

氏 名	とみおか ようこ 富岡 容子
学 位 の 種 類	博士 (医学)
学 位 記 番 号	乙第 749 号
学位授与年月日	平成 30 年 6 月 21 日
学位授与の要件	自治医科大学学位規定第 4 条第 3 項該当
学 位 論 文 名	フレキシブル多点モニターを用いた組織局所血流の評価
論 文 審 査 委 員	(委員長) 教授 谷 口 信 行 (委 員) 教授 北 山 丈 二                      教授 西 村 智

## 論文内容の要旨

### 1 研究目的

今日、近代医学において組織移植は整容的や機能的再建のために欠かせない手技の一つとなっている。遊離組織移植術の成功率は 90-99%と高い数値が報告されているものの、術後の血流障害がゼロということではなく、組織救済と治療の成功のためには血流障害の早期発見と緊急の救済手術が必要とされる。本研究ではウェアラブルな多点脈波センサーを開発し、その有用性、すなわち組織血流の障害を検出できるかについて動物モデルとヒトモデルを用いて検証した。さらには健常者において 24 時間 7 日間の連続測定に関しても検証した。

### 2 研究方法

薄膜の基盤に可視光を用いた脈波センサーを列状に配置することで、極軽量のモニターを実現した。血流障害モデルとして、ラットの鼠径皮弁を作成しその責任動脈/静脈を結紮することで虚血／鬱血状態を再現した。健常者においては手掌において橈骨動脈と尺骨動脈を圧迫することで虚血状態を再現し、皮静脈の圧迫によって鬱血状態を再現した。得られた脈波は周波数解析した。

### 3 研究成果

動物モデルと健常者モデルの双方において有意差を持って脈波の出力が低下し、さらに健常者においては 24 時間 7 日間の連続測定に成功した。

### 4 考察

これまでに術後の血流をモニターする手法として、SpO2 モニター、NIRS、レーザードップラー、血糖測定、LSCI、サーモグラフィー等が近年報告されているが、これらは虚血あるいは鬱血状態を検出するのに有用であるものの、両方を検出することはできない、あるいは検者が機器をかざす必要があり持続モニタリングに適さない等の課題を抱えるために未だゴールドスタンダードとなる機器はない。このためスタッフによる数時間置きの診察が必須であり、患者、医療者、

医療経済に負担を強いていた。本デバイスにおける測定素子は、フレキシブルな基盤の上に 1cm 間隔で置かれているため、多点性、多項目性、携帯性（ウェアラブルであり、小型であり、無線通信を採用している）を満たす持続モニタリングである。さらに部分的な血流も可視化できる点や全範囲における血流の分布表示ができる点において重要である。

## 5 結論

本研究ではフレキシブルであり、多点である脈波モニタリングデバイスを世界で初めて開発した。動物モデル、健常者においてそれぞれ虚血、鬱血モデルで血流障害の検出に成功し、その有用性を実証した。また、健常者の 1 週間装着データも取得し、臨床応用の実現性を立証した。この技術を応用すれば、患者の行動を制限せずに血流を可視化するモニタリングシステムが構築できる。患者の行動を制限しないことは、術後の深部血栓やせん妄を予防する点においても重要である。今後臨床研究によってその有用性を立証する予定である。

## 論文審査の結果の要旨

フレキシブルモニターを開発して局所血流の評価を行ったもので、形成外科での組織移植の際に発生する虚血・うっ血を非侵襲的かつ迅速に評価可能であることを示した。これまでの手法に比べ、迅速、非侵襲的、連続的であるだけでなく、虚血とうっ血の両者を評価できる点、センサーが易変形性である長所と手法の新規性を有する。ただし、研究テーマが「可視化」となるように将来的な方向を示しているが、今回の申請内容は「評価」であり題の変更が好ましいとの指導を行った。

本申請論文は、申請者が提案したフレキシブルモニターの機能、対象方法の説明、動物実験、ヒトを対象としたデータ取得、それらの結果および考察について、いずれも適切になされており、その内容は本学の学位論文として、十分なものとして、全員一致で合格と判定した。

## 試問の結果の要旨

指定時間内に、測定機器と結果、その長所と従来の手法との比較などについて分かりやすく説明した、適切な発表であった。

審査員から、測定機器について、直接どの部分の作製に関わったのかとの質問に、申請者が臨床的有用性に基づきフレキシブルな形の提案を行い、それにもとに作製されたことを述べた。周波数解析を行った 570nm を使用した根拠、特許との関連、他の手法と比較した臨床試験などの質

問があったが、いずれも明確に答え、研究領域に関連する知識が深いことがうかがわれた。

本申請論文部に関する発表は、方法、内容とも学位論文とするに十分であることが、審査委員の一致した意見であった。