

## 機器紹介

## レーザー・ドップラー血流計

稲見 浩 三\*

## はじめに

末梢組織代謝の検索上、末梢循環動態、ことに末梢血流量測定は必要不可欠で、従来より(1)超音波ドップラー血流計測法、(2)電磁血流計測法、(3)クリアランス法、(4)容積脈波計測法、(5)サーモグラフィ法などが開発、臨床応用されている。

今回は、末梢血流量を非観血的に、直接的、連続的に、しかも高感度にて反応するレーザー光を用いたレーザー・ドップラー血流計の改良型が開発、市販されたので紹介する。

## 原 理

本血流計は、レーザー光が毛細血管中の赤血球に散乱される際に受けるドップラーシフト(周波数変化)を利用した測定法で、流速とドップラーシフト周波数の間には直線の関係が成立するという原理に基づいている。

低出力(2mW)のHe-Neレーザー光は、光ファイバーによりプローベへ導かれ、プローベから発せられたレーザー光は組織へ浸透する。組織では赤血球に衝突しドップラーシフトを受けた散

乱光と、静止組織で散乱されたドップラーシフトをしていない光とに分かれ、夫々は求心性ファイバーでピックアップされて、フォトディテクターに導かれ、周波数分析によりドップラーシフト周波数を検出し電気信号に変換される。この信号はリニアライザーへ送られ、組織の血球濃度の変化による補正が行われ、測定された血流量は10v/Gainを100%とする相対量でパネル表示並びにレコーダーへと送られる。(図-1)

## 操作方法並びに特長

完全な非観血法で、原則的には全身随所の測定が可能で、測定部位にプローベを当てるだけで直ちに反応し、直接的、連続的な測定値が得られる。測定部位はプローベ先端から半径約1mmの半球部分の毛細管血流量で、レーザー出力は2mWと低く、熱による危険や皮膚、組織を傷つけることは皆無である。プローベの先端は、通常30mm×60mmφのプローベヘッドホルダーに差し込んで使用するが、プローベヘッドホルダーの代りにサーモスタットヘッドホルダーを使用することが出来、このホルダーの使用により一定温

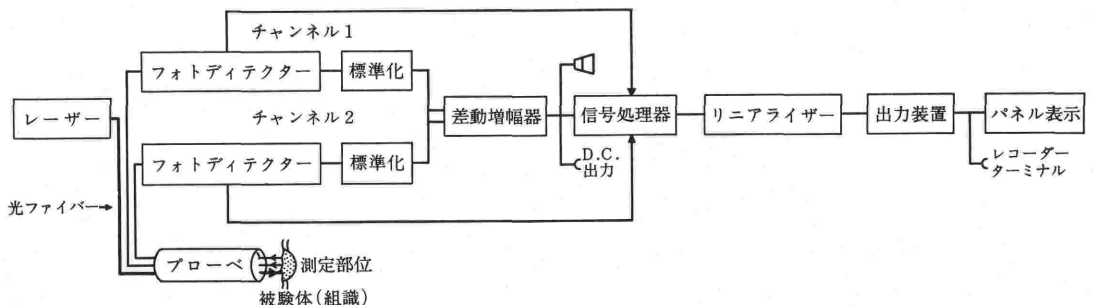


図1 レーザー・ドップラー血流計の動作原理ブロック図

\* 東邦大学医学部麻酔科学教室

度(26°C~44°C, 2°C 刻み)で血流量の測定が可能である。プローベヘッドの消毒も可能で、また透明な殺菌フィルムも用意されている。

本改良型の特長は、従来のレーザードップラー血流計では測定が困難であった血球密度の変化による測定値の誤差を、リニアライザーを組み込むことにより改善し、さらに光ファイバーの揺れによるアーティファクトノイズをアーティファクトフィルターを使用することで、いつも安定した測定記録が得られることにある。

**臨床応用**

本血流計はレーザー光を使用するため、比較的光の透過しやすい細血管が主な対象であるが、原則的には全身随所の血液量の測定が可能で、Yeh, Y<sup>1)</sup>らによって報告されて以来現在までに皮膚はもとより、眼底血管、網膜、腸間膜、腎皮質、冠動脈、小腸、粘膜、胃粘膜などの血流測定に応用がなされている。

畑中<sup>2)</sup>らは皮膚毛細血管血流量(periflux blood flow: PBF)を手指先端部位で測定、健常者の平均 PBF 値は 49.2±7.1 (mean±SD) %と報告している。さらに年齢、性別、生理的変動には特に有意差はないが、気温による影響を考慮、17~28°Cの間にて測定すべきことを示唆している。

齊田<sup>3)</sup>らはラットの胃粘膜血流測定を本装置と水素クリアランス法との比較を行い、本法は再現性も高く、繰り返しの測定が可能で、時々刻々と変化する粘膜血流に対して敏感に反応しながら連続的に記録することが可能で胃粘膜血流測定にも有用である事を報告している。現在応用可能な科別、用途一覧は図-2の如くなる。

**おわりに**

本血流計は軽量、小型、操作も簡単で、非観血的に短時間かつ連続測定が可能なる点に加えて再現性、信頼性が高く、絶対値を得ることが出来る欠点はあるが、今後増加するであろう微小循環動態

- 
- 形成外科:** 皮膚移植の経過診断. 皮弁の血流診断. 外傷部の組織再現性の決定.
  - 外科:** 内臓器管の血流検査.
  - 麻酔科:** 麻酔の効果や血圧調整の検査. 手術中及びICUでの末梢循環の検査.
  - 皮膚科:** アレルギー・パッチテストの客観評価. 乾癬・強皮症・レイノー病, 膠原病等により生ずる皮膚血流機能不全の診断. 皮膚外傷・火傷・凍傷・水腫・化学薬品による外傷等の治療の検査. 軟こう, 化粧品, 薬剤の皮膚血流に対する影響を調べる.
  - 薬学:** 薬に対する血管運動の反応を調べる. 内臓血流の動物実験.
  - 脈管学:** 末梢血流の不規則性検査.
  - 内科:** 動脈硬化症, 糖尿病等の組織の血流量変化の検査.
  - 脳外科:** 神経の血流検査. 大脳皮質部の血流検査. マイクロサージャリー.
  - 老人病学:** 年齢と共に変化する血流の検査. 圧力潰瘍・脱疽・阻血の検査.
  - 歯科:** 歯肉・歯髄部の血流検査.
  - 耳科:** 粘膜部の血流検査.
  - 骨学:** 網状骨部の血流検査.
- 

図2 レーザー・ドップラー血流計の臨床用分野

のモニターの一法として幅広い臨床応用の可能性が考えられる。

(本血流計の詳細は輸入総代理店である、日本ユーロテック株式会社、東京都港区赤坂7-1-16, Tel 03 (423) 4971 に問い合せ願いたい)

**文献**

- 1) Yeh Y, et al.: Localized fluid flow measurement with He-Ne laser spectrometer. Appl Phys Lett, 4: 176, 1964
- 2) 畑中裕司他: レーザー皮膚血流量測定の基礎的検討とその臨床応用について・臨床病理, 32: 1025, 1984
- 3) 齊田宏他: レーザードップラー法によるラット胃粘膜血流測定の検討-接触式水素ガスクリアランス法との比較-日消誌, 81: 16, 1984