

The transition of blood flow velocity in the carotid, brachial and femoral arteries, and the ECG in human during walk

歩行運動中の人体頸動脈，上腕動脈，大腿動脈の血流速度と心電図の変化

Yuji HIRAO, Masashi NISHIDA, Takashi KURODA, Hiroyuki HAYASHI, Dali ZHANG,

Yohsuke KINOUCI, Hisao YAMAGUCHI and Kazuo YOSHIZAKI

平尾 友二*，西田 将司**，黒田 隆**，林 幸宏**，張 達力**，木内 陽介**，
山口 久雄***，吉崎 和男***

掲載雑誌名：IFMBE proceedings EMBEC'02 Part1 pp.512-517 December 2002

運動中の循環器系の詳細な情報を得ることは、アスリートの効果的な訓練や循環器疾病の早期発見などに有用な情報をもたらすということが知られている。特に運動中の血流計測の実現は重要である。しかし、運動中の血流を測定することは困難で、現在運動中に計測可能なものは、ECG、呼吸量、運動加速度など限られたものでしかない。我々は、非侵襲で運動中の、頸動脈、上腕動脈、大腿動脈の最大血流速度と ECG、上腕動脈血圧を同時計測可能な計測システムを開発した。本研究では椅子から立ったり座ったりする動作中とトレッドミル歩行中にこの装置を適用した。

5 人の健康な年齢の異なる成人男性は、まず起立の姿勢からから着席の姿勢へ（またその逆へ）と 5 秒間かけて姿勢を変化させた。そして、それぞれの姿勢を 30 秒間保った。次に、斜度 10 度のトレッドミルにおいて 2mile/h から 7mile/h まで 3 分間歩いて 1 分休む漸増歩行運動を行った。この結果、被験者が立ち上がる時、最大血流速度は全ての動脈で姿勢の変化に伴った増加を示し、大腿動脈で特に顕著であった。歩行速度が 4mile/h を超える激しいトレッドミル歩行運動では、上腕動脈と大腿動脈の血流速度に多くのドップラー雑音が見られ計測が困難であったので、休憩に入った直後の最大血流速度を計測した。運動負荷の増加に伴い心拍数は 140%、収縮期血圧は約 2 倍に、頸動脈、上腕動脈と大腿動脈の最大血流速度は、それぞれ 172%、210%、280%に増加した。最大血流速度は、運動負荷が増加している

にもかかわらず血圧や心拍数より早く減少傾向を示した。この傾向は大腿動脈において顕著で、このとき被験者が足の疲労を申告していたことから最大血流速度の測定は、被験者の筋肉疲労を早いステージで見つけられ、安全かつ効率的な筋トレーニングやリハビリ効果の評価に有用と考えられる。

開発したシステムは緩運動中の血流計測には適用できたが激しい運動には適用できなかった。その理由は、運動に伴い発生する筋肉収縮に起因した雑音（Motion Artifacts）による影響が大きいためである。そこで、我々は運動中に移動する血管位置を超音波エコーから見つけ出し、移動したその血管にのみ超音波ビームを収束照準することによって雑音を軽減する新しい手法を考案した。

2×10mm のトランスデューサが 11 個並んだりニアレイ型超音波プローブを試作し、水槽内に配されたウレタンチューブの位置を変えることによりその位置検出性能を調べた。2MHz の超音波パルスは、全てのトランスデューサからチューブへ向けて同時に照射される。このときチューブ直上のトランスデューサのみでチューブからの反射波が観測される。

実験の結果、チューブからは、手前の管壁と奥の管壁の 2 カ所からの反射エコーが観測され、チューブ位置を移動させて計測したところ、チューブの深さと直径は、音速を一定と仮定すると 0.1mm 以上の精度で計測することができた。このことから、この新手法は、超音波ドプラ法を用いた運動中の非侵襲血流計測に有効であると考えられる。

*電子機械課，**徳島大学工学部，***同医学部