

# 慢性腰痛に対するハイボルテージ療法

佐藤 良太・大山 美華・織田 俊郎・石川 貴之・小笠原 里佳・甲斐 範光

帝京短期大学 ライフケア学科

## 【抄録】

**【緒言】** ハイボルテージ療法 (High Voltage Pulsed Current Therapy: HVPC) は、皮膚の電気抵抗を軽減し、深部組織への効果的な電気刺激が可能な治療法である。本研究では、慢性腰痛を有する学生を対象に HVPC の痛みの緩和および可動域改善効果を検証することを目的とした。

**【方法】** 対象は慢性腰痛を有する学生 12 名 (男性 8 名, 女性 4 名, 平均年齢 20.54 歳) とし, 伊藤超短波株式会社製の US-910 を用いて HVPC を実施した。設定はパルス幅 20 $\mu$ s, 刺激周波数 130Hz, 刺激時間 1 分, 刺激強度 40V 以上, 部位照射は痛みを伴う部位に限定し, 体幹の屈曲および伸展の可動域を測定した。痛みの評価には主観的痛みスコア (0 ~ 10) を用い, 測定は前後で実施した。統計解析には Wilcoxon の符号付順位検定を用いた。

**【結果】** 体幹の屈曲および伸展の角度に関しては, 有意な差は認められなかった (屈曲 :  $p = 0.38$ , 伸展 :  $p = 0.120$ )。一方, 痛みに関しては改善が認められ, 屈曲時の痛み ( $p \leq 0.01$ ), 伸展時の痛み ( $p \leq 0.01$ ) とともに有意に低下した。

**【考察】** 本研究の結果から, HVPC は慢性腰痛における疼痛緩和において即効性を有することが示された。一方, 可動域の改善が限定的であった背景には, 疼痛部位への照射に焦点を絞ったことや, 可動域制限の要因となる筋肉や関節構造, 軟部組織へのアプローチ不足が挙げられる。また, 対象者が可動域に制限を伴う事例ではなかった点も影響したと推察される。今後は, 実際の通院患者を対象とした研究を行うことが求められる。

**【キーワード】** ハイボルテージ療法, 慢性腰痛

## I. 緒言

ハイボルテージ療法 (High Voltage Pulsed Current Therapy: HVPC) は, 高電圧パルス電流を活用した医療治療技術であり, 物理療法およびリハビリテーションの分野において近年注目を集めている手法である。この療法は 150V 以上の高電圧を使用し<sup>1)</sup>, 皮膚の電気抵抗を効率的に低減する特性を有し, 短いパルス幅を持つツインピーク波形を採用することで深部組織に対する効果的な電氣的刺激を可能にしている点が特徴である。これにより, 治療対象となる部位への負担を最小限に抑えつつ, 対象組織への直接的な作用が期待される<sup>2-4)</sup>。

HVPC には多岐にわたる臨床効果が報告されており, 主に除痛作用, 浮腫の改善, 創傷治癒の促進, および血流の改善といった効果が挙げ

られる<sup>5-10)</sup>。これらの効果は疼痛管理や外傷からの回復を目的とした治療において重要な役割を果たすと考えられており, 実際に肩関節周囲炎, 変形性膝関節症, 急性腰痛症, 外傷後の浮腫や疼痛の管理を目的としたリハビリテーションなど, 多様な疾患に対する治療手段としての臨床応用が進展している。特に, HVPC が血流改善を通じて組織再生や疼痛緩和に寄与するメカニズムは, 多くの研究や臨床現場でその有効性を支持されている。また, 創傷治癒の促進においても, HVPC が細胞増殖因子の活性化を通じて損傷部位の回復を早める可能性が示唆されている<sup>11)</sup>。

日本国内においては, HVPC は物理療法機器としての位置づけが確立されており, 柔道整復師や理学療法士を中心に使用が増加傾向にある。この治療法の適用範囲は拡大しており, 整形外

科領域のみならず，スポーツ分野におけるリハビリやリハビリテーションの補助療法としても利用されている<sup>12)</sup>。また，HVPC 機器は医療機器クラス II に分類されており，柔道整復師や他の医療従事者も使用できる。

