnosis and severity of posttraumatic stress disorder. *Scientific Reports*. 2019; 9(1): 4247.
- 10) Moldofsky H, Rothman L, Kleinman R, Rhind SG, Richardson D. Disrupted EEG sleep, paranoid cognition and somatic symptoms identify veterans with post-traumatic stress disorder. *BJPsych Open*. 2016; 2(6): 359-365.
- 11) van Liempt S, Vermetten E, Lentjes E, Arends J, Westnberg H. Decreased nocturnal growth hormone secretion and sleep fragmentation in combat-related posttraumatic stress disorder: Potential predictors of impaired memory consolidation. *Psychoneuroendocrinology*. 2011; 36(9): 1361-1369.
- 12) Hertenstein E, Trinca E, Wunderlin M, Schneider CL, Züst MA, Fehér KD, Su T, Straten A, Berger T, Baglioni C, Johann A, Spiegelhalder K, Riemann D, Feige B, Nissen C. Cognitive behavioral therapy for insomnia in patients with mental disorders and comorbid insomnia: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*. 2022; 62: 101597.
- 13) Colvonen PJ, Drummond SPA, Angkaw AC, Norman SB. Piloting cognitive behavioral therapy for insomnia integrated with prolonged exposure. *Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy*. 2019; 11(1): 107-113.
- 14) Pigeon WR, Crean HF, Cerulli C, Gallegos AM, Bishop TM, Heffner KL. A randomized clinical trial of cognitive-behavioral therapy for insomnia to augment PTSD treatment in survivors of interpersonal violence. *Psychotherapy and Psychosomatics*. 2021; 91(1): 50-62.
- 15) Park JK, Park J, Elbert T, Kim SJ. Effects of narrative exposure therapy on

- posttraumatic stress disorder, depression, and insomnia in traumatized North Korean refugee youth. *Journal of Traumatic Stress*. 2020; 33(3): 353-359.
- 16) Rousseau PF, Vallat R, Coste O, Cadis H, Nicolas F, Trousselard M, Ruby P, Khalfa S. Sleep parameters improvement in PTSD soldiers after symptoms remission. *Scientific Reports*. 2021; 11(1): 8873.
 - 17) Stickgold R. EMDR: A putative neurobiological mechanism of action. *Journal of Clinical Psychology*. 2002; 58(1), 61-75.
 - 18) Pagani M, Amann BL, Landin-Romero R, Carletto S. Eye movement desensitization and reprocessing and slow wave sleep: A putative mechanism of action. *Frontiers in Psychology*. 2017; 8, 295202.
 - 19) Propper RE, Pierce J, Geisler MW, Christman SD, Bellorado N. Effect of bilateral eye movements on frontal interhemispheric gamma EEG coherence implications for EMDR therapy. *The Journal of Nervous and Mental Disease*. 2007; 195(9): 785-788.
 - 20) Keller B, Stevens L, Lui C, Murray J, Yaggie M. The effects of bilateral eye movements on EEG coherence when recalling a pleasant memory. *Journal of EMDR Practice and Research*. 2014; 8(3): 113-128.