原著

ORIGINAL ARTICLE

無偏光近赤外線照射が手指母指球部の圧痛閾値と
触覚閾値および時間的加重に与える影響竹内 伸行^{1,2}, 松本 昌尚²¹高崎健康福祉大学 保健医療学部 理学療法学科²本庄総合病院 リハビリテーション科

(2020年9月2日受付, 2021年1月20日掲載決定, 2021年4月2日J-STAGE 早期公開)

Effect of Non-polarized Near-infrared Ray Irradiation
on Pressure Pain Threshold, Tactile Perception Threshold
and Temporal Summation of Thenar EminenceNobuyuki Takeuchi^{1,2}, Masanao Matsumoto²¹Department of Physical therapy, Faculty of Health care, Takasaki University of Health and Welfare²Department of Rehabilitation, Honjo General Hospital

(Received September 2, 2020, Accepted January 20, 2021, Advance Publication released online April 2, 2021)

要 旨

無偏光近赤外線照射が圧痛閾値と触覚閾値, 時間的加重に与える影響について健康成人を対象として検討した。結果, 無偏光近赤外線照射群では, 圧痛閾値の有意な上昇を認めたが, 触覚閾値は変化しなかった。対照群では圧痛閾値, 触覚閾値共に変化を認めなかった。時間的加重の評価指標である Visual analogue scale は両群共に変化を認めなかった。無偏光近赤外線照射により圧痛閾値が上昇する可能性があることと, 触覚閾値は変化しないことが示唆された。加えて, 末梢への無偏光近赤外線照射は, 二次侵害受容性神経の興奮性に影響を与えない可能性が示唆された。

キーワード: 無偏光近赤外線, 圧痛閾値, 触覚閾値, 時間的加重, 健康成人

Abstract

Effects of non-polarized near-infrared ray irradiation on pressure pain threshold, tactile perception threshold and temporal summation were examined. The subjects were 10 healthy adults. All subjects were participated in both irradiation and control groups. The irradiation group, non-polarized near-infrared rays were applied to thenar eminence of non-dominant hand. The control group was not irradiated. Pressure pain threshold, tactile perception threshold and temporal summation were measured before and after irradiation. The pressure pain threshold value showed a significant increase after non-polarized near-infrared ray irradiation in the irradiation group, but the tactile perception threshold and visual analogue scale value reflecting the temporal summation did not change in the both groups. It was suggested that non-polarized near-infrared ray irradiation increased the pressure pain threshold. On the other hand, it was considered that non-polarized near-infrared ray irradiation does not affect the tactile perception threshold and the temporal summation.

Key words: non-polarized near-infrared ray, pressure pain threshold, tactile perception threshold, temporal summation, healthy adults

1. 背景

近赤外線の波長域を用いた光線療法は、ペインクリニックや整形外科、リハビリテーション科などの幅広い領域で疼痛緩和や循環改善、創傷治癒促進等に利用されており、その波長は幾つかの用例があるものの概ね 700～2,000 nm である。疼痛緩和に用いられる光線療法機器の主なものとして、半導体レーザーを用いた低出力レーザー治療器（波長 810 nm や 830 nm など）や直線偏光近赤外線治療器（波長 600～1,600 nm）などがある。前者は単一波長のレーザー光、後者は直線偏光をかけた広帯域波長の近赤外線を照射する治療器である。さらに、無偏光且つ広帯域波長の近赤外線を照射する治療器も用いられている。これらの治療器の大半はスポット型治療器といわれる直径数 mm から十数 mm の照射口径を有する機器である。レーザー治療器や直線偏光近赤外線治療器を用いた疼痛緩和に関する報告^{1,2)}は国内外共に多くみられるが、無偏光近赤外線治療器による報告^{3,4)}は海外で散見されるものの国内では見当たらない。

