

「手当て」の効果の可視化
—— 脳と末梢の光機能計測による検討 ——

Visualization of the effect of “hand treatment” :
Investigation by optical measurement of brain and peripheral muscle activities

2177005



研究代表者 (助成金受領者) 明治大学大学院 理工学研究科 博士後期課程 松田 康 宏
共同研究者 明治大学 理工学部 教授 小野 弓 絵

【研究の目的】

手技療法(図1)は筋や関節などの運動器に対して術者が徒手的に治療を施す代表的な手法である。手技療法はリハビリテーションや柔道整復、按摩マッサージなど様々な医療の分野で治療目的で適用されており、正に人の「手当て」となる極めて重要な治療法である。

現在、手技療法の効果の評価は、患者からの口頭による聴取や四肢や頸部、体幹などの関節可動域の変化、術者の触診による感覚などを勘案して評価している。そのため手技療法の効果の評価は、患者あるいは術者の主観に頼っているのが現状である。また、手技療法は局所血流を増加させることで浮腫および疼痛を減少させると考えられているものの、その効果を定量的に評価した研究は極めて少なく手技療法はevidence based medicine (EBM) が確立され

ていない治療技術として認識されていた。したがって、定量化されたエビデンスに基づく手技療法の評価方法やその評価によって得られた情報から治療法を決定できるような体系化が求められている。

本研究では生体光計測技術を用いて、脳活動と末梢筋血流の計測から、手技療法による情動と被験筋の血流動態の変化との「中枢-末梢連関」を明らかにすることを目的とした。手技療法による脳活動と身体の血流状態の変化を定量的に評価し、手技療法の効果を科学的根拠に基づいて評価するシステムの構築が本研究の最終的な目標である。

【研究の内容、成果】

助成金を得て行われた2017年度～2018年度の研究では以下の成果が得られた。

本研究では、健常者18名に対して柔道整復師による手技療法の施術を行い、その前後における筋血流の変化、脳活動の変化、主観的疼痛感覚であるVAS値の変化、筋の柔軟性変化の指標を計測し手技療法の客観的な評価方法について検討した。



図1 手技療法の例

(1) 拡散相関分光法 (Diffuse Correlation Spectroscopy : DCS) による筋血流変化の計測

手技療法で主に治療の対象とするのは身体の筋組織であり、筋血流の変化を計測することが手技療法の効果を評価するために不可欠である。従来の血流計測法では、皮膚よりも深部に存在する筋の血流を非侵襲的かつ簡便には計測できなかった。そこで近年開発された非侵襲的な深部組織の血流計測法である DCS (Advanced Biomedical Engineering 6. 53-58. 2017) に着目した。DCS は長コヒーレントの近赤外光を皮膚表面から照射し、帰還光の自己相関関係を評価することで、皮下数 cm 程度に存在する深部筋血流の相対的速度の計測を行うことができる。この技術を用いて手技療法の効果の評価を定量的に行うため、身体の中の部位であっても装着可能な弾性形状をもつフレキシブル型光プローブを開発し、手技療法による末梢の筋血流変化をリアルタイムに計測可能な筋血流計測システムを作成した (図 2)。

(2) 手技療法による末梢血流変化の計測

手技療法の治療効果を健常被験者で模擬する実験系として、本研究では股関節を屈曲させる straight leg raise (SLR) 試験を用いた。股関節の屈曲に関係する筋へ手技療法を施すことにより最大屈曲角の増大が期待できるが、この際の関連筋血流の変化を DCS で計測することを目的とした。実験では、被験者を腹臥位とし、DCS プローブは大腿部後方中央部の大腿二頭

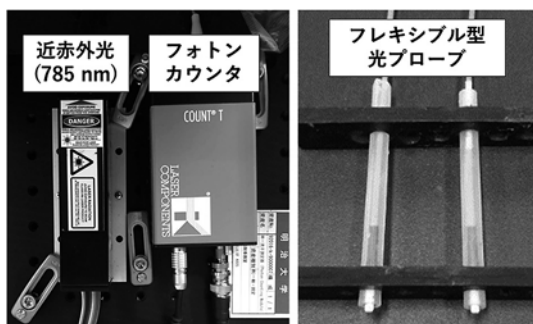


図 2 DCS の装置



図 3 DCS プローブ装着の様子

筋の筋腹部に装着し、手技療法前 (pre 安静) 後 (post 安静) の筋血流の変化を 300 秒間計測した (図 3)。

手技療法は、柔道整復師国家資格を有する者 1 名が行い、5 分間の手技療法を行う条件と行わない条件を設定し、手技療法を行わない場合は安静とした。pre 安静と post 安静の血流の変化は、安静条件では大腿部後面の血流速度の増加は認められなかったが、手技療法条件では筋血流の有意な増加を呈していた。これは、手技療法という「手当て」によって、局所的な筋血流の速度が上昇することを表す結果となった。被験者 18 名の手技療法前後における血流速度の推移を図 4 に示す。

