

## 非接触高速度画像による末梢循環の可視化と脈波伝播速度推定の試み

\*<sup>1</sup>東北大学大学院医工学研究科, \*<sup>2</sup>東北大学加齢医学研究所非臨床試験推進センター, \*<sup>3</sup>横浜総合病院心臓血管外科,  
\*<sup>4</sup>亀田総合病院, \*<sup>5</sup>バイオチューブ株式会社

伊藤 信一郎\*<sup>1</sup>, 白石 泰之\*<sup>2</sup>, 山田 昭博\*<sup>2</sup>, 東田 隆治\*<sup>3, 5</sup>, 小原 まみ子\*<sup>4</sup>, 杉田 典大\*<sup>1</sup>, 吉澤 誠\*<sup>1</sup>,  
中山 泰秀\*<sup>5</sup>, 山家 智之\*<sup>2</sup>

Shinichiro ITO, Yasuyuki SHIRAIISHI, Akihiro YAMADA, Ryuji HIGASHITA,  
Mamiko OHARA, Norihiro SUGITA, Makoto YOSHIZAWA, Yasuhide NAKAYAMA, Tomoyuki YAMBE

### 1. 背景

閉塞性動脈硬化症などの血管疾患に対して人工血管のバイパス手術が行われている。しかし、現在の人工血管は細径化が難しく、下肢動脈などの血行再建による長期の血流維持は困難である<sup>1)</sup>。自己組織再生血管は細径化が可能な人工血管であり、閉塞性動脈硬化症の新たな治療の1つとして期待されている<sup>2), 3)</sup>。本研究の目的は、非侵襲末梢循環評価の方法に基づき、自己組織再生血管移植後の血行動態を画像診断により定量的に推定することである。血中ヘモグロビンの緑色光吸収特性に注目し、成ヤギを用いた頸動脈バイパス移植前後の頸部バイパス近傍の皮膚を撮影し、撮影画像から脈波推定の基礎検討を行った。

### 2. 方法

頸動脈バイパスを行い、内頸動脈を結紮したモデルヤギにおいて、4 Kビデオカメラを用いてバイパス前後の皮膚画像を取得した。撮影領域は頭頸部正面から、左右頸動脈を含む下顎から胸骨までの領域である。撮影動画をRGB 16 bitの非圧縮画像ファイルに変化し、一辺2~7 cmの対象箇所を複数選択・抽出し、同領域に含まれる緑色帯域の時間変化を算出した。各領域の緑色帯域時間変化ピーク値から脈波伝播時間を推定した。解析には、数値解析ソフトウェア (Mathematica 12.2, Wolfram) を用いた。

### 3. 結果

指定された対象領域から緑色帯域時間変化に合わせて、脈波が検出されることが確認され、同一拍内頸部脈波伝達速度は約1 m/sを示した。また、自己組織再生血管の弾性率に合わせて、脈波伝播速度が変化することも示唆された。

### 4. まとめ

本研究では、自己組織再生血管移植前後での非侵襲非接触血流動態推定を目標として、バイパス移植後の皮膚画像解析による末梢循環動態と、バイパス脈波伝播特性の推定方法について基礎検討を行った。緑色帯域時間変化ピーク値から求めた同一拍内頸部脈波伝達速度は、生体血管と同等の脈波伝播情報の取得が可能であることが示唆された。また、自己組織再生血管の長期バイパス時には自己組織化に伴う物性変化が示唆されており、本方法によって定量的に特性変化と循環指標を非侵襲に評価することの可能性が示唆された。

### 5. 独自性

本研究は、臨床現場における定量診断に応用する医療機器としての開発を目指しており、この点においてヘルスケア機器とは異なり、独自性はあると考える。

なお、本研究の一部は日本医療研究開発機構の支援を受け、また東北大学加齢医学研究所との共同研究によるものです。関係各位に謝意を表します。

### 利益相反の開示

中山泰秀, 東田隆治: 【役員・顧問職】バイオチューブ株式会社の代表取締役CTOおよび取締役である。  
【株】バイオチューブ株式会社  
その他の著者には規定されたCOIはない。

### 文 献

- 1) 馬場 健, 金岡祐司, 大木隆生: 人工血管の現状と最近の進歩. 人工臓器 44: 146-51, 2015
- 2) Nakayama Y, Furukoshi M, Terazawa T, et al: Development of long *in vivo* tissue-engineered "Biotube" vascular grafts. Biomaterials 185: 232-9, 2018
- 3) Higashita R, Nakayama Y, Shiraiishi Y, et al: Acute Phase Pilot Evaluation of Small Diameter Long iBTA Induced Vascular Graft "Biotube" in a Goat Model. EJVES Vasc Forum 54: 27-35, 2022

### ■ 著者連絡先

東北大学大学院医工学研究科  
(〒980-8575 宮城県仙台市青葉区星陵町4-1)  
E-mail. ito.shinichiro.p3@dc.tohoku.ac.jp