

生体光計測による手技療法施術効果の客観的評価技術の開発

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2022-09-27 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 松田, 康宏 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10291/22631

「博士学位請求論文」審査報告書

審査委員 (主査) 理工学部 専任教授

氏名 小野 弓 絵

(副査) 理工学部 専任教授

氏名 嶋田 総太郎

(副査) 理工学部 専任教授

氏名 田中 幹也

1 論文提出者 松田 康宏

2 論文題名 生体光計測による手技療法施術効果の客観的評価技術の開発

(英文題) Evaluation of therapeutical effect of manipulative therapy using diffuse optical technology

3 論文の構成

本論文は次の5章から構成されている。

第1章 序論

第2章 脳活動計測による手技療法の疼痛緩和効果の評価

第3章 拡散相関分光法を用いた手技療法による僧帽筋血流の評価

第4章 筋血流・脳血流計測による手技療法効果の客観的評価に関する検討

第5章 結論

4 論文の概要

手技療法とは、柔道整復師が身体の筋骨格系の運動器に対して行う「揉む、押す、擦る、叩く」などの徒手的な「手当て」を指す。我が国では筋骨格系の不調を緩和する治療法として医療やスポーツ分野で広く浸透しているが、近年の社会の急速な高齢化、デジタル化、テレワークの普及などにより、筋の過度な緊張、痛み、不快感を訴える者が幅広い世代で増加し、手技療法の需要は急速に高まっている。この背景として、手技療法が薬物によらない非侵襲的な治療法であり、筋の柔軟性の向上や疼痛の緩和、血流促進による組織修復の促進、老廃物の除去など費用対効果の高い治療法として認識されているという現

状がある。しかし実際の臨床現場においては、手技療法を施した直後の患部の疼痛の評価は、患者や術者の主観的判断に委ねられているため客観性に乏しい。また、手技療法による施術筋の筋血流の変化をベッドサイドで直接評価できる方法や機器がこれまで存在しなかったことから、施術により実際に筋血流が促進するのかどうかの検証研究も非常に少ない。従って、手技療法の臨床的な視点から見た科学的根拠は、他の医療分野の研究と比較して非常に乏しいものとなっている。

そこで本研究では、手技療法の効果である疼痛感の緩和と筋血流の促進を定量的に評価するための生体計測システムの開発と、本システムの適用による手技療法の効果の客観的な評価を目的とした。術者が治療を行うベッドサイドで適用可能な可搬性と非侵襲性を兼ね備えた生体光計測技術として、近赤外線分光法 (functional near-infrared spectroscopy : fNIRS)を用いた脳機能計測と、拡散相関分光法(diffuse correlation spectroscopy : DCS)を用いた筋血流計測を選択し、被験者を対象とした生体光計測実験により研究を進めた。

本論を構成する全5章の概要は以下の通りである。

第1章では、手技療法の概要と研究背景、疼痛感覚と脳活動との関係、手技療法による血流変化に関する研究の現状について論じている。手技療法の効果に関する先行研究について概説し、主要な知見とその問題点をまとめて示した。こうした先行研究の知見に基づき、本研究で提案する手技療法効果の評価方法である fNIRS・DCS の計測原理と従来手法に対する優位性・有用性を概説し、これらの光計測技術を用いて手技療法の臨床効果を評価するシステムを構築するための方法論について述べている。

第2章では、fNIRS を用いた手技療法の疼痛緩和効果の検証実験について報告している。急性疼痛とその手技療法による緩和をもたらす実験モデルとして、背臥位の姿勢で下肢を上方に挙上し、大腿部の後部の筋を伸張させた際に発生する筋の伸張痛を対象とした。手技療法により筋の柔軟性を向上させる前後で、一定角度の下肢挙上時の主観的な疼痛感を Visual analog scale で、前頭前野の疼痛関連活動を fNIRS で計測し、これらの関係性を調査した。健常若年成人27名を対象とした実験を行い、主観的疼痛感が高値を示した際には右前頭前野領域の活動が増加し、主観的疼痛感が低値を示した際には同領域の活動が減少するという結果を得た。また、日常的に経験する範囲での主観的疼痛感と右前頭前野領域の脳活動に相関関係を認めた。これらの結果は、fNIRS により疼痛感を定量的に評価する提案手法の有効性を示している。また、手技療法の施術後に主観的疼痛感と脳活動の有意な低下を認めた結果は、手技療法の疼痛緩和効果を脳活動量の客観的なデータで裏付けるものとなった。

第3章では、DCS を用いた手技療法の筋血流促進効果の検証実験について報告している。肩こりの原因筋として多く認知されている僧帽筋に手技療法を行って筋血流の変化を計測し、合わせて心臓自律神経活動と動脈血圧を測定して全身循環動態の変化についても検討した。健常成人30名に対し右僧帽筋に5分間の手技療法を施すと、被験者平均で僧帽筋血流が40%増加し、同時間安静を保った対照群よりも有意な増加を示した。これらの結果は、手技療法による筋血流変化を DCS で評価可能であるという提案手法の有効性を示している。また被験者のうち筋緊張がある群においては、手技療法の実施により被験

者平均で64%の血流増加を認め、筋緊張のない群に対して有意な増加を示した。手技療法は全身の自律神経応答や血圧には影響を与えず、目的筋の微小循環のみを改善するという効果も明らかとなり、手技療法による筋血流の促進効果が証明されたといえる。

