

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 21 日現在

機関番号：24402

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26560384

研究課題名(和文)子どものオーダーメイド型疲労回復法の創出研究

研究課題名(英文)Order-made approaches for recovery from fatigue in children

研究代表者

水野 敬(Mizuno, Kei)

大阪市立大学・大学院医学研究科・特任講師

研究者番号：60464616

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本挑戦的萌芽研究では、子どもの疲労と最も結び付きが強いとされる睡眠覚醒リズムの是正に資する個々の生活習慣に基づいた、すなわち、個々人の子どもの疲労回復に資するオーダーメイド型の生活習慣改善法の開発を目的とした。健康小中学生に対する個別の生活習慣や睡眠習慣介入により、自覚的疲労感や認知機能の改善効果が得られた。しかしながら、介入による安静時の副交感神経活動の低下や覚醒時活動量の低下などの結果も得られており、改善効果については慎重な解釈も要することを示唆した。今後は介入項目と期間を検討し、研究を進めていくことが肝要と考えられる。

研究成果の概要(英文)：The aim of the present study was the development of order-made methods for improvement of lifestyle in children by modifying a sleep-wake rhythm involved in fatigue in healthy individuals of children. In healthy individuals of elementary and junior high school, some interventions to control their lifestyle induced decrease in subjective fatigue sensation and improvement of cognitive function. However, decreases in parasympathetic nerve activity in resting state and daily activity of wake condition by these interventions, and therefore, the interpretation of results should be carefully. The contents and term of intervention should be considered in future study.

研究分野：疲労科学

キーワード：疲労 小児 思春期 認知機能 自律神経 生活習慣 睡眠 介入試験

1. 研究開始当初の背景

近年、慢性的に疲れている子ども達は増加傾向にある。諸外国においては約7~20%の小中学生が疲労を訴え、2006年の我々の日本での調査においても30日以上継続する疲労感を訴える子どもの割合は、小学生の9%、中学生の19%にも上っている(水野ら, 日本疲労学会誌, 9(2): 101-103, 2014)。さらに、2015年の我々の疲労実態の予備的調査においては、小学生の約30%、中学生の約40%が1ヶ月以上続く疲労状態にあることがわかった。

子どもの疲労の客観的評価法として、自律神経機能および認知機能計測の有用性が示されている(Tanaka et al., Journal of Physiological Sciences, 65(6): 483-498, 2015)。疲労状態では、安静時にも関わらず自律神経の副交感神経機能の低下と交感神経の過活動状態に陥る。また、認知機能においては、疲労により注意配分力(二つ以上のことを同時に遂行する能力)と注意転換力(注意を柔軟に切り換える能力)が著しく低下することを先行研究にて明らかにしている(Mizuno et al., Brain & Development, 33(6): 470-479, 2011)。これらの心理生理学的指標を用いて、個々人の抗疲労介入効果を明らかにできることが期待できる。

2. 研究の目的

本挑戦的萌芽研究では、子どもの疲労と最も結び付きが強いとされる睡眠覚醒リズムの是正に資する個々の生活習慣に基づいた、すなわち、個々人の子どもの疲労回復に資するオーダーメイド型の生活習慣改善法の開発を目的とした。

3. 研究の方法

小中学生の健常児を対象に、個別生活習慣の介入試験を実施した。被験者と保護者のインフォームドコンセントを得た後、介入前の疲労度検査として、質問票調査、自律神経機能検査および認知機能検査を実施した。

質問票調査においては、試験前に被験者の普段の疲労度、学習意欲の程度を把握するため、自己記入式質問票の日本語版 Chalder's Fatigue Scale (Tanaka et al., Psychological Reports, 103: 683-690, 2008) と内発的・外発的動機付け尺度および学習の努力報酬不均衡モデル調査票 (Fukuda et al., Behavioral Medicine, 36(2): 53-62, 2010) を用いた。後述の認知課題前後において、主観的な易疲労性を評価するために、主観的疲労度を Visual

Analogue Scale (VAS, 日本疲労学会 URL 参照: <http://www.hirougakkai.com/VAS.pdf>) を用いた記録を行った。

