心拍変動スペクトルにおける0.1 Hz成分の 生理学的意義について

○井上和宏、三宅晋司、神代雅晴（産業医大・人間工学）

緒方 甫（産業医大・リハビリテーション医学）

Physiological mechanism of 0.1 Hz component in heart rate variability.

K. Inoue, S. Miyake, M. Kumashiro, H. Ogata* (Dept. Ergonomics and *Dept.

Rehabilitation Medicine, Univ. Occupational and Environmental Health)

【目的】自律神経系 および mental workload の、非侵襲的で定量的な指標として、心拍変動スペクトルの0.1 Hz成分が注目されている。0.1 Hz成分は交感・副交感神経系の両方が関与していると考えられている。ところが、安静時の0.1 Hz成分に関しては、Pomeranzら（1985）は副交感神経系だけが関与していると報告し、一方、Paganiら（1986）はむしろ交感神経系の関与を強調している。そこで、心血管系に対する交感神経系支配が特異的に障害を受けている完全頸髄損傷者の心拍変動に対して、自己回帰（AR）スペクトル解析を適用し、安静時の0.1 Hz成分における自律神経系の関与について検討した。

【対象】完全頸髄損傷男性9名（ 24.0 ± 7.9 歳、第5～6頸髄レベルの機能残存）。対照として、健常男性9名（ 23.2 ± 3.5 歳）。

【方法】人工気象室（温湿度一定）内にて、30分間安静仰臥位後、安静仰臥位10分間の心電図・呼吸を測定し、データコーダーに記録した。

【データ処理】パーソナルコンピュータ（PC-9801VX）を用いて波形解析を行った。心電図データからR波を検出し、R-R間隔のトレンドグラムを作成した。トレンドグラムからARパラメータを算出後、要素波解析により各スペクトル成分の中心周波数・パワーを求めた。また呼吸データより呼吸リズムの中心周波数を求めた。0.1 Hz前後に中心周波数を持つ成分をlow frequency (LF)成分 [0.1 Hz成分: Mayer wave (1拍ごとの血圧変動上に現れる約0.1 Hzのリズム) 関連洞性不整脈成分]、呼吸リズムと同じ中心周波数を持つ成分をhigh frequency (HF)

成分 [呼吸性洞性不整脈成分] とした。

【結果】①これまでの報告と同様に、安静仰臥位時の健常者において、HF成分ならびにLF成分が有意な成分として認められた（図1A）。②一方、安静仰臥位時の完全頸髄損傷者においては、健常者と異なり、HF成分は認められたが、LF成分は認められなかった（図1B）。

【考察】①完全頸髄損傷者において安静仰臥位時にLF成分が認められなかったことから、安静時の0.1 Hz成分は、副交感神経系だけでなく、交感神経系の関与も受けていることが示唆された。また、Paganiら（1986）は、LF成分に対する心臓交感神経の関与を報告しているが、今回の結果から、LF成分に『脊髄レベルの交感神経中枢より上位の自律神経中枢』が関与していることが示唆された。

② Pomeranzら（1985）と Paganiら（1986）との間の、LF成分の生理学的メカニズムについての解釈の違いは、負荷（薬物、体位変換など）前後において総パワーが異なる場合の取扱いの違いにあると思われる。LF成分の負荷前後の比較の指標として、前者は『パワーの絶対値』、後者は『HF成分とのパワー比』を用いている。例えば、立位負荷時（図2B）は、仰臥位時（図2A）と比べて、LF成分のパワーはほとんど同じであるにもかかわらず、異なるパターンを示している。自律神経系は交感・副交感神経系の両者のバランスにより成っていることから、本実験の成績は、Paganiらの指標とその解釈を支持できるものと考えられる。

③同様なことが mental workloadにおいても考えられる。これまでの文献では、mental workload によって 0.1 Hz成分は減少すると報告されており、通常の解釈では交感神経系活動の減弱を意味する。ところが、Ceruttiら (1988) は、暗算負荷時 (図3 B) において、安静時 (図3 A) と異なり、立位負荷時と同じパターンをとることから、mental workload により交感神経系優位となることを報告している。この原因として、タスクの違いなども挙げられるが、やはり考察②で述べたような取扱いの違いにあると思われる。また、mental workload には、精神的緊張、精神疲労、意欲低下、覚醒度低下などの様々な要因が関与していると考えられる。さらに、mental workload は、大脳皮質と関連が深いと考えられるが、大脳皮質と自律神経中枢 (視床下部・脳幹部) との間には、feedback 機構だけでなく、feedforward 機構など複雑な相互関係が存在するため、必ずしも パラレルな関係ではないと考えられる。したがって、mental workload の評価指標としての 0.1 Hz成分の応用については、より詳細な検討が必要であると思われる。

図2. 立位負荷時のARスペクトル成分の一例。
[A. 仰臥位時、B. 立位負荷時]
[G. Baselli, et al: Int. J. Bio-Med. Comput. 20: 51-70, 1987.]

図1. 安静仰臥位時のARスペクトル成分の一例。
[A. 健常者、B. 完全頸髄損傷者]
[K. Inoue et al: Am. J. Physiol. (Heart Circ. Physiol.) in press]

図3. 暗算負荷時のARスペクトル成分の一例。
[A. 安静時、B. 暗算負荷時]
[S. Cerutti, et al: J. Ambulatory Monitoring 1: 241-250, 1988.]