偏光の有無による生理学的作用の違いについては明らかになっていない部分も多い。無偏光に比して直線偏光の光線照射により皮膚創傷治癒促進効果を認めたとの報告^{4,5)}があり、その理由として細胞膜による選択的励起⁶⁾など幾つかの機序が考えられている。一方、疼痛緩和については両者を比較検討した報告見当たらず、偏光の違いや有無による効果の差は明確ではないのが実情である。このような状況の中、Chen ら⁹⁾は慢性頸部痛患者に対する無偏光の近赤外線照射により圧痛閾値が上昇したと述べていることから、無偏光の近赤外線でも疼痛緩和作用が期待されるが報告が乏しく、研究成果の蓄積が必要と思われる。加えて、疼痛緩和目的で行なわれる近赤外線療法では、侵害受容性神経活動を抑制しながら、通常の触覚などの感覚には影響しないことが望ましいが、Chen ら⁹⁾を含めてこうした視点では検討されていない。さらに、筆者らの一部は直線偏光近赤外線による筋伸張痛緩和作用を報告⁷⁾したが、圧痛に対する効果や、無偏光近赤外線の効果は未検討であった。今回、筆者らは無偏光近赤外線照射が圧痛閾値と触覚閾値に与える影響を検討する機会を得た。本稿ではその成果を報告する。

2. 目的

無偏光近赤外線照射が圧痛閾値および触覚閾値に与える影響と、中枢性疼痛修飾系の指標の一つである時間的加重（temporal summation: TS）の変化を明らかにすることを目的とした。

3. 対象と方法

対象は当院リハビリテーション科職員の健常成人 10 人とし（Table 1）、全員に本研究の方法と目的を説明し、書面をもって同意を得た。全員に無偏光近赤外線を照射する照射群と、照射しない対照群に参加してもらった。両群への参加順序は対象ごとに無作為に決定し、1 週間以上の間隔をあげた。対象部位は非利き手母指球筋上とした。非利き手とした理由は、測定項目の一つに Visual analogue scale（VAS）があり、利き手で記入してもらう必要があるためである。取り込み基準は、①20 歳以上で

研究参加の同意を得られること、②研究に参加する時点で何らかの痛みを有していないこと、③急性痛あるいは慢性痛の治療中ではないこと、④非利き手母指球部の皮膚疾患がないこと、⑤光線過敏症ではないこと、⑥基礎疾患として精神疾患、高次脳機能障害、神経障害の診断を受けていないこと、とした。除外基準は、①研究開始後に取り込み基準から逸脱した場合、②研究参加中止の申し出があった場合、とした。なお、本研究は本庄総合病院倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号 20191007）。

近赤外線治療器は、アルファビーム（ALB-P1、ミナト医科学、Fig.1）を使用した。照射群における近赤外線照射は、無偏光、波長 700～1,600 nm、出力 1,700 mW、照射口径 10 mm（照射面積 78.5 mm²）、連続照射、照射時間 2 分 30 秒の照射条件とし、検者の手持ちによる移動照射で行なった。非利き手母指球筋最大膨隆部を中心とし、その部位より照射プローブ 1 個分近位部より照射を開始した。3 秒間照射後、直ちに照射プローブ 1 個分遠位部（最大膨隆部）に移動し 3 秒間照射後、さらに照射プローブ 1 個分遠位部に移動し 3 秒間照射した（Fig.2）。なお、プローブの移動はできるだけ素早く行い、この移動時間は照射時間 3 秒間の中を含めた。その後、最初の部位に戻り、この作業を 2 分 30 秒間繰り返した。対照群は、照射せずに 2 分 30 秒間安静を保った。本研究のような介入

Table 1 Subject characteristics (n = 10).

Age* (y)	29.80 ± 8.90
Sex Male/Female (n)	5/5
Non-dominant hand Right/Left (n)	0/10
Height* (cm)	167.65 ± 7.00
Body weight* (kg)	59.2 ± 11.00

* Mean ± Standard deviation

Fig.1 Near-infrared treatment equipment (ALPHABEAM, Minato Medical Science, Japan) and irradiation scene.