第4章では、手技療法の疼痛緩和効果を脳活動計測により評価した第2章の研究手法と筋血流改善変化をDCSにより評価した第3章の研究手法を同時に適用し、中枢の疼痛反応と末梢の血流促進効果の両方から手技療法の効果を客観的に評価するためのシステムを構築し検証を行った結果について述べている。健常成人39名に対し、第2章で用いた下肢挙上による急性疼痛発生モデルとその手技療法による緩和効果を対象とし、前頭前野のfNIRS計測による疼痛感の評価に加え、手技療法の施術筋である大腿部後面の筋血流の変化をDCSで評価した。手技療法前後で右前頭前野領域の活動の減少と主観的疼痛感の減少が確認された。さらに主観的疼痛感と脳活動との関係性では、右前頭前野活動と主観的疼痛感は中等度の相関関係を呈し、主観的疼痛感を右前頭前野領域の脳活動から評価できると結論づけた第2章の結果を裏付ける結果となった。また本章では、第3章で筋血流計測に成功した僧帽筋以外の大腿部後面の筋血流計測を検証したが、5分間の手技療法前後において大腿部後面の筋血流は被験者平均で50%の増加をみる結果となった。さらに、計測時間を短縮した場合においても精度よく筋血流の変化を捉えることができた。以上の結果より、fNIRS計測から疼痛感の評価し、DCS計測から施術筋血流の変化を評価することで、臨床現場のベッドサイドにおいて手技療法の効果を客観的に評価可能なシステムを構築できたといえる。

第5章では本研究で得られた検証結果を総括し、ベッドサイドで行われる手技療法の効果について、脳活動ならびに筋血流量を用いて定量的に評価する手段を開発した本研究の成果を述べている。fNIRSによる脳活動計測では、疼痛誘発時における右前頭前野領域の活動を利用して、客観的に疼痛感の変化を捉えることに成功した。また、DCSによる筋血流計測では、筋の種類によらず施術筋への血流促進効果を評価可能であるとする結果が得られた。これらの研究成果は、手技療法を適用する医療分野や教育分野の発展に大きく寄与するものである。

5 論文の特質

本論文の特色は、これまでその多くが脳科学や光工学分野における基礎的研究にとどまっていたfNIRS・DCSの生体光計測技術を、手技療法の施術効果の評価に資する計測システムへと発展させ、実際に手技療法の施術と組み合わせた被験者実験によりその有効性を証明した点である。柔道整復学は、漢方や鍼灸など他の東洋医学・代替医学の分野と比較して研究の数が圧倒的に少なく、Evidence based medicineの確立を助ける科学的データが不足していることが、柔道整復師の養成・教育・技術向上において長年の問題となっていた。手技療法をはじめとするマッサージや按摩などの徒手療法は、多くの人々にとって身近な「手当て」であり、実生活での利用機会も多い。その「手当て」の効果の定量評価手法を開拓した本研究は、生体医工学と臨床医学の架け橋となるだけでなく、より効果的な医療を人々へ提供するための多様な応用に活用できる点で大きな社会的意義を持っている。

6 論文の評価

本論文で取り上げた疼痛感覚と筋血流は、アンケートなどの主観的手法やMRIなどの大型装置による手法でしか取得できず、正確性や測定コストの面から臨床現場での活用が妨げられていた。本研究は、比較的簡易かつ安価な生体光計測手法を疼痛感や筋血流の評価方法として導入し、ベッドサイドで応用可能な計測システムを構築した点に大きな新規性と有用性がある。また手技療法が局所の筋血流のみを促進し、全身の循環動態には影響を及ぼさないという知見は、全身運動が制限される生活習慣病患者等におけるリハビリテーション手法としての手技療法の有用性にもエビデンスを与える結果であり、高く評価できる。

特に本論文の第3章に相当する筋血流緩和効果の論文は、出版直後から関連の医療従事者・研究者からの注目を集め、接骨院・整骨院・柔道整復師向けの国内最大情報サイトである「柔整ホットニュース」に最新トピックとして取り上げられ、取材を受けてインタビュー記事も掲載された。これらの反応は医学領域からの本研究への注目の高さを示すものであり画期的な成果である。本研究で提案した疼痛感覚の脳活動指標、筋血流指標について、実際に治療を受ける患者を対象として今後データを蓄積していくことで、最適な治療方法の選択基準や熟練した術者のスキルの継承に貢献することが期待される。

また本研究は、電気電子工学・医工学の研究分野である生体機能計測工学の観点からも、実際の臨床診断に資する新しい応用分野を拓いたという点で画期的な成果を上げたといえる。研究の遂行にあたり、疼痛感覚の主観的強度と脳活動強度の対数スケール上における線形性の確認など、今後疼痛感以外の情動反応の定量評価にも応用可能な多くの新しい知見を示している。ヘルスケア産業の発展や健康寿命の延伸は我が国における喫緊の課題であり、本研究で得られた身体状態や心理状態の可視化技術は、今後多くの関連研究への発展が見込まれる。

以上に述べたように、本論文は先進的な生体光計測技術を駆使して手技療法の中核・末梢における施術効果の評価手法の確立と実証に挑んだ挑戦的な研究である。先進的な方法論が活用されているとともに、臨床的にも意義の高い結果が得られており、今後の柔道整復学、リハビリテーション科学、生体医工学の複合分野の発展に大きく寄与する優れた論文である。

7 論文の判定

本学位請求論文は、理工学研究科において必要な研究指導を受けたうえ提出されたものであり、本学学位規程の手続きに従い、審査委員全員による所定の審査及び最終試験に合格したので、博士（工学）の学位を授与するに値するものと判定する。

以 上

主査氏名（自署）