

表面色情報を用いた簡易血流動態計測手法の検討

Simple mapping system of ankle hemodynamics using color information of skin surface

○ 荒船龍彦(東京電機大学), 加藤峰士(東京大学), 小林英津子(東京大学),
鈴木孝司(東京女子医科大学), 鷺尾利克(産業技術総合研究所), 中川敦寛(東北大学)
舟久保昭夫(東京電機大学), 矢野智之(横浜市立みなと赤十字病院)

Tatsuhiko ARAFUNE, Tokyo Denki University

Takashi KATO, The University of Tokyo

Etsuko KOBAYASHI, The University of Tokyo

Takashi SUZUKI, Tokyo Women's Medical University

Toshikatsu WASHIO, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Atsuhiko NAKAGAWA, Tohoku University

Akio FUNAKUBO, Tokyo Denki University

Tomoyuki YANO, Yokohama City Minato Red Cross Hospital

Abstract: In the case of treatment that refractory ulcer induced peripheral arterial disease, it is very important that the 2D tissue circulation area screening before surgical treatment but there is no well-established and easy evaluation method. So that we developed image processing system using Red brightness parameter of RGB gradation of video image, and evaluated with clip and de-clip procedure in normal individual toe.

Key Words: hemodynamics, plastic surgery, image processing,

1. 研究背景

近年, 我が国では高齢化および食生活の欧米化に伴い, 糖尿病や高血圧などの成人病を背景に, 閉塞性動脈硬化症などの末梢性動脈疾患(Peripheral Arterial Disease: PAD)と, それに伴う下肢難治性潰瘍患者が増加している. PADに伴う下肢難治性潰瘍は治療に難渋することが多く, 下肢血流, 創傷治癒の状況を考慮して軟膏治療や手術治療が検討される. 治療の鍵となるのが組織血流の評価であり, 現在 tcpO2 が主流の機器として用いられている. しかし同機器は原則として1地点の皮膚酸素分圧を測定する機器であり, 実際の治療に際して足趾全体の血流評価を行うためには複数回の測定を行う必要があり, スクリーニングの手技としては煩雑であり時間を要する. また現存するものはいずれも工学であり地域におけるこれら疾患の治療の主体となる中核病院, 予防医療の主体となる医院やクリニックでは入手が容易でない. そこで, 本研究では, PADに起因する下肢難治性潰瘍の治療成績向上を目的とした, 経皮酸素分圧測定(tcpO2)に代わる, 新たな表在血流の虚血スクリーニング手法の開発を目的とする.

2. 方法

2-1. 血流変化計測

健康者男性2名を対象に, 左右どちらかの下肢, 外顆直上に血圧測定用のカフを巻き, 第I趾にパルスオキシメータを装着する. 250~300mmHgの圧でパルスオキシメータの値が駆血により低下しプラトーを示す時点まで, もしくは最大5分間の駆血を行い, その後駆血を解除する. 解除前より連続的にビデオカメラを用いて足背の色調の変化を動画として30fpsで記録する. 測定時間は2002年にJournal

of American College of Cardiologyによって報告された血管拡張性反応(FMD)のガイドラインに準じて, 駆血解除前から15秒刻みで2分間を目処に行った.

2-2. 画像処理

測定された動画から全フレーム画像を切り出し, 駆血解除直前の画像を基準フレーム画像とし, 下記手順によって画像処理を行った.

- 1) 全フレームにおいてRGB値からR値のみ抽出した画像を得る
- 2) f0フレーム目のR値のみの画像を基準フレーム画像として, 基準フレーム画像の座標(x, y)における輝度値をF(x, y, f0)とする.
- 3) 駆血解除直前より, 駆血解除後の全フレーム画像において, フレーム番号をfとした場合, 全画素において

$$\text{brightness}(x, y, f) = \frac{F(x, y, f) - F(x, y, f_0) + \text{BAmp_light}}{\text{BAmp_dark}} * 255$$

なる計算式に則って処理を行った. その際, 式中のパラメータについては, ノイズが目立ず, かつ画像中の赤色色調変化領域を十分把握できるように試行を繰り返し, その結果下記の値を最適値として用いた.

BAmp_light = 10

BAmp_dark = 25, 40, 65

3. 結果

得られた画像処理結果を Fig.1 に示す. なお, 輝度値の最大変化幅 = $B_{\text{Amp_light}} + B_{\text{Amp_dark}}$ として示した.