研究では、プラセボ効果の影響を検討するために対照群には sham 照射を行うことが望ましい。しかし本研究で用いた治療器は温熱作用に優れているため、照射の有無を認知し易い。加えて、本研究の対象は、本治療器を理解しているリハビリテーション科職員であった。これらを踏まえて、予備検討を行ったが、対象が照射の有無を判別可能であり、厳密にプラセボ効果の影響を sham 照射により検討することが難しいと考えられた。このため対照群は安静を保つこととした。照射時の姿勢は、両群共に椅子座位とし、前腕を回外位で手掌面を上に向けて机に乗せ、安楽な肢位を保った。

両群共に、照射（安静）前後に母指球部の触覚閾値、圧痛閾値、TS を測定した。触覚閾値は、Semmes-weinstein monofilaments (SOT-DM20A, 酒井医療：SWM) を用いて測定した。SWM の測定方法は、報告により若干の違いがあるが本研究では Bell-Krotoski ら⁸⁾の方法を参考に行なった。SWM の先端を測定部の皮膚に対して直角に 1～1.5 秒かけて接触させ、90 度程度たわむまで押し当てた。除圧する際も 1～1.5 秒かけた。SWM は最も細いものから開始し、対象が認知できるまで太さの異なる SWM を接触させ、対象が認知できた最も細い SWM の数値 (g) を測定値とした。なお、事前に行った予備検討の結果、圧痛閾値の測定と同一部位で測定すると圧刺激の残感覚の影響を受けることを確認できた。このため圧痛閾値測定部位から、近赤外線治療器の照射プローブ 1 個分離した近位部で測定した (Fig.2)。

圧痛閾値は、圧痛計 (Argometer MF-129AA, JTECH) を用いて測定した。圧痛計のプローブは直径 8 mm の円形平面状のものを使用した。非利キ手母指球筋最大膨隆部の皮膚に対して直角に圧痛計を押し当て (Fig.2)、一定の圧迫速度 (毎秒 5N)⁹⁾を保つように配慮しながら圧迫した。対象には、痛みを感じたら直ちに「はい」と答えるように指示した。対象が「はい」と答えた直後に圧痛計の圧力を緩め皮膚から離れた。本器は圧力を緩めると最大値が自動的に記録される仕組みになっており、値は測定後に画面に表示させることができる。この測定を 3 回行い、3 回の平均値を算出して測定値とした。

圧痛強度を Visual analogue scale (VAS) で測定し TS の

変化を検討した。圧刺激は、Graven-Nielsen ら¹⁰⁾の方法を参考に圧痛計を測定部の皮膚に対して直角に当て、1 Hz の頻度で 10 回連続して入力した。圧迫強度は、前述の方法で測定した圧痛閾値の 125% の強度とし、10 回の刺激毎の圧痛強度を VAS で測定した。VAS 値は Vaegter ら¹¹⁾の方法を参考に、1 回目から 4 回目の値の平均を VAS I、5 回目から 7 回目の平均を VAS II、8 回目から 10 回目の平均を VAS III と定義した。

各指標は、圧刺激の残感覚の影響を考慮して、触覚閾値、圧痛閾値、TS の順序で、近赤外線照射（安静）前後に測定した。統計解析は、照射前後の各指標を群内比較することで行なった。触覚閾値は Wilcoxon 符号付順位検定を用いた。圧痛閾値は正規性を確認のうえ対応のある t 検定を用いて検討した。TS は、正規性を確認のうえ各群の照射前および照射後の VAS I、VAS II、VAS III について一元配置分散分析を行い、有意差を認めた場合は多重比較検定 (Scheffé 法) を行なった。これらの解析は、統計解析ソフトウェア SPSS ver. 23J (日本 IBM) を用いて実施し、有意水準は 5% とした。

