Estimation of pulse transit time using ECG R-wave

脈波伝搬時間の簡便計測法

Nobutada CHIBA, Taisuke IWAGAMI, Masaya SUGIMOTO, Takahito KOUOU, Kenji IKEDA, Kiyoyuki YAMAZAKI and Katsuro OKAMOTO

Dept.Bio-Medical Engineering, School of High-Technology for Human Welfare, Tokai University, 317, Nishino, Numazu, Shizuoka, 410-0321, JAPAN

TEL:81-559-68-1211(EX4415), FAX:81-559-68-1156

(Accepted for publication 6 November 1997)

In this study an experiment was carried out to establish a convenient method of Pulse Transit Time(PTT) estimation. The time interval between ECG R-wave and PTG(τ EP) were measured under cooling stimulation and the induced autonomic response was analyzed. ECG R-Wave was used as a reference timing for PTT measurement. It was possible to use the time from ECG R-wave to PTG(τ EP) as an ergonomic measure.

Keywords:Pulse Transit Time(PTT), ECG R-Wave, PTG

I.INTRODUCTION

指尖容積脈波を用いた脈波伝搬時間は、心臓の負荷状態、血液量、血管の収縮拡張等の自律神経系の状態を知るのに有用であり、^{1,2} 普通、心音図と指尖容積脈波の2点間における到達時間の差から求められるが、簡便に循環動態を測定することを考えて、胸壁の振動の開始時点(心音図)の後に現れる心電図のR波のピークから、指尖容積脈波の立ち上がりまでの時間を脈波伝搬時間とする方法を考えた。心電図R波を時間軸の基点とし得るかどうかを検討するため、心電図R波と加速度センサによってとらえた胸壁の振動波形のピークとの時間差を計測した。

II.EXPERIMENTAL

被験者は、健康成人5名(男性3名、女性2名、平均21歳)とした。被験者に安静状態を保たせ、胸壁に心電図第II誘導(R波)及び加速度センサ(胸壁の振動)を、右手第2指に光電脈波センサ(脈波の立ち上がり点)を装着した。まず、コントロールとして冷刺激前2分間の波形を記録した。次に、0℃～5℃の氷水が入ったポリバケツに左手を入れて手関節が水面直下に没するまで浸し、30

秒間冷刺激を行った。冷刺激後、氷水から左手をあげてから刺激後として、2分間記録した。これらは、高感度生体アンプを用いてデジタルレコーダに、サンプリング周波数は、500Hz、精度は $\pm 1V/14bit$ で記録した。計測データを移動平均法により平滑化し、パーソナルコンピュータを用いて、心電図のR波、胸壁の振動(心音図)、脈波の立ち上がり点を自動的に検出し、胸壁の振動の開始時点と心電図R波の間の時間差(TD)、胸壁の振動開始と脈波の立ち上がり点の間の脈波伝搬時間(PTT1)、R波と脈波(PTT2)の立ち上がり点までを求め、脈波伝搬時間を算出した。

III.RESULTS & DISCUSSION

Figure1は、被験者5人についてTDの平均値、標準偏差を示した。冷刺激前と刺激中、刺激中と刺激後、刺激前と刺激後のいずれにおいても有意な差は認められず、全ての場合の平均のTDは0.013(秒)であった。Figure2に、冷刺激前、刺激中、刺激後のPTT2の平均及び標準偏差を示した。冷刺激前と冷刺激中では有

FIG.1 Time delay of onset of breast vibration from ECG R-wave in each condition.

FIG.2 ECG R-wave based PTT.

意な脈波伝搬時間の減少($p<0.01$)が見られた。冷刺激中と冷刺激後では有意な脈波伝搬時間の増加($p<0.05$)が見られた。冷刺激により短縮した脈波伝搬時間は0.012(秒)程度であった。冷刺激前と冷刺激後は有意な差は認められず、刺激によるPTT2の減少は速やかに回復したと考えられる。冷刺激により短縮した脈波伝搬時間は0.014(秒)程度であった。以上より、TD、PTT1およびPTT2の関係は、 $PTT1=TD+PTT2$ である。本実験で示されたように、刺激負荷による脈波伝搬時間が、変化するときTDがほぼ一定であるので、PTT1の測定はPTT2の測定で代用できる。

REFERENCES

- 1 Keiko Nagasima, Kiyotaka Hoshiai, Masami Suganuma, Nao Yonehana, Kiyoyuki Yamazaki, Katsuro Okamoto, Takashi Itoh and Haruka Okino., Experimental study on an Evaluation Technique of Autonomic Function Using Plethysmography, The Bulletin of School of High-Technology for Human Welfare Tokai University. Vol.4, 1994.
- 2 Toshiyo Tamura, Takumi Yosimura, Wen-Xi Chen, Tatsuo Togawa., Changes in pulse Wave Transit Time and Blood Pressure during Bathing, Reports of the Institute for Medical & Dental Engineering 29, 104~109 (1995)

'97 SAS Intelligent Symposium