

レーザースペckル二次元血流画像化法を用いたフットケアの可視化 —糖尿病によるシャルコー関節と浮腫のある2事例(第二報)—

Visualization of foot care using Laser Speckle Flowgraphy -Two cases of Charcot joint and edema due to diabetes (second report) -

張替 直美¹⁾、中村 光子²⁾、澤山 恵²⁾
Naomi Harikae, Mitsuko Nakamura, Megumi Sawayama

キーワード：レーザースペckル二次元血流画像化法、フットケア、糖尿病、シャルコー関節、浮腫
Key words : Laser Speckle Flowgraphy ,Foot care, Diabetes, Charcot joint, edema

要旨

末梢循環動態の指標として近年開発されたレーザースペckル二次元血流画像化法 (laser speckle flowgraphy : LSFSG) の臨床看護への活用を検討するため、糖尿病によるシャルコー関節と浮腫のある2事例に、LSFSG とサーモグラフィを用いて足部の測定を行った。その結果、足の傷や胼胝、シャルコー関節部においてLSFSG 画像の色調等により病変の兆候を発見したり、悪化や改善を把握したりする可能性が示唆された。今後、患者への教育媒体としても活用できる可能性があり、予防的フットケアへの有用性が考えられた。

1. 序論

本研究の目的は、末梢循環動態の指標として近年開発されたレーザースペckル二次元血流画像化法 (以下、LSFSG) を足病変予防のフットケアに役立てるため、足病変の病態や症状と LSFSG 画像の色調および皮膚血流量 (FLOW 値) との関連性を検討することである。LSFSG は、生体の皮膚面に波長 830nm の近赤外線レーザー光を照射し、反射されたレーザーを捉えてリアルタイムに皮膚血流を測定できる。また、サーモグラフィのように血流の色調の変化として可視化し、且つ数値化もできる非接触性で無侵襲の方法である^{1)~4)}。また、健常人の下腿

駆血後の血流変化から動脈硬化の指標となる可能性も示唆された⁵⁾。

著者は、LSFSG が糖尿病患者や透析患者のフットケアに応用できるかどうかを検討するため、健常人を対象として温熱刺激や運動負荷による下肢の血流変化の特徴をサーモグラフィと比較検討したところ、フットケアへの有用性が示唆された^{6) 7)}。さらに、2事例の糖尿病患者にフットケア前後で測定を行ったところ、LSFSG による血流測定はフットケアにおける炭酸泉浴の循環促進効果を数値だけでなく画像により可視化でき、フットケアにおける循環測定の有用性が考えられた⁸⁾。今後は測定事例を

1) 山口県立大学看護栄養学部看護学科
Yamaguchi Prefectural University Faculty of Nursing and Nutrition Department of Nursing

2) 山口赤十字病院看護部
Japanese Red Cross Yamaguchi Hospital Nursing Department

増やし、病態や症状とLSFG画像の色調および皮膚血流量（FLOW値）との関連性を検討し、フットケアにおいて足の血流状態やフットケアの効果を可視化できる方法として臨床看護への活用を検討したい。

本稿では、フットケア外来において糖尿病によるシャルコー関節および浮腫のある患者を対象として測定を行い、足病変の病態や症状とLSFG画像の色調との関連および臨床看護への活用を検討したので報告する。

2. 研究方法

B病院のフットケア外来で了解の得られた糖尿病患者2名（事例1と事例2）に、フットケア外来受診時にレーザースペckル二次元血流計とサーモグラフィおよびデジタルカメラの測定を行った。

1) 測定指標と測定方法

- ① 皮膚血流量：アドバンス社のレーザースペckル二次元血流画像化装置（LSFG-PI-E）を用い、左右の足趾から足首までの足背と足底とを測定した。レーザーの光源から測定部位までは15 cmである。
- ② 皮膚表面温度：NEC多機能サーモグラフィR300を用い、皮膚血流測定直後に皮膚血流測定と同様に足背と足底を測定した。

2) データ分析方法

LSFG、サーモグラフィ、デジタルカメラ測定による画像の定性評価を画像の色調から比較検討した。LSFGの測定Rangeは全て同値で測定した。サーモグラフィは、同一患者で上下限の温度幅を同値にして測定を行った。

3) B病院のフットケア外来

B病院のフットケア外来は、糖尿病外来を受診する患者のうち、医師がフットケアを必要と判断し、且つ本人の承諾を得た患者に実施している。糖尿病看護認定看護師と糖尿病療養指導士の資格認定を持つ看護師2名が実施している。フットケアの内容は、足の状態のアセスメント、爪切り、角質ケア、創処置、足浴、軟膏塗布、糖尿病や足のセルフケア指導等である。