4. 結果

触覚閾値 (中央値 [四分位範囲]) は、照射群および対照群の照射前、照射後の値は全て 0.04 (0.03) g であった。最大値および最小値は、照射群の照射前が 0.07 g、0.02 g、照射後が 0.07 g、0.02 g、対照群の照射前が 0.16 g、0.04 g、照射後が 0.07 g、0.02 g であった。照射前の値において両群間に統計学的有意差は認めなかった ($p = 0.285$)。両群共に照射前後の値に有意な変化を認めなかった (照射群 $p = 0.317$ 、対照群 $p = 0.680$)。Fig.3 に触覚閾値の測定結果を示した。

圧痛閾値 (平均値 [95%信頼区間]) は、照射群の照射前が 34.60 (30.69～38.50) N、照射後が 40.71 (36.18～45.25) N、対照群の照射前が 35.38 (31.76～39.01) N、照射後が 36.01 (31.39～40.62) N であった。両群間の照射前値に統計学的有意差は認めなかった ($p = 0.662$)。照射群の圧痛閾値において、照射前に対して照射後に有意な高値を認めた ($p = 0.004$)。対照群では照射前後に有意

Fig.2 Irradiation area and measurement site.

Three sites on the circle in the figure were irradiated (Each site was consecutively irradiated for 3 sec, and this procedure was repeated for 2 min 30 sec).

Fig.3 Result of tactile perception threshold.

な変化を認めなかった ($p = 0.693$). Fig.4 に圧痛閾値の測定結果を示した.

TS の VAS 値 (平均値 [95%信頼区間]) は, 照射群の照射前における VAS I は 63.35 (54.31~72.39) mm, VAS II は 74.03 (67.58~80.49) mm, VAS III は 79.40 (70.56~88.24) mm であった. 照射群の照射後における VAS I は 66.65 (61.28~72.01) mm, VAS II は 74.33 (66.62~82.05), VAS III は 82.17 (75.12~89.21) mm であった. 対照群の照射前における VAS I は 61.88 (51.16~72.59) mm,

Fig.4 Result of pressure pain threshold.
Mean $\pm$ 95% Confidence interval

Fig.5 Result of temporal summation.

a. Irradiation group

*1: $p = 0.015$ (vs. VAS I, Scheffé), *2: $p = 0.004$ (vs. VAS I, Scheffé), Mean $\pm$ 95% Confidence interval

b. Control group

*1: $p = 0.025$ (vs. VAS I, Scheffé), *2: $p = 0.039$ (vs. VAS I, Scheffé), Mean $\pm$ 95% Confidence interval

VAS II は 73.10 (61.58~84.62) mm, VAS III は 81.47 (71.47~91.46) mm であった. 対照群の照射後における VAS I は 71.72 (61.68~81.75) mm, VAS II は 81.10 (70.97~91.23) mm, VAS III は 88.37 (79.10~97.63) mm であった. 照射前の VAS I, VAS II, VAS III の各値において両群間に統計学的有意差を認めなかった (VAS I; $p = 0.801$, VAS II; $p = 0.825$, VAS III; $p = 0.664$). 両群の照射前および照射後の VAS I に比して, VAS III で有意な高値を認めたが (照射群の照射前 $p = 0.015$, 照射後 $p = 0.004$, 対照群の照射前 $p = 0.025$, 照射後 $p = 0.039$), VAS I と VAS II, VAS II と VAS III の間には統計学的有意差を認めなかった (全て $p > 0.05$). Fig.5 に各 VAS の測定結果を示した.

5. 考察

照射前の触覚閾値, 圧痛閾値, TS の VAS 値の全てにおいて, 照射群と対照群の間に有意差を認めなかったことから, 各指標のベースライン値は両群で同等であり, 群間に偏りの無い状態で本研究を実施できたと考えられた.