(3) 機能的近赤外線分光法 (functional Near-Infrared Spectroscopy : fNIRS) による股関節屈曲時の疼痛感の計測

本研究では、初めに被験者を背臥位で膝関節を伸展位に固定した状態で股関節を屈曲させ下肢後部の筋が伸びることによって発生した最大の痛みを感じたところでサインを出してもらい、その際の股関節屈曲角度を計測した (pre)。続いて手技療法を行い、その後、二回目の股関節屈曲角は pre と同等の角度まで股関節を屈曲した (post) (図 5)。これは初めの股関節屈曲角での疼痛感が手技療法を施したことによってどのように変化するのかを計測するために実施した。また、安静条件では手技療法の時間は安静とした。

人は痛み刺激が与えられた際に最終的には脳

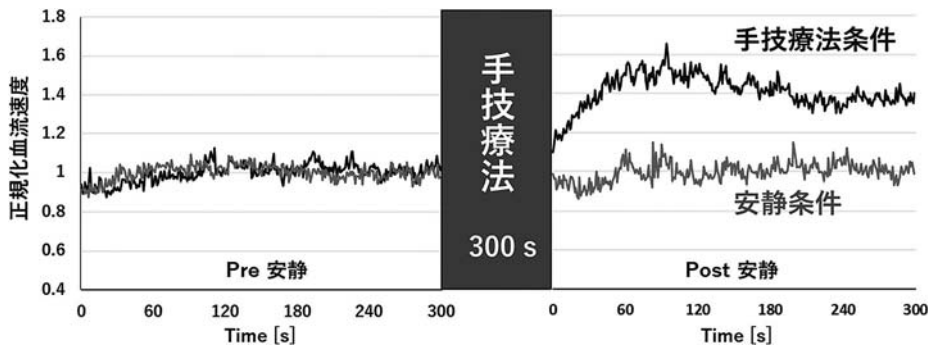


図4 手技療法条件と安静条件における pre 安静時と post 安静時における比較



図5 股関節屈曲時の風景

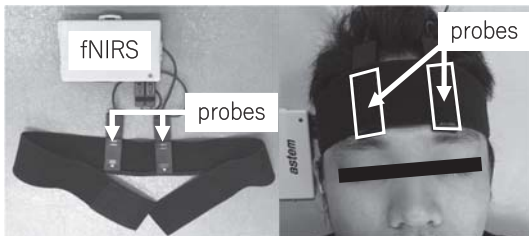


図6 簡易型 fNIRS 装置

で痛みを認知する。その際の脳活動を捉える目的としてベッドサイドでも計測可能な簡易型 fNIRS 装置 (図6) を使用した。手技療法の前後の脳活動を評価した先行研究 (生体医工学, 55(1): 1-8, 2017) と同様に疼痛感発生時の前頭前野領域の脳活動の変化を計測した。さらに主観的な疼痛感の評価として臨床で使用している Visual analog scale (VAS) を用いて股関節屈曲時に手技療法前後の主観的な疼痛感 (0~100) を VAS 値として計測した。

fNIRS による計測では一般的に酸素化ヘモグロビン濃度 (oxy-Hb 濃度) や脱酸素化ヘモグロビン濃度 (deoxy-Hb 濃度) を脳活動の指標

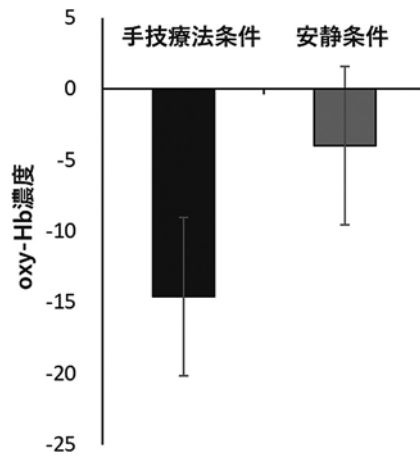


図7 手技療法条件と安静条件の股関節屈曲時の pre と post の oxy-Hb 濃度差分の結果

としている。そこで本研究では、右前頭前野前頭極部の oxy-Hb 濃度の最大値を指標として解析を行った。手技療法を行った条件では pre に比べ post で oxy-Hb 濃度が減少傾向にあった。さらに、手技療法を行った条件の方が安静条件と比べ oxy-Hb 濃度が減少していた (図7)。また、主観的な疼痛感である VAS 値においても oxy-Hb 濃度の変化と同様な結果を示していた。