自律神経機能計測に関しては、心電波と脈波の同時計測により簡便かつ高精度に自律神経機能を評価可能とした装置を用いて、安静閉眼時の自律神経活動を評価した(図1)。得られた心電波と脈波に対し最大エントロピー法による周波数解析を施し、パワースペクトル成分を抽出した。主に交感神経活動の指標となる0.04~0.15 Hzの低周波(Low Frequency, LF)成分と副交感神経活動の指標となる0.15~0.4 Hzの高周波(High Frequency, HF)成分を基に自律神経機能を評価した。



図1. 自律神経計測センサー

認知課題として、幾つかの候補認知課題の中から様々な検討を行い、ディスプレイ上にランダムな位置に点在する計25個で形成される数字と平仮名を交互に探索を要する(あ い ... し)注意転換課題(Task E on modified Advanced Trial Making Test, mATMT-Task E)が、学習効果が小さいことを見出し、かつ、我々の先行研究にて明らかにした疲労度評価への有用性の知見(Mizuno et al., Brain & Development, 33(6): 470-479, 2011.; Kawatani et al., Brain & Development, 33(10): 832-841, 2011)を鑑みて本研究にて採用することとした(図2)。

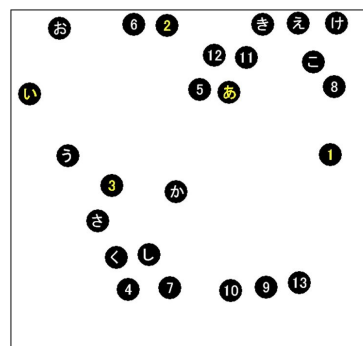


図2. Task E on mATMT

また、抑うつ傾向により低下する認知課題である (Tanaka et al., Medical Science Monitor, 18(12): CR706-711, 2012)。信号の色「赤色と青色」と漢字「青と赤」が一致する課題 (非ストロブ課題) と一致しない (ストロブ課題) 課題により構成された信号機課題を用いた認知機能評価も行った (図 3)。



図 3. 信号機課題

以上の疲労度検査を終えた後、被験者は 2 週間分の生活日誌を受取り、腕時計型の活動量計を装着後、帰宅した。被験者は通常生活の中で、就寝前の自覚的疲労感 VAS や起床時の疲労感 VAS を毎日記録した。また、登校、入浴や激しいクラブ活動以外の時間帯において、活動量計による活動量と睡眠状態の計測を行った。

2 週間後に、さらに上述の疲労度検査一式を行った後、各被験者と保護者により 1 週間の生活習慣シートを作成し、実験者も交えて抗疲労介入項目について相談した (図 4)。

時刻	Aさん	Bさん	Cさん
000			
100	起床		
200	起床	睡眠	睡眠
300			
400			
500			
600			
700	起床	起床	起床
800	通学	通学	授業
900			
1000	仕事	仕事	
1100			
1200			授業
1300	帰宅		
1400		夕食	授業
1500	仕事	夕食	
1600			
1700			空
1800		夕食	空
1900	通学	夕食	空
2000	帰宅	夕食	
2100			夕食
2200			夕食
2300	下風呂	お風呂	お風呂

図 4. 生活習慣シート記入例

そして、各家庭のニーズに基づいたオーダーメイド型の介入項目を決定し、一例として、平日の睡眠時間を 1 時間増やすための生活習慣改善指導等を行った。さらに 2 週間の生活日誌と活動量計測を経て、一連の疲労度検査を被験者に対し実施した。

4. 研究成果

個別の生活習慣への介入の結果、就寝時の疲労感 VAS スコアが最初の計測ポイントの疲労感 VAS スコアよりも低い値を示すことがわかった (図 5)。生活習慣や睡眠習慣の改善に伴い、一日の疲労の程度が軽減していることがわかった。

就寝時の 疲労感VAS

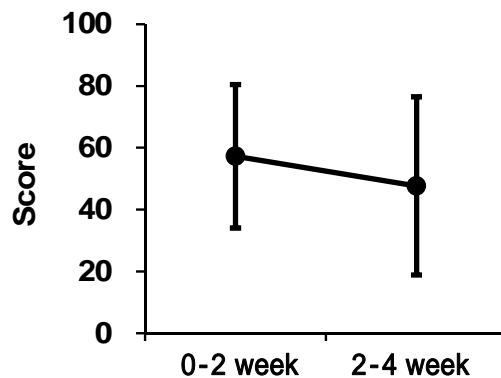


図 5. 就寝時の疲労感 VAS の変化

Chalder's Fatigue Scale と内発的・外発的動機付け尺度および学習の努力報酬不均衡モデル調査票について、各々のスコアは、介入前後で有意な変化がみられなかった。