触覚閾値は, 両群共に照射 (安静) 前後に有意差を認めなかったことから, 今回の条件による範囲では, 近赤外線照射では SWM により測定した触覚閾値に影響を与えないことが示唆された. 圧痛閾値は, 照射群において, 照射前に比して照射後に有意に高値を示した. 一方, 対照群は照射前後で有意な変化を認めなかったことから, 近赤外線照射により圧痛閾値が上昇したことが示唆された.

触覚の受容器はメルケル細胞やマイスナー小体などの機械受容器であり, それぞれ固有の位置に分布し, その興奮は一次求心性神経に伝わる. 圧痛は, 機械的侵害刺激により侵害受容器 (機械侵害受容器, ポリモーダル受容器) が受容し, その興奮はやはり一次求心性神経に伝わる. 一次求心性神経のうち痛みに関わるのは A δ 線維と C 線維で, A δ 線維は機械的侵害受容器を支配し主に一次痛に関与し, C 線維はポリモーダル受容器を支配し主に二次痛に関与する^{12,14}). A β 線維は触覚やしびれの感覚などに関係する^{12,13}). 広帯域波長の無偏光近赤外線照射が, それぞれの求心性神経線維に与える影響に関する報告は見当たらないが, 低出力レーザー照射の報告¹⁵⁻¹⁷)がある. これらの報告¹⁵⁻¹⁷)では, A β 線維の活動には影響せず, A δ 線維と C 線維の伝導を抑制することが報告されている. 低出力レーザーと本研究で用いた近赤外線では, 光の物理学的性質 (単一波長か広帯域波長か, 光の出力や密度など) が大幅に異なるため, 単純に比較することは難しい. しかし, これらの低出力レーザーの光は近赤外線領域の波長であるため, 本研究で用いた近赤外線照射においても同様の作用が生じる可能性は否定できない. また, 低出力レーザーは組織レベルの温熱作用はほとんどないため, その作用は光化学作用¹⁸)によるものと考えられているが, 本研究で用いた近赤外線治療器は優れた温熱作用を有している. このため本研究結果において圧痛閾値が上昇した要因としては, 光線が有する光化学作用に加えて, 温熱作用の関与も示唆された. また, 筆者らのこれまでの研究¹⁹)では, 光が拡がるように設計されたピーク出力 10 W (平均出力 1 W) のレー

ザー光をパルス照射することで、A β 線維が関与する電流知覚閾値は変化せずに、A δ 線維が関与する電流痛覚閾値が上昇することを報告した。電流知覚閾値および電流痛覚閾値の評価は、受容器を介さずに求心性神経線維を刺激して行われるが、本研究の触覚および圧痛閾値測定では機械的刺激を用いたことから、そのメカニズムが異なるため単純比較はできない。さらに本研究の触覚閾値はSWMを使用して測定した。この方法はフィラメントの太さに応じた触圧覚 [g] を20段階の尺度で測定するものである。しかし、健常者では20段階中の数段階の範囲で測定されることが多く、本研究結果でも全測定を通して最小値0.02 [g]、最大値0.16 [g] の4段階の範囲であった。このため測定精度に限界があることは否めず、比率尺度による他の測定方法を用いた場合は、異なる結果が生じる可能性も否定できない。しかしながら、本研究においても触覚閾値と痛覚閾値で先行研究^{15-17,19)}と同様の結果を認めたことは興味深いと考える。疼痛緩和治療では、触覚などの通常の神経活動に影響を与えずに、侵害受容性神経活動を抑制することが望ましい。本研究結果から、こうした視点において近赤外線照射は圧痛を呈している患者の治療に有用であると考えられた。