柔道整復師が行う臨床では，症状の評価を行う際に主観的疼痛スコアや可動域の測定が一般的に用いられる。HVPC を施行する際にも，患者の痛みや可動域を治療の前後で比較し，その効果を客観的に確認することが重要である。特に柔道整復師が扱う症例においては，治療効果の定量的評価が施術の有効性を示すための重要な指標となる。

そこで本研究では，慢性腰痛を有する学生を対象に HVPC を実施し，その治療効果を検証することを目的とした。具体的には，患者の疼痛および可動域の変化に着目し，治療の前後比較を通じて HVPC が慢性腰痛に及ぼす影響を分析する。本研究結果を通じて，HVPC の実際的な臨床応用に関する知見を提供し，特に柔道整復師が行う治療における効果的な活用方法を探ることを目指す。

## II. 方法

### 1. 対象

本研究の被験者は慢性腰痛を訴える学生，12 名（男性 8 名，女性 4 名）で，平均年齢は 20.54 歳（18 ～ 23 歳）であった。

### 2. HVPC 照射方法

使用機器は US-910（伊藤超短波株式会社）を用い，以下の条件で照射した：

照射部位：被験者が疼痛を訴える部位

パルス幅：20 $\mu$ s

刺激周波数：130Hz

刺激時間：1 分

刺激強度：40V 以上（被験者の耐容範囲内）

刺激頻度および刺激強度は，第 1 著者と第 2 著者が日常の臨床実践で使用している設定を採用した。

### 3. 測定方法

体幹の伸展および屈曲の可動域は，HVPC 照射の前後で測定を実施した。可動域の測定は立



Figure 1. HVPC（伊藤超短波株式会社 US-910）

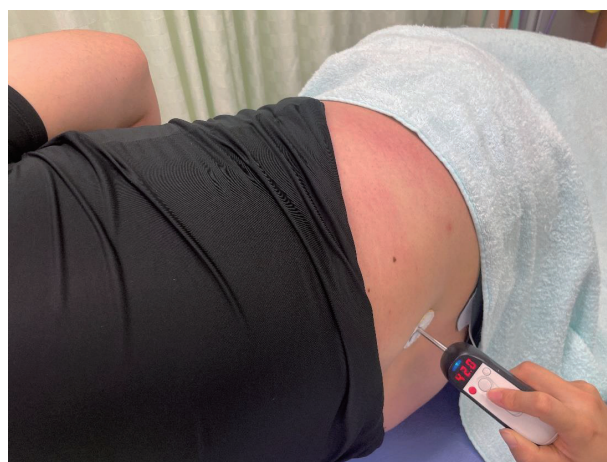


Figure 2. 照射部位：被験者の疼痛を訴える部位（被験者：側臥位，プローブが患部に垂直になるように照射）

位姿勢で行い，体幹の側面から観察して肩峰の移動角度を計測した。測定は全て第 2 著者が担当し，一貫性を保った。痛みの評価には，体幹屈曲および伸展時のそれぞれで最も強く感じた疼痛を評価する方法を採用した（疼痛が最も強い場合を 10，全く無い場合を 0 として，線を視覚的評価スケールにて記録）。また，照射後の疼痛評価の際には，被験者に照射前の数値が分からないように配慮した。測定時間は照射終了後 1 分間に統一し，全てのデータを同一条件下で収集した。

### 4. 倫理的配慮，説明と同意測定

HVPC の実施に先立ち，治療効果と副作用，研究データの利用に関して口頭と書面で説明し，被験者から書面で同意を得た。本研究は，帝京短期大学の倫理委員会の承認（受付番号 2023-9）を受けて実施された。

### Ⅲ. 結果

本研究では、治療前後の体幹の屈曲角度、伸展角度、屈曲時の痛み、伸展時の痛みについて、データが正規分布していない可能性が考えられたため、Wilcoxon の符号付順位検定を実施した。各検定結果の p 値について、多重比較の問題を