本研究は、著者の所属大学およびB病院の生命倫理委員会の承認を得て行った。研究の計画から報告までのすべての過程において、結果および結果の解釈に影響を及ぼす可能性のある「起り得る利益の衝突」は存在しない。

3. 結果

1) 事例の概要

① 事例1

66歳男性 2型糖尿病 右足底シャルコー関節

60歳頃に倦怠感が強く受診したところ2型糖尿病と診断される。糖尿病性抹消神経障害、閉塞性動脈硬化症あり。経口血糖降下薬内服、HbA1c（NGSP）5～6%台

初診時より両足趾クロウトゥで擦過傷や潰瘍、皮膚の異常があり、右足底にシャルコー関節が認められた。

元トラックの運転手等をしていていたが、現在は無職（生保）で独居である。糖尿病の受診日以外にも毎月1～2回フットケア外来を受診している。

② 事例2

51歳女性 2型糖尿病 右足浮腫

20年前頃から糖尿病を指摘されていたが放置していた。47歳の時に敗血症、高血糖で受診し糖尿病治療を開始する。糖尿病腎症により右足に浮腫が強く認められる。経口血糖降下薬内服、HbA1c（NGSP）8.5%、尿蛋白/Cr比1.11（e-GFR 32.35）腎症Ⅳ期

嫁ぎ先の不動産業や地域の仕事が多忙であり食事療法等の療養は難しい、実父や叔母は糖尿病で死亡したと言う。2年前より右足の浮腫増強し、冬場でも幅広のクロックスを履いている。

2) 事例1のLSFGとサーモグラフィ画像からみた足の状態とフットケア

事例1は、初診時より両足趾のクロウトゥがあり、靴による摩擦で足趾の擦過傷を繰り返している。図1のサーモグラフィ画像では、擦過傷等のトラブル箇所は、両足趾の前面（足背）および後面（足底）において赤色よりやや白っぽく映っている程度でわかりにくいのが、LSFG画像では他の黄緑色に対して赤く明瞭に映っている。また、右足底のシャルコー関節部は、可視画像では自分で搔いた傷が見られた。この部分はサーモグラフィでは周囲よりも白っぽく映っているが、LSFG画像では赤や白色で他の部分とは明瞭に識別できる。また、左足外側に胼胝があり、その部位はサーモグラフィでは識別不能であるが、LSFG画像では左足外側が明瞭に赤く

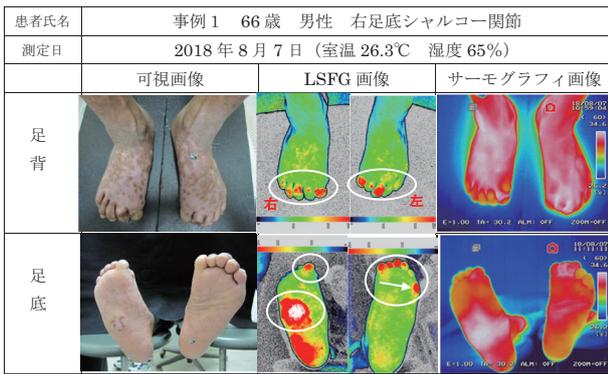


図1 事例1のLSFGとサーモグラフィ画像からみる足の状態

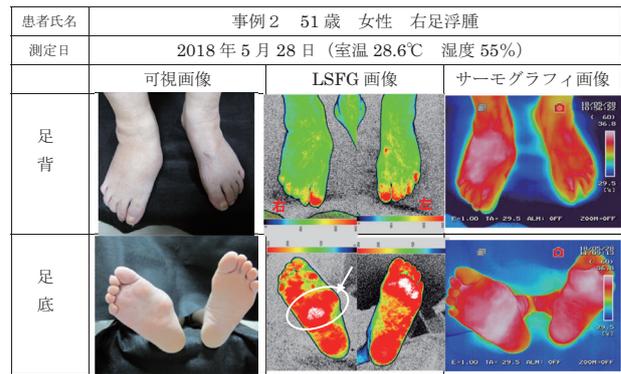


図2 事例2のLSFGとサーモグラフィ画像からみる足の状態

映っている。

フットケア外来で看護師は、足の観察と傷の処置および角質ケアを継続し、セルフケア行動を評価しながら適切なセルフケアが行えるよう支援を行っている。クロウトゥやシャルコー関節に対しては、義肢装具士と連携して靴装具を作成し免荷を行い、その後も点検と改良を行っている。糖尿病に関しては、患者から食事等の生活状況を聞き、悪化防止のための指導を行っている。

3) 事例2のLSFGとサーモグラフィ画像からみた足の状態とフットケア

事例2は、糖尿病腎症により下肢に浮腫がみられ、特に右足の浮腫が強い。また右足内側の腫脹が強く膨隆している。図2の右足底は、サーモグラフィ画像では中央部が白色に映っているが、LSFG画像では赤色が強く中心部は白色を呈している。

