同一精神課題に対する教示内容の違いによる生体反応の差異

○倉岡 宏幸, 和田 親宗 (九州工業大学生命体工学研究科),
鶴原 一樹 (産業医科大学医学研究科), 三宅 晋司 (産業医科大学産業保健学部)

Effects of different instructions on performance, subjective and physiological responses
induced by the same mental task

Hiroyuki KURAOKA, Chikamune WADA (Graduate School of Life Science and Systems Engineering,
Kyushu Institute of Technology), Kazuki TSURUHARA (Graduate School of Medical Science,
University of Occupational and Environmental Health, Japan), Shinji MIYAKE (School of Health
Sciences, University of Occupational and Environmental Health, Japan)

1. はじめに

メンタルワークロード研究における生体反応として、作業負荷によって誘発された心拍数上昇、血圧上昇、副交感神経抑制によるLF成分低下といった反応が多く報告されている。しかし、鏡映描写のような外的事象に注意を要する感覚取入型 (sensory-intake) 作業では、心拍数を減少させるパターン2型反応を引き起こす¹⁾。感覚取入の要素を有する看視作業を行う交通管制やプラントなどのオペレータに、副交感神経系が亢進して心拍が低下する反応が起きる可能性が考えられるため、心拍数や心拍変動性指標を用いたワークロード評価では、作業負荷の程度や主観的ワークロード評価値との乖離が生じることが予想される。先行研究において、作業前に「できるだけ正確かつ早く」というような、タイムプレッシャーを与えるような教示をすることで、感覚取入型作業遂行時において、心拍数を上昇させるパターン1型反応が生じることが示唆された²⁾。一方、「決して急がずに」と教示を強調したときは、心拍数を低下させるパターン2型反応が生じることが認められた³⁾。しかしながら、これらの報告では、教示が異なる両実験の被験者の性別が異なっており、教示だけではなく、性別の違いによる影響も考えられる。そこで本研究では、感覚取入型の同一課題 (鏡映描写課題、以下、MT) 遂行時の生体反応及び主観的ワークロード評価に対する異なる教示方法 (「できるだけ正確かつ決して急がずに」、「できるだけ正確かつ早く」) の影響を検討することを目的とし、自律神経系反応の計測と主観的ワークロード評価を行った。

2. 方法

本実験には、20代の健康な男性被験者24名 (平

均年齢: 23.7 ± 1.2 歳) が参加した。被験者には予め、実験内容を記載した説明文書を渡し、書面による同意を得た。また実験室入室後に再度、実験内容についての説明を行った。

実験前、被験者には実験内容の説明と作業の練習を遂行させた後、電極等を装着し、10分程度の安静をとらせて実験環境に順応させた。実験は、安静①5分、作業①5分、安静②5分、作業②5分の順で実施された。MTは、パソコン画面上の複雑な屈曲路をX軸とY軸を入れ替えたマウスを用いて、辿る作業である。教示条件として、作業前に被験者には「できる限り正確かつ決して急がずに (SLOW条件)」もしくは「できる限り正確かつ早く (QUICK条件)」と教示した。作業条件の順序は、被験者間で相殺した。また、各作業後にメンタルワークロードの主観評価を行った。

3. 生理指標、主観評価、作業成績

左手橈骨動脈よりトノメトリー法による連続血圧、左手第二指より光電式容積脈波、鼻尖よりレーザ血流計による皮膚組織血液量および血流量、CM₅導出による心電図及び胸郭伸展法による呼吸、右手小指球と前腕部間の皮膚電位水準、近赤外線スペクトル法による左右前額部脳血行動態を測定した。心電図のデータより、R-R間隔を計測し、心拍変動性 (Heart Rate Variability: HRV) スペクトル解析により、HF成分とLF成分 (Low Frequency component: LF) を抽出し、LF/HF比を算出した。また心拍変動係数CV-RRを算出した。今回は、心拍反応を中心として、心拍数 (HR) およびHRV指標の結果について報告する。

メンタルワークロードの評価では、NASA-Task Load Index (NASA-TLX) を使用した。6つの下位尺度 (精神的要求: MD, 身体的要求: PD, 時間的

切迫感：TD，作業達成度：OP，努力：EF，不満：FR）および重み付けワークロードスコア（Weighted Workload Score：WWL）を算出した。作業成績は、経路上を移動した距離を経路からの逸脱回数で除した値を用いた。

4. 結果, 考察

各作業条件において、MT遂行時における安静時からのHRおよびHRV指標の差値をそれぞれ算出し、対応のあるt検定を実施した。HR（図1）およびHRV指標について、教示間の有意差は認められなかった。また各教示条件と直前の安静値との比較でも、両方の条件において有意差は認められなかった。主観評価では、TLXのTDスコアがSLOW条件よりもQUICK条件において有意に高いことが認められたが、WWL得点では有意差は認められなかった（図2）。作業成績は、QUICK条件よりもSLOW条件において有意に高いことが認められた（図3）。これらの結果から、教示による作業の取り組み方のコントロールは出来たものの、HRおよびHRV指標について教示による影響は見られなかった。これは、「できるだけ早く」と教示しても、セルフペースで作業を行う被験者や、逆に「急がずに」と指示しても早く作業を行う被験者がいたことが原因として考えられた。

今後は、パターン2型反応に関連した生体反応（血圧、脈波、皮膚血流）に着目し、教示による影響について検討するとともに、被験者を心拍数の反応タイプ（増加/減少）もしくは作業の取り組み方の違い（遅い/早い）によって分類し、それぞれの群による自律神経活動指標とメンタルワークロードの差異について考察したい。

図1 各教示におけるHRの変化

図2 各教示におけるメンタルワークロード得点

図3 各教示における作業成績の変化

参考文献

- 1) Williams RB: Patterns of reactivity and stress: Handbook of Stress, Reactivity, and Cardiovascular Disease, Matthews KA, et al (eds.), John Wiley & Sons, 109-125, 1986.
- 2) Miyake S, et al.: Heart Rate Variability as a Mental Workload Index, Proceedings of 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics, 19-23, Krakow, Poland, 2014.
- 3) Kuraoka H, et al.: Effects of a sensory intake task on heart rate and heart rate variability, Proceedings of 19th Triennial Congress on International Ergonomics Association, paper number 2004, Melbourne, Australia, 2015.