回避するために Holm 法を用いて補正を行った。分析には HAD17\_204<sup>13)</sup> を使用した。

#### 1. 統計解析結果

治療前後に計測した体幹の屈曲・伸展角度、および屈曲・伸展時の痛みの要約統計量を Table 1 に示した。治療前後の屈曲角度はそれぞれ平均

Table 1. HVPC 前後の評価項目測定値

変数名	有効N	平均値	中央値	標準偏差	分散	最小値	最大値
前(屈曲)angle	12	114.208	116.000	16.018	256.566	78.000	135.500
後(屈曲)angle	12	117.333	117.000	12.957	167.879	85.500	136.000
前(伸展)angle	12	27.792	27.500	7.724	59.657	14.000	42.500
後(伸展)angle	12	31.600	29.000	9.125	83.275	22.000	54.500
前(屈曲)VAS	12	1.783	1.400	1.621	2.629	0.000	5.100
後(屈曲)VAS	12	0.658	0.100	1.161	1.348	0.000	4.000
前(伸展)VAS	12	3.292	3.150	2.197	4.828	0.000	8.000
後(伸展)VAS	12	1.258	0.800	1.404	1.972	0.000	3.600

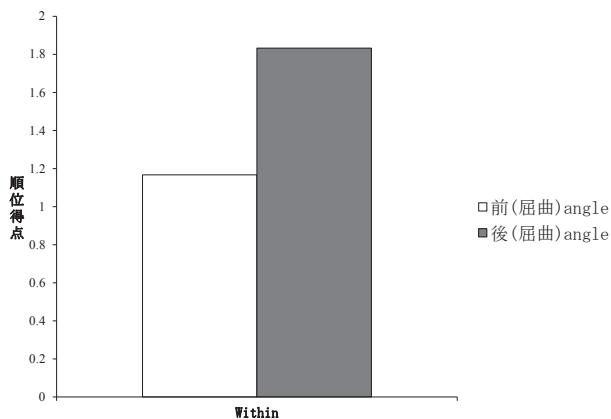


Figure 3. 体幹伸展時の屈曲角度

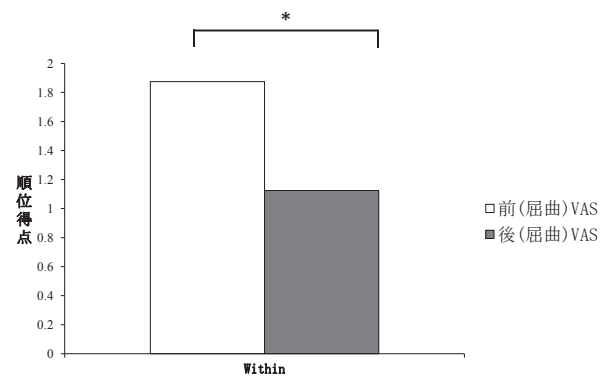


Figure 5. 体幹屈曲時疼痛スコア

\*p<.01

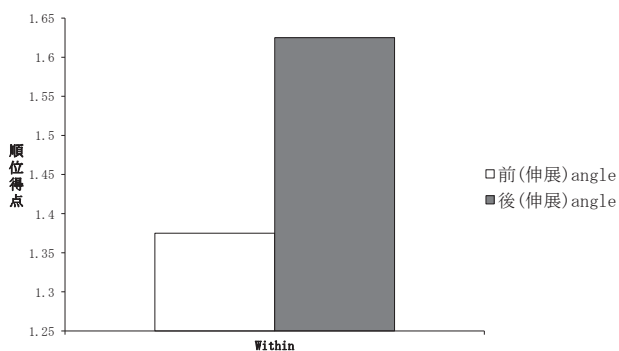


Figure 4. 体幹伸展時の伸展角度

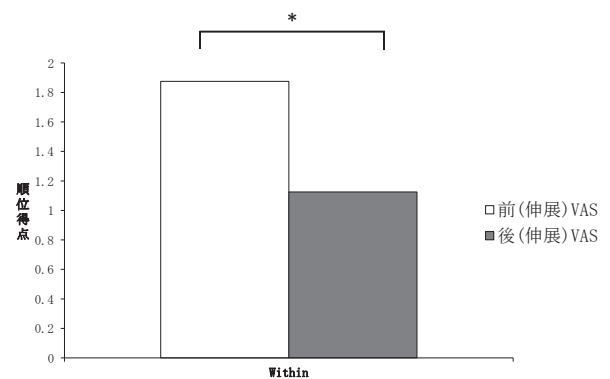


Figure 6. 体幹伸展時疼痛スコア

\*p<.01

114.20°と117.33°、伸展角度の平均は27.79°と31.60°であった。また治療前後の痛みの平均は屈曲時が1.78と0.658、伸展時が3.29と1.26であった。

