心拍一血圧変動によるメンタル ワークロード時の圧受容体反射感受性

○平柳 要、岩崎賢一、木/上高章、宮本 晃、谷島一嘉（日本大学医学部）

Estimation of Baroreflex Sensitivity during Mental
Workload by Consecutive Blood Pressure Monitoring

Kaname Hirayanagi, Ken'ichi Iwasaki, Takaaki Kinoue,
Akira Miyamoto and Kazuyoshi Yajima (Sch. of Med., Nihon Univ.)

1. はじめに

近年、監視作業やVDT作業に代表されるような長時間の緊張を強いる作業や単調な作業が増えている。これらの作業では精神的な負担が大きくなり、これがヒューマンエラーの要因になったり、作業者の身体的・精神的健康を阻害する要因になったりする。このような精神的な負担が大きい作業によって生じる緊張やストレスはメンタルワークロード(Mental workload; MWL)と呼ばれている。このMWLの評価カテゴリーとして、調査用紙などを用いた主観的評価(Subjective measures)、能率や出来高などの尺度を用いたパフォーマンスもしくはタスク評価(Performance/task measures)および生体計測に基づく生理・生化学的評価(Physiological/biochemical measures)などがある。

最近、心循環系パラメータによるMWL評価の研究が盛んで、心拍数や血圧値のみならず、その変動性に着目したスペクトル解析のLF成分やHF成分のパワースペクトルがその評価指標として有用であると言われている。さらに、血圧と心拍の連動した変動性から動脈の圧受容体反射感受性(Baroreflex sensitivity; BRS)を評価する方法もいくつか提案されている。そして、このBRSが暗算ストレスで減弱するとの報告がなされている。

そこで、MWLを段階的に高められる“戻し付き段階的暗算ペース負荷法”を採用し、この負荷法におけるMWLのレベルと主観的ワークロード(Subjective workload; SWL)評価値、パフォーマンス(Perform)評価値との関係を調べるとともに、圧受容体反射感受性(BRS)のMWL評価への応用について検討した。

2. 方 法

被験者は健康男子15名(19歳～25歳)である。メンタルワークは用紙に印刷されている一桁の数字とテープレコーダーから一定の時間間隔で聞こえてくる一桁の数値の和を暗算し、その一の位の数値のみを行間に順次記入してゆく暗算負荷である。

プロトコルは、3分間以上の椅座位安静(Cont)の後、最初の3分間ブロックは30間/分のペース(30)、次の3分間ブロックは40間/分(40)、次は30間/分(30)、次は50間/分(50)、次は30間/分(30)、次は60間/分(60)、次は30間/分(30)、次は70間/分(70)、そして次は30間/分(30)と常に30間/分への戻しブロックを挿入したあと、3分間の椅座位安静(Rest)とする計11ブロックからなる“戻し付き段階的暗算ペース負荷法”¹⁾に準じたものである。

調査・測定項目は、主観的ワークロードを用紙に記入させるSWL評価、暗算ブロックごとの正答率を調べるPerform評価のほか、連続血圧測定装置による収縮期血圧と脈波間隔の連続記録などである。SWL評価には、各ブロック終了時に10秒程度の記入時間を設けて0～10スケール上にV記号を自分で記入する方法を用いた。Perform評価には、各暗算ブロックごとの正答率を用いた。また、BRSの評価には、Bertinieriらの方法²⁾を採用した。この方法は、薬剤を用いずに自然な状態での収縮期血圧値(SBP)と脈波間隔値(PI)がともに3拍以上連続して増加する系列または3拍以上連続して減少する系列を見つけ、この連続するSBP(横軸)とそれに対応するPI(縦軸)をプロットして、その回帰直線の傾き m [msec/mmHg]を求め、この m をBRSの指標とするものである。ただし、これらの系列のうち、直線回帰の決定係数が0.85以上の系列のみの m を圧受容体反射が働いている系列と見なし、BRSの指標としている。なお、各ブロックの解析区間は、3分間のうちの両端を除いた128秒間とした。

3. 結 果

1) 暗算ブロックにおけるPerform評価のための正答率

暗算負荷時の9ブロックにおけるブロックごとの正答率を図1に示した。30間/分のブロック(30)と40間/分のブロック(40)では、いずれも100%に近い正答率であった。50間/分(50)、60間/分(60)、

70問/分(70)と暗算ペースを速めるに従って、正答率は単調に減少する傾向を示した。

図1 暗算負荷時の9ブロックにおける正答率

2)各ブロックにおけるSWL評価のための0～10スコア

各ブロック終了直後に、0から10までのスケール上にしるされたチェック(V)の位置を0.5きざみで21区分したスコアとして捉え、ブロックごとに集計した(図2)。SWLは暗算負荷開始前の椅座位安静ブロック(Cont)で最も低く、70問/分のブロック(70)で最も高く、ほぼ負荷レベルに比例した関係を示した。5つの30問/分ブロック(30)を比較すると、あとのブロックのほうがやや高いスコアであった。

図2 各ブロックにおける主観的ワークロードスコア

3)各ブロックにおける圧受容体反射感受性(BRS)

暗算負荷開始前の椅座位安静ブロック(Cont)でのBRSは15.8[msec/mmHg]であり、40問/分(40)、50問/分ブロック(50)では単調に減少する傾向を示した(図3)。しかし、50問/分(50)、60問/分(60)、70問/分ブロック(70)ではあまり差が見られなかった。戻しの30問/分ブロック(30)ではいずれも10[msec/mmHg]前後の値であった。

図3 各ブロックにおける圧受容体反射感受性

(ここでの図上のnは15名全体の各ブロックにおける圧受容体反射の出現数を表す)

4. おわりに

暗算ブロックのPerform評価や各ブロックのSWL評価の成績からみて、“戻し付き段階的暗算ペース負荷法”のレベルがMWLの順序尺度として利用できることが確かめられた。また、圧受容体反射感受性(BRS)は、R-R間隔変動のスペクトル解析で得られる0.04～0.15[Hz]帯域の低周波成分パワースペクトル(LFPR-R)や0.15～0.40[Hz]帯域の高周波成分パワースペクトル(HFPR-R)と同様に¹⁾、MWLの評価指標として利用できると考えられた。

参考文献

- 1) 大崎良忠, 平柳要: メンタルワークロード評価における心電図R-R間隔変動パラメータの有用性, 日大医学雑誌, 35(10), 778-786, 1994
- 2) Bertinieri, G., et al: Evaluation of baroreceptor reflex by blood pressure monitoring in unanesthetized cats, Am. J. Physiol. 254: H377-H383, 1988