レーザー-speckle法による末梢循環系の 画像化 (IV)

Visualization of Microcirculation by Laser Speckle Image Sensing (IV)

対馬健祐、中原 朗、檜村博正

福富久之、大菅俊明、藤居 仁*

K. Tsushima、A. Nakahara、H. Kashimura

H. Fukutomi、T. Oosuga、H. Fujii

筑波大学臨床医学系 消化器内科

*北海道大学応用電気研究所

The blood flow measurement with an apparatus utilizing the laser speckle method has enabled us to image the blood flow in gastric mucosa. Therefore, a blood flow change with time can be observed easily by the comparison between image of blood flow. This method of measuring blood flow is thought to be useful in the future studies of the blood flow in gastric mucosa.

はじめに

近年、胃粘膜病変と胃粘膜防御機構との関係が重要視されるようになり、特に胃粘膜血流への関心が高まってきている。胃粘膜血流の測定方法は現在いくつかの方法が普及しているが、それぞれに一長一短があり、また従来の測定法は胃粘膜のある一点の粘膜血流を示すに過ぎなかった。今回我々は、藤居らの開発したレーザースペckル法を胃粘膜血流測定に応用すべく、ラットおよびイヌを用いた基礎的検討を行い、興味ある知見を得たので報告する。

1. 測定装置

装置の原理をFig 1. に示す。He-Ne レーザーを用い、レーザースポットを円筒レンズによって線状に拡げて粘膜面に照射する。粘膜内部で散乱した光は干渉して、センサー面にランダムな干渉模様を生じ、かつこの模様が赤血球などの散乱粒子の移動により変化する。このためイメージセンサーの各走査ごとに出力信号が変動する。この干渉模様の変化を計測するのが、レーザースペckル法による血流測定の原理である。これをさらに二次元に拡張したものが、今回試用したシステムである。これらの観測線を移動させながら解析を繰り返すことにより、ある面積の二次元マップのデータが得られる。これらのデータをカラーコードにより画像化して表示する。Fig 2. は装置の全容を示したものである。右上の装置がプローベにあたり、7×8 cmの走査範囲をもっている。左側はシステム本体とモニターを示したものである。

2. 方 法

上記の測定器を用いてラットおよびイヌの胃粘膜血流の変化を検討した。

- ① ラットを麻酔下に開腹し、胃を大彎切開して粘膜を露出させて固定する。この面にプローベを近接させて走査し、血流マップを得た。
- ② ラットの動脈を切断し脱血状態にした前後の胃粘膜血流の変化を測定した。
- ③ ①と同様にイヌの胃粘膜血流に関しても

Arrangement of the Visualization of 2-Dimensional Flow Map with the CCD Array Sensor

Fig 1

Fig 2

測定を行った。血管収縮剤として10%エピネフィリンを用いイヌ胃粘膜に滴下し、血流の時間的变化を画像化した。

- ④ またKCL急速静注により心停止させた後のイヌの胃粘膜血流の変化を測定した。

3. 結果

Fig 3. に、固定したラット胃粘膜および血流マップを示す。写真上段左が前胃、上段右が後胃を示す。下段左右に示すごとく後胃に比して前胃に豊富な血流を認めた。Fig 4. に脱血処置したラット胃粘膜を示す。上段左が脱血前の肉眼像、下段左がその血流マップである。肉眼像では前胃と後胃との境がはっきりしており、また血流マップにおいても、前胃により豊富な血流が認められた。脱血2分後の様子を右側に示す。脱血により胃粘膜血流は減少しており、それを反映して胃粘膜は肉眼的に蒼白となり、血流マップにおいても血流の減少を示す青色への変化を呈していた。血管収縮剤としてエピネフィリンを用いイヌ胃粘膜に滴下したのちの変化をFig 5. に示す。上段左は散布前、上段右は1分後、下段左は3分後、下段右は5分後の血流マップを示す。時間の経過とともに血流の減少していく様子が画像としてとらえられていた。またエピネフィリンを胃後壁粘膜上に約1cmの範囲に滴下した直後の画像をFig 6. に示すが、血流マップ中央に抜き打ち状の青色を呈する部位、すなわち血流低下部位を認めた。その時の肉眼像を左側に示したが粘膜面に変化は認められなかった。次にKCLを急速静注し、心停止させた後のイヌ胃粘膜血流の変化をFig 7. に示す。上段左は心停止前、上段右は停止1分後、下段左は3分後、下段右は5分後の血流マップであるが、血流の変化を色調の差として画像化することができた。

ラット 胃粘膜

Fig 3

脱血時における変化

Fig 4

Fig 5

ホスミン滴下

Fig 6

Fig 7

4. 考 案

従来の胃粘膜血流測定法は、粘膜面のある一点での血流を示すにすぎなかった。また一回の測定に長時間かかるものもあり、短時間の血流変化を測定するには、困難な面もあった。新しく開発されたレーザースペckル法を応用した胃粘膜血流の測定器は、まず二次元マップとして画像化できるという点で、画期的である。また測定時間が一面あたり約20秒と短いため、短時間の変化にも対応しやすい。これらの利点のため血流の変化を、視覚的に比較検討が可能になった。今後、測定時間の短縮化、測定誤差の僅少化、内視鏡への応用を進めていくことで、さらに有用な測定法になるものと思われる。

おわりに

レーザースペckル法による胃粘膜血流測定法は、血流を、画像化できるという点で優れた特徴をもっている。今後内視鏡に応用することで胃粘膜血流の研究において新しい知見が期待できると思われる。

文 献

- 1) 藤居仁他：レーザースペckル法による末梢循環系の画像化(I)
日本レーザー医学会誌 8:37 1988
- 2) 藤居仁他：レーザースペckル法による末梢循環系の画像化(II)
日本レーザー医学会誌 8:169 1987