Figure 3-6には治療前後の体幹の屈曲・伸展角度、および屈曲伸展時の痛み得点の棒グラフを示した。角帽の高さは各条件の平均値を表す。治療前後の体幹の屈曲角度、および伸展角度には有意差は認められなかった（それぞれ $p=0.38, 0.12$ ）。一方で、屈曲時の痛み、および伸展時の痛みには治療前後で有意な差が確認された（いずれも $p<0.01p$ ）。

#### IV. 考察

本研究では、照射前後における体幹伸展および屈曲の可動域と疼痛スコアの変化を評価した結果、疼痛スコアには有意な改善が確認された一方、可動域の改善は限定的であった。特に、照射後わずか1分という短時間で疼痛スコアの有意な低下が観察され、過去の報告同様に、HVPCが即効性のある疼痛緩和効果を持つことが再確認された。

可動域改善が限定的であった要因としては、照射部位が疼痛を訴える部位に特化していたため、可動域に直接関与する筋肉や関節に対して十分なアプローチが行われなかったことが考えられる。可動域の制限は、疼痛だけでなく、筋肉の緊張、関節構造の制約、軟部組織の柔軟性低下といった複合的な要因に起因する。今回は疼痛を訴える部位に対してのみ照射を行ったため、筋肉の緊張低減につながった可能性は考えられるが、関節構造や軟部組織の柔軟性低下の改善にはつながらず、結果的に可動域の改善が得られにくかった可能性が考えられる。また、被検者の背景を考慮すると、彼らは疼痛を訴えるものの、日常生活に著しい支障を来すほどの可動域制限は認められず、通院履歴もない状況であった。可動域制限がもともと軽微であったことから、HVPCによる可動域改効果が十分に発揮されなかった可能性も考えられた。

#### V. 今後の課題

本研究の限界として、対象となった被検者が日常的に医療機関に通院する患者ではなかった

点が挙げられる。このため、次回以降の研究では、実際に通院中の患者を対象とし、可動域に関する具体的な悩みや制限を有するケースに対するHVPCの効果を検討することが必要である。また、可動域に関わる筋肉や軟部組織、関節などに照射部位を調整した介入研究を行い、それらの部位に対するHVPCの作用を評価することが重要と考えられる。従来の研究が主に疼痛部位への照射に焦点を当ててきたのに対し、可動域改善を目的とした照射方法や照射部位を検討することで、HVPCの適応範囲をさらに拡大する可能性がある。また、治療の対象範囲を広げることによって、多様な患者ニーズに応えることが可能となり、HVPCの臨床的な有用性が一層高まると考えられる。

今後の研究においては、通院患者を対象とし、可動域改善を目的とした新たな治療プロトコルを開発することで、HVPCのさらなる可能性を検証する必要がある。

#### 【利益相反】

なお、本研究に関して、開示すべき利益相反関連事項はない。

#### 【文献】

- 1) Bélanger AY: High-Voltage Pulsed Current, Evidence-Based Guide to Therapeutic Physical Agents. Lippincott Williams & Wilkins, 108-122, 2002.
- 2) 鳥野大, 千賀富士敏, 太田厚美: "高電圧パルス電流療法—High Voltage Pulsed Current Therapy—." 理学療法歩み 15.1: 27-40, 2004.
- 3) 福井罔彦: 電気刺激療法, 物理療法(第3版)リハビリテーション医学全書 8. 医歯薬出版, 東京, 101-144, 2001.
- 4) Alon G: High voltage stimulation effects on electrode size on basic excitatory responses. *Phy Ther*, 65(6): 890-895, 1985.
- 5) Shapiro S: Electrical Currents, Physical Agents in Rehabilitation from Research to Practice(ed. by Cameron MH, 2nd ed.). WB Saunders Company, Philadelphia, 219-260, 2003.
- 6) Microcirculation, Cheek Pouch. "Effect of High-Voltage Pulsed Current and Alternating Current on Macromolecular Leakage in Hamster." *PHYS THER* 77: 1729-1740, 1997.

