生体機能変動の統合化による 疲労の評価と定量化に関する基礎的研究

○谷口正高, 吉村 勲, 友田泰行 (関西大学)

A Study on Evaluation and Quantification of Fatigue by Integrated Analysis of Physiological Functions

○ Masataka Taniguchi, Isao Yoshimura, Yasuyuki Tomoda (Kansai Univ.)

1.はじめに

産業の場における疲労は、精神機能と身体機能の低下が統合化された生体反応であり、各機能の平衡失調による恒常性維持の乱れた状態であるという考えをもとに、主観的指標、客観的指標および生理的指標の3つの側面からの総合的な評価、判定の妥当性を検討してきた。前報までで、さまざまな閾値変動を示す生理的各機能データを標準得点化し、統合化することによって、より客観的に評価する方法を提案した。それら採用したVDT作業における生理的機能の統合化による変動傾向は、作業能や自覚症状の結果とも対応のとれた推移となり、一連続作業時間90分のもとの疲労の発現時期は、作業開始後50～60分頃であると推察され、一連続作業時間と休憩時間を組み合わせた検討では、50分作業の繰り返しが好適であると推論された。

今報では、その一連続作業時間50分に対する、幾つかの休憩時間長さとの対応関係および生体機能変動の統合化の妥当性を検証し、さらに、1つの定量的な尺度への集約化による、疲労の評定を試みた。

2.実験方法

負荷作業は前報と同様の視覚検索型VDT作業を採用した。

生体機能の測定項目は、筋骨格系の指標として右手甲部第二背側骨間筋上部において、血流量、皮膚表面温度および皮膚色を、循環呼吸器系の指標では心拍数、呼吸数および血

圧を対象とした。さらに、中枢神経機能としてのCFF値と、静止および動体視力も加えた。また、自覚症状については、0～4の自覚症状レベルでの評価法で調査した。

作業編成は、一連続作業時間50分を4回繰り返し、各作業の間に、5、10、15、20、25分の5種の休憩時間を挿入した5作業区分(A～E)とし、各作業区分の前後には30分間の安静時間を設けた。

被験者は、負荷作業に習熟した22～23歳の健康男子学生5名である。

3.結果および考察

各生理的指標データは、同一尺度での比較を目的に標準得点化し、それらを各測定時点での平均値と標準偏差に統合化した。

標準得点の平均値の推移は、各作業区分とも正方向で推移していたものが、作業継続とともに徐々に負方向への変化となり、やがて、0レベル付近での推移となる。正方向での変化は、生体機能の促進機能が優勢な状態であり、負方向への推移傾向となる場合は、逆に抑制機能が強くなった状態と考えられる。

一方、標準偏差の推移は、作業継続とともに徐々に下降の傾向を示し、その後、やや安定な推移ののち、逆に増大化の傾向となる。これは、生体機能への負担の程度が作業継続とともに大きくなるに伴い、生体各機能の適応能力が徐々に低下し、恒常性の乱れが起こるものと考えられる。

この平均値が0レベル付近での変化推移と

図1 生体機能の推移（標準得点による統合化）

図2 作業能の推移

図3 自覚症状得点の推移

なる時期と、標準偏差が増大化の傾向となる時期がほぼ対応のとれたものとなり、休憩時間が短い作業区分 A(50-5)、B(50-10) ほど、早い段階での身体機能の低下となることが理解できる。

作業出来高においては、休憩時間 5、10、15 分の作業区分での正答率低下が著しいが、休憩時間 20、25 分での場合は、ほぼ正常に推移し、低下傾向を示さない。

自覚症状得点の推移においても、休憩時間 5、10 分の作業区分は、訴えの程度が強く、作業終了後の訴え得点も大きいものとなっている。特に筋骨格系の訴えが強く、肉体的負担の程度が大きいものと考えられる。

今回の作業動作のもとで、3つの側面による総合的な評価、判定においては、一連続作業時間 50 分での休憩時間は 20 分あるいは 15 分が適正な長さであると判断された。

4. 定量化への試み

3 側面（生体機能、作業能および自覚症状）

を個別に分析し、それらの対応関係のもとで、機能変動となる頃の総合的な評価、判定により、疲労発現の時期の検証が可能となった。しかし、実際化のためには、より一歩踏み込んだ、定量的で集約化された指標での判定基準が必要であると考えられる。

3 側面での評価データのうち、生体機能では標準得点の平均値を、作業能では正答率を、自覚症状では訴え得点合計を定量化への代表指標とし、それら 3 つの指標値を数値変換化し算出した値を、その作業時点での疲労度 (Fatigue-grade) と定義した。

この方法により、その時点での閾値レベルが簡明に判断でき、作業や作業員などによる比較検討も容易になると予測される。

5. おわりに

3 側面での対応評価を、さらに進めた数値化による評価・判定は、より明確な基準に近づくものとする。さまざまな状況での検証、検討を続けたい。