認知機能評価については、mATMT-Task E における意欲の指標と考えられる、次のトライアルを開始するために要する被験者の意識的なボタン押し反応時間は、介入後に速くなる傾向がみられた。また、mATMT-Task E の 5 分間の連続作業中に遂行できたボタン押し数 (総トライアル数) は介入後に改善した。そして、刺激の押し間違えを意味するエラー数も介入前に比し介入後に低下することも明らかとなった (図 6)。

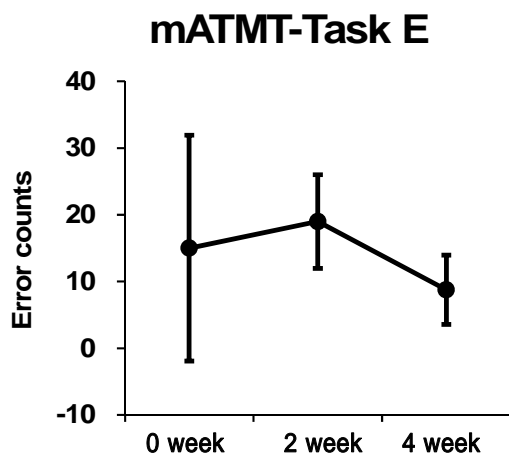


図 6. mATMT-Task E のエラー数の変化

しかしながら、もう一つの認知機能評価課題の信号機課題の成績については、介入前と介入後で有意な変化は認められなかった。よって、mATMT-Task E の介入後の変化は、単なる学習効果ではなく、生活習慣・睡眠習慣の改善により得られた効果と推察することができる。

自律神経機能においては、介入前に比べ介入後における安静時の副交感神経活動の指標である HF 値は低下した。主に交感神経活動を示す LF 値と相対的交感神経活動指標である LF/HF 値は介入前後で有意な変化はみられなかった。安静閉眼時における副交感神経活動の低下は疲労状態の生理的特徴である。介入による就寝時の自覚的疲労感や認知機能成績の改善とは相違する結果であるため、今後さらに実験データを積み上げて検討していきたい。

活動量計の解析結果からは、覚醒時の活動量も介入前に比べ介入後は低下した。介入実施期間の 2 週間は、介入実施前期間に比べ、日中の活動量が低かった可能性があり、これが就寝時の疲労感 VAS の軽減作用と関連した可能性も否めない。今後相関解析等を駆使してさらに、相関性を追究していく必要がある。

以上の結果は、睡眠覚醒リズムの是正に資する個々の生活習慣指導により、幾つかの心理生理学的指標の動態変化が起こり、疲労や Quality of Life が改善することを示唆した。今後は介入項目と介入期間をさらに検討し、研究を進めることが肝要と考えられた。

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 4 件)

1. 水野 敬 . 教育現場との協同による思春期

疲労と学習意欲の科学 . 第 6 回日本情動学会大会 , 兵庫教育大学神戸ハーバードキャンパス (兵庫県・神戸市) , 2016 年 12 月 11 日 .

2. 水野 敬 . 疲労科学から紐解くウエルネス . 日本ウエルネス学会第 13 回 , 神戸山手大学 (兵庫県・神戸市) , 2016 年 9 月 10 日 .
3. 水野 敬 , 上土井貴子 , 田島華奈子 , 佐々木章宏 , 渡邊恭介 , 梶本修身 , 渡辺恭良 : 小児の疲労と高次脳機能・情動機能 . 第 12 回日本疲労学会総会・学術集会 , パシフィコ横浜 (神奈川県・横浜市) , 2016 年 5 月 20 日 .
4. 水野 敬 , 佐々木章宏 , 田島華奈子 , 渡辺恭介 , 堀洋 , 梶本修身 , 渡辺恭良 . 抗疲労に資する環境空間開発 . 第 127 回日本森林学会大会 , 日本大学 (神奈川県・藤沢市) , 2016 年 3 月 28 日 .

6. 研究組織

(1) 研究代表者

水野 敬 (MIZUNO, Kei)

大阪市立大学・大学院医学研究科・特任講師

研究者番号 : 6 0 4 6 4 6 1 6