- 7) Thornton RM, Mendel FC, et al: Effects of electrical stimulation on edema formation in different strains of rats. *Phys Ther* 78(4): 386-394, 1998.
- 8) Stralka SW, Jackson JA, et al: Treatment of hand and wrist pain. A randomized clinical trial of high voltage pulsed, direct current built into a wrist splint. *AAOHN Journal* 46(5): 233-236, 1998.
- 9) Voight ML: Reduction of post traumatic ankle edema with high voltage pulsed galvanic stimulation. *Athl Train* 19: 278-279, 1984.
- 10) Heath ME, Gibbs: High-voltage pulsed galvanic stimulation: Effects of frequency of current on blood flow in the human calf muscle. *Clin Sci (Colch)*, 82: 607-613, 1992.
- 11) Kloth LC, Feedar JA: Acceleration of wound healing with high voltage, monophasic, pulsed current. *Phys Ther* 68(4): 503-508, 1988.
- 12) 玉置 龍也 : スポーツ障害に対する物理療法と運動療法の実践 理学療法学 第43巻 Suppl. No.3 116-119, 2016.
- 13) 清水裕士 : フリーの統計分析ソフト HAD : 機能の紹介と統計学習・教育, 研究実践における利用方法の提案 メディア・情報・コミュニケーション研究, 1, 59-73, 2016.

# High Voltage Pulsed Current Therapy for Chronic Low Back Pain

Ryota SATO • Mika OYAMA • Toshiro ODA • Takayuki ISHIKAWA •

Rika OGASAWARA • Norimitsu KAI

Department of Life Care, Teikyo Junior College

---

## **【abstract】**

**【Introduction】** High Voltage Pulsed Current Therapy (HVPC) is a treatment method that reduces skin electrical resistance and enables effective electrical stimulation of deep tissues. This study aimed to examine the effects of HVPC on pain relief and improvement of the range of motion (ROM) in students with chronic low back pain.

**【Methods】** The subjects were 12 students with chronic low back pain (8 males, 4 females; mean age: 20.54 years). HVPC was administered using the US-910 device (ITO Co., Ltd.). The settings included a pulse width of 20  $\mu$ s, a stimulation frequency of 130 Hz, a stimulation time of 1 minute, and an intensity of at least 40 V. The stimulation was limited to the painful area, and ROM of trunk flexion and extension was measured. Pain was evaluated using a subjective pain score (0–10), assessed before and after the intervention. Statistical analysis was conducted using the Wilcoxon signed-rank test.

**【Results】** No significant differences were observed in the angles of trunk flexion and extension (flexion:  $p = 0.38$ , extension:  $p = 0.120$ ). On the other hand, pain showed significant improvement, with significant reductions in pain during flexion ( $p \leq 0.01$ ) and extension ( $p \leq 0.01$ ).

**【Discussion】** The results of this study demonstrated that HVPC has an immediate effect on pain relief in chronic low back pain. However, the limited improvement in ROM may be attributed to the focus on pain-site stimulation, insufficient intervention on muscles, joint structures, and soft tissues contributing to ROM restrictions, and the lack of ROM limitations among the subjects. Future studies involving clinical outpatients are necessary.

This study suggests that while HVPC is highly effective for pain relief, additional approaches are needed to improve ROM. Future research should evaluate the effects of HVPC on muscles, soft tissues, and joints directly involved in ROM. Incorporating methods that enhance joint flexibility and dynamic muscle characteristics may further optimize treatment outcomes. The findings provide valuable insights for utilizing HVPC in clinical settings, particularly for practitioners such as judo therapists.

**【Keywords】** High Voltage Pulsed Current Therapy, Chronic Low Back Pain