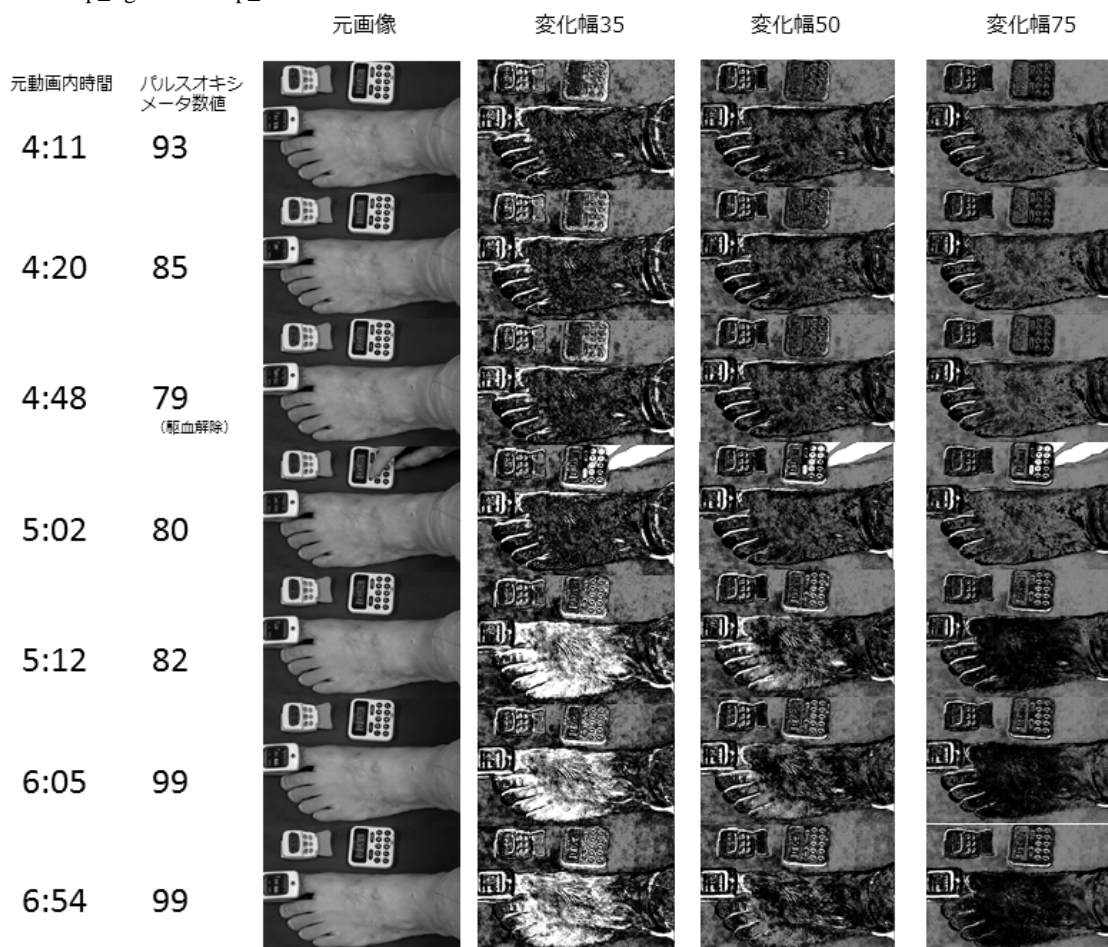


Fig.1 画像処理結果

4. 考察

下肢の駆血, 駆血解除の処置により, 足趾皮膚表在色調における赤色成分の変化を強調するよう画像処理を行い, 2次元として血流動態が活発な領域の可視化を行った.

とりわけ最大変化幅=35 の処理において血流変化と相関が高いと考えられる領域の強調画像を取得した. 即ち, 元の動画において, R 値の最大 256 階調値の階調変化において駆血解除によって足ほぼ全体において R 値 35 階調分の変化があった事を示しており, 実際の虚血患者を対象に計測と画像処理を行う場合には, 虚血領域においてこれ以下の変化幅が見られることが予想されるため, 足趾画像処理における最大変化幅は 35 が最適値と考えられた.

足趾の付け根の赤色変化の上昇に関しては, 足の動脈のアーチから指動脈が分岐するところであり, 分岐直後は指動脈 2 本分が再灌流で血流量が増えるために, 特に変化度が上昇した可能性が示唆された.

5. 結果

PAD に起因する下肢難治性潰瘍の治療において, 経皮酸素分圧測定 (tcpO₂) に代わる, 1 点ではなく, 同時多点の新たな表在血流の虚血スクリーニング手法の確立のため, ビデオカメラによる駆血・駆血解除の皮膚表在色調変化計測と画像処理を組み合わせたマッピングシステムを構築し, 健常者の下肢におけるシステム評価実験を行った.

その結果, 駆血解除における血流動態の活性化によって皮膚表在色調の赤色成分の変化から, 血流動態領域を間接的に動画として取得することに一定の成果をみた. 今後はパルスオキシメータ値との実際の相関を評価を行う予定である.

参考文献

- ・荒船龍彦, 鷺尾利克, 鎮西清行, 佐久間一郎, 金田道寛, 中川敦寛, 藤村幹, 富永悌二, "もやもや病治療における脳外科術中高感度赤外モニタリングシステム", 第 19 回日本コンピュータ外科学会大会抄録誌 2010.