中枢性疼痛修飾系の評価方法には幾つかあるが、本研究ではTSを用いた。TSは、一般に0.3 Hz以上の頻度で反復して入力される侵害刺激によって疼痛強度が増強される現象であり、一次侵害受容性神経への反復刺激の入力が、二次侵害受容性神経の興奮性を高めるとされている^{11,20)}。今回、照射群、対照群の照射（安静）前後のVAS値全てにおいて、VAS Iに比してVAS IIIで有意な高値を認めた。このため、両群の照射（安静）前後には反復する圧刺激に対するTSが生じたと考えられた。つまり、無偏光近赤外線照射の有無にかかわらず、二次侵害受容性神経の興奮性が高まっていることが推察され、末梢に対する無偏光近赤外線照射ではTSを抑制する作用は無いと示唆された。なお、中枢性疼痛修飾系にはConditioned pain modulation (CPM) などTS以外にも存在するが、本研究結果から他の中枢性疼痛修飾系への影響は言及できない。CPMなどによる疼痛緩和作用については、今後の検討課題である。加えて、本研究の対照群は、sham照射などは行わずに安静を保つ形とした。前述のように今回用いた近赤外線治療器の温熱作用や、対象者の属性などの要因により、対象が照射の有無を判別可能であったためである。こうした理由はあるものの、プラセボ効果の影響を検討できていないことは事実である。この点は本研究の限界である。

6. 結論

末梢への無偏光近赤外線照射によって、触覚閾値に影響を与えずに、圧痛閾値を上昇させる可能性があるとし唆された。こうした作用は、レーザー照射による研究および動物を用いた研究にて報告されているが、無偏光且つ複合波長である近赤外線の照射においても同様の効果が得られるものと考えられた。加えて、TSの変化を認めなかったことから、末梢への無偏光近赤外線照射では二次侵害受容性神経の興奮性に影響を与えないことが示唆された。レーザー照射による先行研究ではA δ 線維とC

線維の興奮抑制作用が報告され、TS以外の中枢性疼痛修飾系の関与も報告されているが、本研究結果からはそれに言及することができない。今後は、各神経線維への影響やTS以外の中枢性疼痛修飾系の関与、さらにはプラセボ効果の影響についても検討していく予定である。

利益相反の開示

開示すべき利益相反なし。

引用文献

- 1) Iain AR, Harry S, Haroon R, Kurinchi SG. Low-level laser therapy for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017. (参照2020年8月27日), <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD012765/epdf/full>.
- 2) Yokoyama K, Sugiyama K. Temporomandibular joint pain analgesia by linearly polarized near-infrared irradiation. *Clin J Pain*. 2001; 17: 47-51.
- 3) George DG, Peter JR, Ye L. Infrared therapy for chronic low back pain: a randomized, controlled trial. *Pain Res Manag*. 2006; 11: 193-196.
- 4) 御子柴 憲彦, 佐藤 俊一, 益子 信郎, 稲場 文男, 田口 喜雄, 大原 到, 葛西 森夫, 吉田 健, 浅井 和弘. 偏光した近赤外発光ダイオード光による創傷治癒効果の基礎研究. *日レ医誌*. 1986; 6: 179-182.
- 5) 田口 喜雄, 黒川 良望, 大原 到, 佐藤 俊一, 御子柴 憲彦, 稲葉 文雄. 創傷治癒促進に対する光の偏光特性による照射効果. *日レ医誌*. 1987; 7: 69-70.
- 6) Chen SH, Lin SH, Lai MJ, Peng CW, Lai CH. Therapeutic effects of near-infrared radiation on chronic neck pain. *J Exp Clin Med*. 2013; 5: 131-135.
- 7) 竹内 伸行, 大澤 輪樹彦. 直線偏光近赤外線照射による筋伸張性向上の効果. *理学療法*. 2004; 31: 337-342.
- 8) Bell-Krotoski J, Weinstein S, Weinstein C. Testing sensibility, including touch-pressure, two-point discrimination, point localization, and vibration. *J Hand Ther*. 1993; 6: 114-123.
- 9) Chesterton LS, Foster NE, Wright CC, Baxter GD, Barlas P. Effects of TENS frequency, intensity and stimulation site parameter manipulation on pressure pain thresholds in healthy human subjects. *Pain*. 2003; 106: 73-80.
- 10) Graven-Nielsen T, Arendt-Nielsen L. Assessment of mechanisms in localized and widespread musculoskeletal pain. *Nat Rev Rheumatol*. 2010; 6: 599-606.
- 11) Vaegter HB, Handberg G, Graven - Nielsen T. Isometric exercises reduce temporal summation of pressure pain in humans. *Eur J Pain*. 2015; 19: 973-983.
- 12) 津田 誠. 神経障害性疼痛の発症維持メカニズム. *ファルマシア*. 2015; 51: 755-759.
- 13) 砥出 勝雄. 疼痛治療薬の基礎—痛みの基礎および新規疼痛ターゲット. *日本薬理学雑誌*. 2006; 128: 321-325.
- 14) 渡辺 正仁, 早崎 華, 由留木 裕子. 痛みのメカニズムと鎮痛. *保健医療学雑誌*. 2017; 8: 50-63.
- 15) Tsuchiya K, Kawatani M, Takeshige C, Sato T, Matsumoto I. Diode laser irradiation selectively diminishes slow component of axonal volleys to dorsal roots from the saphenous nerve in the rat. *Neurosci Lett*. 1993; 161: 65-68.
- 16) Tsuchiya K, Kawatani M, Takeshige C, Matsumoto I. Laser irradiation abates neuronal responses to nociceptive stimulation of rat-paw skin. *Brain Res Bull*. 1994; 34:

369-374.

- 17) Sato T, Kawatani M, Takeshige C, Matsumoto I. Ga-Al-As laser irradiation inhibits neuronal activity associated with inflammation. *Acupunct Electrother Res.* 1994; 19: 141-151.
- 18) 今川 孝太郎, 宮坂 宗男. 光が皮膚に与える影響. *日レ医誌.* 2012; 32: 444-451.
- 19) 竹内 伸行, 松本 昌尚. 10 W 半導体レーザーのパルス照射が電流知覚閾値と電流痛覚閾値に与える即時効果—健康成人を対象とした基礎的検討—. *日レ医誌.* 2020; 40: 309-313.
- 20) 根本 興平, 松澤 理恵, 堀 雄一. 疼痛の機序解明 基礎医学の立場から生理学的アプローチ. *Dokkyo Journal of Medical Sciences.* 2011; 38: 235-341.

著者紹介

竹内 伸行 (Nobuyuki Takeuchi)

学歴：2002 年 3 月, 秋田大学医療技術短期大学部理学療法学科卒業. 2010 年 3 月, 群馬大学大学院医学系研究科保健学専攻理学・作業療法学分野 博士後期課程修了, 博士 (保健学).

職歴：2002 年 4 月, 本庄総合病院リハビリテーション科 (2010 年 4 月より 同院 非常勤職員). 2010 年 4 月, 高崎健康福祉大学 保健医療学部 理学療法学科 講師, 2014 年 4 月, 同 准教授, 2017 年 4 月, 同 教授.

資格, 所属学会等：日本理学療法士協会 専門理学療法士 (物理療法), 日本慢性疼痛学認定 慢性疼痛専門療法士. 日本レーザー医学会会員, 日本レーザー治療学会会員, 日本物理療法学会代議員, 日本理学療法士学会会員, 日本生体医工学会会員, 日本疼痛学会会員, 日本慢性疼痛学会会員, 日本医療マネジメント学会会員, 日本医療の質・安全学会会員.

松本 昌尚 (Masanao Matsumoto)

学歴：2014 年 3 月, 高崎健康福祉大学 保健医療学部 理学療法学科卒業.

職歴：2014 年 4 月, 本庄総合病院 リハビリテーション科. 所属学会等：日本理学療法士協会 認定理学療法士 (物理療法), 日本物理療法学会会員, 日本理学療法士学会会員.