これらのことから股関節の屈曲にかかわる下肢後部の筋群の柔軟性が5分間の手技療法により向上し、疼痛感が減少した結果、pre に比べて post で oxy-Hb 濃度と VAS 値が減少したのではないかと考えた。手技療法前の pre と手技療法後の post では、被験者が「股関節を屈曲させ大腿部後面の筋が伸びることによって発生した最大の痛み」とサインを出すまで股関節を屈曲し、下肢後部の筋群を伸張させた。この際

に被験者自身がこのタスクに対し「痛みがでた」と認知したため、前頭前野領域の活動を増加させ oxy-Hb 濃度の変化が上昇したと考えられた。同様に VAS 値も高値を示した。続いて、手技療法後の post では pre と同等の股関節屈曲角度まで股関節を屈曲させた。この際に手技療法条件では pre に比べ被験者自身が「痛み刺激」に対する疼痛感が pre に比べ減少していたため、前頭前野領域の活動が少なくなり、VAS 値が低値を示したと考えられる。安静条件では手技療法条件に比べて、それらの変化が少なかった。

股関節の屈曲角度の変化においては、手技療法条件では股関節屈曲角度の明らかな増加がみられた。

[今後の研究の方向, 課題]

徒手的な手法による「手当て」ともいう手技療法。医療関係のみならず一般家庭においても誰かの手当てをしたり、受けたりするように古来から行われていた伝統的な人の手当てである。しかし、今まで手当ての評価は、客観性に乏しく主観に頼らざるを得なかった。また、手技療法は筋肉の血流増加に期待できないため有益ではないとも言われていた。しかし、本研究で行った手技療法を施した筋の血流変化を DCS によって評価したことで、手技療法による血流の増加を示すことができた。さらに fNIRS によって前頭前野領域の脳活動を計測し、手技療法により疼痛感が減少していることを脳活動の変化から示すことができた。これらは手技療法

の効果を客観的に数値化できる可能性を示すものである。将来的には手技療法を受ける患者に対して計測した情報をフィードバックすることで、患者がより効果を実感することが可能になると考える。今後は DCS と fNIRS, 関節角度計などを統合した誰でも簡単に計測できるシステム開発を行い、将来臨床や教育現場で活用できるように研究を継続したい。

[成果の発表, 論文等]

- 松田康宏, 小野弓絵: 脳機能イメージング法からみた身体と情動のクロストーク, 神経内科, 87(1), pp. 4-89, 2017.
- 松田康宏: 機能的近赤外分光法 (fNIRS) を用いた疼痛可視化技術の検討, 第 26 回日本柔道整復接骨医学会学術大会, 抄録集, pp. 131, 2017.
- Matsuda Y, Nakabayashi M, Ono Y: Changes in skeletal muscle blood flow by manipulative therapy: a diffusion correlation spectroscopy study, fNIRS 2018, Abstract I-71, 2018.
- Nakabayashi M, Nozaki K, Matsuda Y, Ichinose M, Ono Y: Fatigue effect on muscle blood flow and oxygenation during handgrip exercise: a combined diffuse correlation spectroscopy and time-resolved near-infrared spectroscopy study, fNIRS2018, Abstract I-60, 2018.
- 松田康宏, 小野弓絵: 非侵襲生体信号の処理と解析——V-NIRS 信号の処理と解析, 一般社団法人システム制御情報学会, 62(10), pp. 435-440, 2018.
- 松田康宏: 拡散相関分光法を用いた手技療法前後の血流動態変化の計測, 第 27 回日本柔道整復接骨医学会学術大会, 抄録集 pp. 116, 2018.
- 松田康宏, 中林実輝絵, 宮本彩華, 小野弓絵: 手技療法による骨格筋血流変化の定量評価. 拡散相関分光法による検討, 日本体育大学紀要, 48(2), pp. 81-87, 2019.