多段階チルト負荷時の心拍変動スペクトル解析

○赤津順一、三宅晋司、小嶺憲国、佐々木十太、高橋雄三、神代雅晴

(産業医科大学 人間工学)

Heart Rate Variability During Graded Head Up Tilt

OJunichi Akatsu, Shinji Miyake, Norikuni Komine, Tota Sasaki, Yuzo Takahashi, Masaharu Kumashiro
(Department of Ergonomics, UOEH, Japan)

1. はじめに

心拍及び血圧変動の周波数スペクトル解析から循環器系を支配する交感および副交感神経機能を評価して負荷-負担反応の検討を行おうとする試みがなされている。しかし、本法によって得られる周波数成分が自律神経活動の大きさを定量的に反映しているかどうかについては一定の結論が得られておらず、負荷の質的量的指標として各成分値を用いる場合の問題点となっている。そこで本研究では、自律神経系に対する刺激量を連続的に変化させる事ができる多段階チルト負荷を用いて、tilt角度を変化させた際の各周波数成分値の変動を求め、本法によって得られる自律神経指標の反応性を検討した。

2. 方法

被験者は19歳-28歳の成人男子10名(平均年齢22.1歳)、電極およびセンサーを装着後、肘静脈に採血のためのヘパリン入り生理食塩水を満たした三方活栓付きクイック針を留置した。チルトテーブル上で仰臥位安静を10分以上保持し、この間の各被検者の呼吸数より求めた呼吸数で実験終了まで呼吸統制を行わせた。呼吸統制開始後20分間安静を保持し、その後採血を行った。引き続き15分以上0度の安静を保持した後、15度、30度、60度の角度までチルトテーブルを傾斜させHead up tilt試験を行った。各角度では心電図、血圧等のデータを10分間記録、10分目に採血を行った。各角度負荷後は0度までチルトテーブルを戻した後安静を十分にとり、直前の負荷の影響が残らない状態で傾斜角度を順次増加させた。心電図、呼吸、脳波(日本電気三栄ポリグラフ360システム)、動脈血圧(日本コーリンCBM-2000)を連続測定しFMデータレコーダーに記録した。採血した血液より血漿ノルエピネフリン値を測定した。

3. 解析方法

本報告では、全計測区間中、安静記録終末5分間と各tilt角度負荷後半5分間を各角度における測定値とし計4区間20分間について、CM5誘導からの心電図、および血漿ノルエピネフリン値を解析した。

心電図はサンプリング間隔1msecでA/D変換し、RRトレンドグラムを作成した。得られたトレンドグラムを3次スプライン補間した後、500msecで再サンプリングを行い等間隔データを得た、更に傾向変動を除去するために0.05Hzでハイパスフィルター処理を行った。各解析区間について解析次数を10次に固定して自己回帰スペクトル要素波解析を行い呼吸と同じ中心周波数を持つHF成分と0.08-0.15Hzに中心周波数を持つLF成分を抽出した。指標として、各成分をDC分を除いた総パワーで除した%LF、%HF値、LF/HF比を求めた。また観測されたR波数より心拍数を求めた。血漿ノルエピネフリン値はHPLC法で計測した。

4. 結果

10名の被検者の内、機器不調による記録不良があった者1名、tilt負荷60度で失神状態となり実験を中止した者1名、心電図上洞性不整脈と伝導異常が認められた者1名の計3名は解析対象から除外し7名(平均年齢22.0歳)について結果の検討を行った。

心拍数はtilt角度の増加とともに増加していたがばらつきが大きく0度安静値に対して有意な増加を示したのは60度の時のみであった(図1)。心拍変動の%HF値はtilt角度の増加とともに減少し(図2)、tilt角度の正弦値との間に有意の負の相関を認めた($y = -27.13x + 43.49$, $r = 0.674$, $p < 0.01$)。一方、%LF値はtilt角度の増加とともに増加し(図2)、tilt角度の正弦値との間に有意

の正の相関を認めた ($y=26.51x+54.77$, $r=0.64$, $p<0.01$)。LF/HF比はtilt角度の増加とともに増加し、tilt角度の正弦値との間に正の相関を認めた ($y=10.05x-0.0297$, $r=0.42$, $p<0.05$) (図3)。血漿ノルエピネフリン値は個人内及び各tilt角度におけるばらつきが大きく一定の傾向は得られなかった (図4)。

5. 考察

立位負荷時には心血管系交感神経活動が亢進し、副交感神経活動が抑制されることにより心拍数と血管抵抗が増加して血圧が維持されるという機構が働く。心拍変動のHF成分は心臓副交感神経活動における個人差を定量的に示すと報告されている。本研究で心拍変動%HF値がtilt角度の正弦値と負の相関を認めたことは、この指標がtiltによって誘発される心臓副交感神経活

動の変化を定量的に反映していることを示していると考えられる。また、tilt角度の増加に伴って心血管系交感神経活動は増加すると考えられており、本研究で心拍変動%LF値はtilt角度の正弦値と正の相関を認めた。これは心拍変動%LF値が交感神経活動と関連性のある指標である可能性を示唆している。本研究の結果より心拍変動性指標が自律神経活動の大きさを反映している可能性が示され、これらの指標により負荷量を定量的に評価できる可能性が示された。

参考文献

- 1), Hayano J., Yamada A., et.al: Severity of coronary atherosclerosis correlates with the respiratory component of heart rate variability, Am. Heart J., 121:1070-1079,1991

図1 心拍数の変化

図2 %HFおよび%LFの変化

図3 LF/HF比の変化

図4 血漿ノルエピネフリン値の変化