

ウェアラブル NIRS を用いたオフィスワーカーを対象とした ストレス評価に関する研究

日大生産工(院) ○山岸 恒平 日大生産工 柳澤 一機 日大生産工 綱島 均

1. 緒言

精神的ストレスによる疾病が社会問題となっておりストレス診断の需要が高まっている。ストレスチェック制度の義務化に伴い、労働者50名以上の事業場では、質問紙によるストレス診断が行われている。しかし、主観評価によるストレス診断は、定量性に問題があり、正確な診断ができない場合がある。そのため、定量的な評価方法として生体情報によるストレス診断が注目されている。

生体情報によるストレス評価の先行研究では心拍、血圧、脳活動などを計測し、ストレスを評価する試みが行われている¹⁾。その中で、ストレスの影響を最初に受ける脳に注目し、脳活動からストレス評価を行う方法が注目されている。脳活動計測方法の中でも、自然な状態での計測が可能であり、脳波と比較して空間分解能が高く、特定の部位に注目した計測が可能な近赤外線分光法(NIRS: Near-infrared spectroscopy)はストレス評価のための脳活動計測方法としても応用が期待されている²⁾。

本研究では簡便に脳活動計測が行えるウェアラブルNIRSを用いてオフィスワーカーのストレス状態を定量的に評価することが可能か検討を行う。

2. NIRSの原理

NIRSとは、生体透過性の高い近赤外光(波長700~900nm)を頭部に照射し生体内のヘモグロビンの酸素の代謝変化を非侵襲的に測定する手法である。またNIRSには空間分解法(SRS:Spatially Resolved Spectroscopy)という計測手法がある。SRSは受光部を2つ設けて、光路長が異なる2つの条件を計測することによりヘモグロビンの相対濃度を計測する方法である。

SRSの特徴としては深層信号に対して表層信号(皮膚血流)の影響が少ないことと、酸素飽和度の計測が行えることが挙げられる。酸素飽和度とは総Hbのうちのoxy-Hbの割合を表す絶対値であり、健常者の酸素飽和度は60~70%という基準があるため測定値の比較をすることが可能である。

3. 脳活動計測によるストレス評価の指標

ストレス評価の先行研究としてIshikawaら³⁾は前頭前野の左右活動バランスが、ストレス反応を制御している可能性があることに着目してNIRSを用いて安静時脳活動を測定した。その結果、心身にストレスを感じた人は右側の前頭前野が左側よりも活動が大きく、逆にストレスを感じていない人は左側の前頭前野が右側より活動が大きいことを報告している。またこの結果から安静時脳活動の左右差からストレス状態を評価する(LIR: Laterality Index at Rest)という指標を定めている。

4. 実験方法

4.1. 実験内容

実験は一時的な気分・感情状態の計測が行える質問紙であるPOMS2への回答の後、株式会社アステム製ウェアラブルNIRS(Hb132)による安静時の脳活動を1分間計測した。

実験は1か月間、週の終わりの始業前に行い、合計4週間計測した。実験参加者はインフォームドコンセントを得た男性17名(年齢:36.5±11.4歳)と女性4名(年齢:39.0±6.96歳)とした。本実験は筑波大学体育系研究倫理委員会(承認番号:20170718005)の承認を得て実験を行った。

4.2. POMS2による総合的気分状態の評価

POMS2は「怒り・敵意」、「混乱・当惑」、「抑うつ・落ち込み」、「疲労・無気力」、「緊張・不安」、「活気・活力」、「友好」の7つの気分状態を測定でき、この7つの気分尺度より総合的気分状態得点(TMD: Total Mood Disturbance 得点)が算出される。TMD得点が高いほどネガティブな気分状態を表す。

4.3. NIRSによるストレス評価

本研究では、LIRを参考に酸素飽和度の左右差を用いてストレスの評価を行った。前頭前野の両側の酸素飽和度の安静時の平均値を求め、右側の酸素飽和度の平均値から左側の平均値を引くことで左右差を求めた。

Study on stress evaluation for office workers using wearable NIRS

Kouhei YAMAGISHI, Kazuki YANAGISAWA and Hitoshi TSUNASHIMA

参考にしたLIRと同様、酸素飽和度の左右差が正の値の場合、右前頭前野の活動が優位であることを示し、ストレスに弱いことを表す。反対に酸素飽和度の左右差が負の値の場合、左前頭前野の活動が優位な傾向を示し、ストレスに強い状態を表す。