フットケア外来で看護師は、足の観察と画像による右足の変形と血流や表面温度の上昇からシャルコー関節を疑った。医師に報告し、整形外科でシャルコー関節と診断された。患者はクロックスや長靴などの幅広の靴しか履けないため、靴装具の作成を行った。また、今後の食事療法等の生活について話し合ったが、家業と地域の仕事が忙しく自分の事は後回しであると言い、療養が困難な様子であった。そのため、再度透析予防指導を行った。

4. 考察

フットケアにおけるLSFG測定の可能性

事例1では、クロウトゥによる擦過傷部分はサーモグラフィ画像では温度差の識別は不明瞭であったが、LSFG画像では足趾が赤く識別でき、擦過傷に

よる血流の増加を示していた。また、左外側の胼胝は、サーモグラフィ画像では識別できなかったが、LSFG画像では左足底の外側部が明瞭に赤く映っており識別可能であった。これらのことから、LSFG画像の色調等により創傷や胼胝を確認したり、兆候を発見したりする可能性があるのではないかと考えた。

さらに、事例1の右足底シャルコー関節部の循環状態は肉眼ではわかりにくいですが、LSFG画像によりはっきりと赤い円形（中心部は白色）の部位が認められ、炎症による血流上昇が推察された。サーモグラフィによる表面温度よりも、より限局的な炎症部の血流増加を反映すると考える。これらのことから、フットケアにおいてシャルコー関節部の悪化や改善の兆候を予知できる可能性が示唆された。また、LSFG画像は患者への教育媒体としても活用できる可能性があり、予防的フットケアへの有用性が考えられる。

事例2ではLSFGにより足底部の血流状態が明瞭に把握でき、右足外側部の変形と相まってシャルコー関節を疑い、整形外科受診の運びとなった。また、患者は靴の選択肢がなく困っていたが、シャルコー関節と診断されたことで保険を用いた靴の作成が可能となり、QOLの向上及び予防的フットケアの介入の動機付けともなった。

以上のことから、フットケアにおけるLSFG測定は、創傷や胼胝、シャルコー関節といった足病変の兆候発見や悪化防止といったフットケアに活用できる可能性がある。また診断確定への一助となる可能性もあり、今後、フットケアにおいて予防的フッ

トケアへの活用が期待できる。

5. 今後の課題

今後の課題は、フットケア外来において本事例の継続的測定および事例を増やして病変と画像との関連性を検討していくこと、ならびに血流量（Flow値）による定量的評価も加え、フットケアの「可視化」を検証していくことである。また、医療者のみならず患者への教育媒体としてLSFG画像を活用し、その効果を検討していきたい。

康：レーザーSpeckle二次元血流画像化法を用いたフットケアの可視化—フットケア外来の2事例への測定—、山口県立大学学術情報、第11号、45-51、2018。

<引用文献>

- 1) Hitoshi Fujii, Kunihiro Nohira, Yuhei Yamamoto et al :Evaluation of blood flow by laser speckle image sensing.Part 1.APPLIED OPTICS,Vol.26, No.24,5321-5325,1987.
- 2) Yuhei Yamamoto,Takehiko Ohura,Kunihiro Nohira et al :Laserflowgraphy:A New Visual Blood Flow Meter Utilizing a Dynamic Laser Speckle Effect. PLASTIC AND RECONSTRUCTIVE SURGERY, April,884-894,1993.
- 3) 藤井仁：レーザーSpeckleを利用した血流画像化技術、計測と制御、Vol.39 No.4、246-252、2000.
- 4) 大浦武彦、大浦紀彦、松井傑、内山英祐：操作が簡単なレーザーSpeckleフローグラフィ—(LSFG, 下肢血流測定器)の使用経験—痛みがなく、4秒で撮れて且つカラーマップで示される血流計—、日本下肢救済・足病学会誌、Vol.7 No.3、173-184、2015.
- 5) 箕越功浩、張替直美、高橋則善、藤居仁、長坂祐二：レーザーSpeckle二次元血流画像化法による皮膚血流量測定の意義、日本フットケア学会雑誌、vol.15、No.4、2017.
- 6) 張替直美、箕越功浩：レーザーSpeckle二次元血流画像化法を用いた温熱刺激による足部皮膚血流変化の特徴—サーモグラフィとの比較からみたフットケアへの有用性の検討（第一報）—、山口県立大学学術情報、第7号、1-6、2014.
- 7) 張替直美、箕越功浩：レーザーSpeckle二次元血流画像化法を用いた運動負荷による足部皮膚血流変化の特徴—サーモグラフィとの比較からみたフットケアへの有用性の検討（第二報）—、山口県立大学学術情報、第9号、81-85、2016.
- 8) 張替 直美、箕越 功浩、松村千賀子、井上