5. 実験結果

計測したNIRS信号から実験に関連した周波数成分の抽出後、測定不良が見られた1名の実験参加者及び、計測不良が確認された日のデータにおいては除外した。酸素飽和度の左右差とPOMS2より算出したTMD得点より、実験した週の残業時間との関係を分析した。残業時間は1時間未満、1時間以上20時間未満、20時間以上の3つに分け、この残業時間とTMD得点の関係を図1(a)、残業時間と酸素飽和度の左右差の関係を図1(b)に示す。

その結果、図1(a)よりPOMS2は、残業時間が増える程TMD得点が増加し、ネガティブな気分状態となった。図1(b)よりNIRSは、残業時間が増える程右脳優位となり、ストレス耐性が低下を確認した。

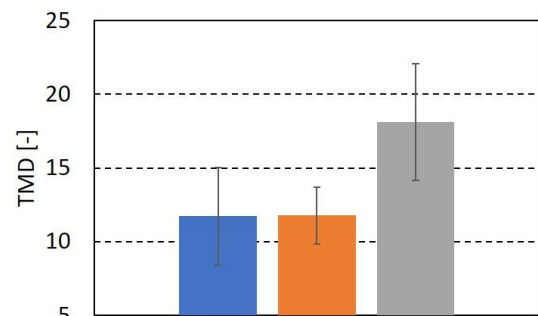
さらに、これら結果についてt検定を行ったところ、TMD得点では有意差及び有意傾向が確認できなかったが、酸素飽和度の左右差では残業時間が1時間未満と20時間以上にて有意差が確認できた($p < 0.05$)他、1時間以上20時間未満と20時間以上にて有意傾向が確認できた($p < 0.1$)。

POMS2にて有意傾向及び有意差が確認できなかった理由として、主観評価では自身のストレス状態を正確に把握できていないことが考えられる。Aokiら⁴⁾の先行研究においても主観評価とNIRSを用いたストレス評価の結果が約25%一致しなかったと報告している。そのため、自身のストレス状態を正確に把握していない場合においても開発したストレス指標を用いることで、ストレス状態を定量的に評価できる可能性がある。

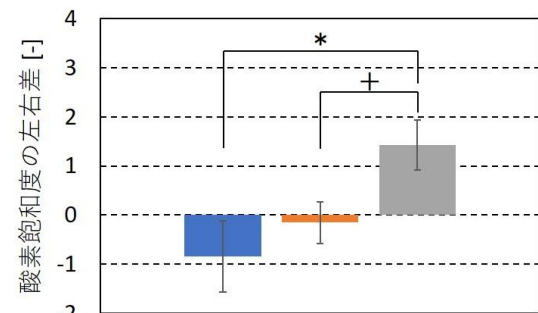
6. 結言

本研究では簡便に脳活動計測が行えるウェアラブルNIRSを用いたオフィスワーカーの客観的ストレス評価方法の開発を行った。

主観評価と脳活動計測の結果からストレスと残業時間の関係を分析した結果、TMD得点、酸素飽和度の左右差の結果はいずれも残業時間が増える程、総合的な気分状態の悪化、ストレス耐性が低下することを確認することができた。主観評価の結果では、有意差は確認できなかったが、開発した酸素飽和度の左右差の結果では有意差を確認できたため、ウェアラブルNIRSを用いてストレス状態を定量的に評価できる可能性を示した。



(a) TMD得点



(b) 酸素飽和度の左右差

■ 1時間未満(24)
 ■ 1時間以上20時間未満(67)
 ■ 20時間以上(8)

* $p < 0.05$, + $p < 0.1$

Fig.1 残業時間とストレス評価の関係

参考文献

- 1) 平山田一郎, ヘルスケアモニタリングを目指す生体情報センシング技術, 電子情報通信学会 基礎・境界ソサイエティ, Vol.12, No.1, (2018), pp.30-37.
- 2) 酒谷 薫, NIRS-基礎と臨床-, 新興医学出版社, 2012, p.277.
- 3) Wakana Ishikawa et al. "New Method of Analysing NIRS Data from Prefrontal Cortex at Rest", The International Society of Oxygen Transport to Tissue (ISOTT), (2012), pp.391-397.
- 4) Aoki R., Sato H. et al. "Relationship of negative mood with prefrontal cortex activity during working memory tasks", An optical topography study, Neuro-science Research, Vol.70, No.2, (2011), pp.189-196.