

肘関節術後における経皮的直流式微弱電流治療器の 除痛効果と関節可動域への影響

岡本 道雄 難波 二郎 山本 浩司
市立豊中病院整形外科

Effects on ROM and Pain Relief of DC-type Micro Current Electric Therapy After Elbow Surgery

Michio Okamoto Jiro Namba Koji Yamamoto
Department of Orthopaedic Surgery, Toyonaka Municipal Hospital

はじめに：肘関節術後リハビリテーションには異所性骨化出現のリスクがあり，痛みを伴う可動域訓練には注意を要する．一方，微弱電流治療器（ノーマライザ®，日本理工工医学研究所，長崎）は非侵襲的に鎮痛効果を発揮するが，術後に使用した報告はない．肘関節術後に通電後，リハビリテーションを実施したので，その除痛効果と肘関節可動域への影響について報告する．

方法：対象は2014年以降に手術治療を行った肘関節周辺骨折18例とした．術後2週間固定後に微弱電流治療器を用いて通電，リハビリテーションを行った．肘関節角度，運動時NRS，また無痛範囲での肘関節等速度他動運動時の筋収縮を測定し通電前後で評価した．

結果：最終時の肘関節屈曲133度，伸展-16度であり，微弱電流治療とその後のリハビリテーションは術後2週間経過時においてNRS，屈曲角度，伸展角度を有意に改善させた．不随意筋収縮は通電前後で有意に振幅が低下した．

考察：微弱電流治療は非侵襲的に不随意筋収縮，疼痛を軽減し早期に肘関節可動域を改善した．

【はじめに】

肘関節術後のリハビリテーションには異所性骨化出現のリスクがあり，痛みを伴う可動域訓練には注意を要する¹⁾．また，手術後の除痛はその回復を促進すると報告されているが神経ブロックは侵襲を伴い，内服治療は胃炎や腎機能障害等の副作用が生じる可能性がある²⁾．一方，微弱電流治療器は打撲，靭帯不全断裂等，急性外傷や慢性腰痛の除痛目的に使用されている機器で，非侵襲的に鎮痛効果を発揮するが，術後リハビリテーション時に使用した報告は少ない^{4,5)}．肘関節術後に微弱電流治療器（ノーマライザ®，日本理工工医学研究所，長崎）で通電（Micro Current Therapy; 以下MCT）後，肘関節自動運動訓練を実施したので，その除痛効果と肘関節可動域への影響について報告する．

【対象と方法】

2014年4月以降，新鮮肘関節外傷に対し当院で手術治療を行った18例を対象とした．症例の内訳は上腕骨通頸骨折4例，上腕骨遠位関節内骨折2例，上腕骨外側側副靭帯剥離骨折2例，肘頭骨折10例であった．平均年齢は67.5歳（19～87歳）であった．手術方法等，症例概要を表に示す．術後は肘関節屈曲90°で2週間の外固定を行い，その後全例，リハビリテーションを行った．肘関節運動時の疼痛部位にMCTを行い，自動運動を中心とした可動域訓練を開始した．微弱電流治療器は一般的に行われてい

る方法で行った．即ち湿性導子とプローブを，患部を挟むように設置し，電流が200 μAになるように電圧を調節，1か所につき10秒程度MCT施行した（図1）．

検討項目は，リハビリテーション回数，期間，MCTの合併症に加え，MCT前，MCT後，リハビリテーション施行後の3段階における肘関節自動最大屈伸時における0～10段階のNumeric rating scale（以下NRS）とその角度を計測した．肘関節角度測定にはゴニオメーターを用い，前腕回外位で上腕，前腕軸のなす角度を測定し，それぞれの項目を週単位で平均値を求めた．防御性収縮は，筋機能評価運動測定装置（BIODEX system 4®，酒井医療，東京）を用い，肘関節の無痛可動域を設定し，その範囲内を60度/秒の等速度で他動的に動かした際に上腕二頭筋，上腕三頭筋に生じる不随意筋収縮と定義した．筋収縮の検出に誘発電位検査装置（日本光電，東京）を用い，上腕二頭筋，上腕三頭筋それぞれの筋腹中央と筋線維走方向に約3cm隔てた2か所に電極を貼付した．術後2週間経過時に来院後，複数回肘関節自動屈伸運動を行ってから筋機能評価運動測定装置に肘関節を設置し，各10回ずつ肘関節他動等速度屈伸運動を行い，その時に生じる筋収縮波形を記録（以下コントロール），MCT後にも同様に記録した（図3）．波形の定量はPhotoshop（Adobe Systems, San Jose, CA, USA）にて白黒を反転した画像からimageJ（National Institute of Health, USA）に

Key words : micro current electric therapy（微弱電流治療），elbow joint surgery（肘関節手術），pain relief（除痛）

Address for reprints : Michio Okamoto, Department of Orthopaedic Surgery, Yao Municipal Hospital, 1-3-1 Ryuge-cho, Yao City, Osaka 581-0069 Japan

て無作為に3屈伸分を抽出し、その波形のドット数を計測した。補正のためバックグラウンドをそれぞれの値から除した。MCT前をコントロールとし、ドット総数を1として計算した。

統計学的検討は2群間比較にはMann-Whitney検定を、3群間比較にはSteel-Dwass検定を用い $P < 0.05$ を有意差ありとした。数値は平均値±標準偏差として表した。

【結 果】

平均経過観察期間は5か月(2~12か月)であった。最終時肘関節屈曲角度は平均 132.9 ± 15.3 度、伸展角度は平均 -16.2 ± 12.4 度であった。リハビリテーション期間は現在途中の症例を除くと術後平均56.1日間(35~86日)で終了していた。1週間

当たりのリハビリテーション回数は平均2.3回、1回当たりの平均総MCT時間は 5.7 ± 1.3 分であった。またMCT時の痛み、違和感を訴えた症例やMCT後感覚障害を訴えた症例を認めなかった。屈伸時NRS、屈伸角度を図2に示す。術後2週間経過時においてMCT後とその後のリハビリテーションは伸展角度をそれぞれ有意に改善させた。屈曲角度においてはリハビリテーション後にのみ有意差を認めた。術後3週間経過以降においては術後5週間経過時の伸展角においてリハビリテーション後に有意に改善しているほか、それぞれ改善傾向にあったが、有意差を認めなかった。不随意収縮に関して上腕二頭筋においてMCT後、不随意筋収縮は有意に低下した($P=0.01$)(図3)。

表 症例概要

症例数	18例
平均年齢	67.5歳(19~87歳)
性別	男性5例, 女性13例
外傷名	肘頭骨折 10例 上腕骨通過骨折 4例 上腕骨遠位関節内骨折 2例 上腕骨外側側副靭帯剥離骨折 2例
手術方法	肘頭骨折： 全例 tension band wiring 固定 上腕骨遠位部骨折： 観血的整復固定術 4例 半人工肘関節置換術 2例 上腕骨外側側副靭帯剥離骨折： suture anchor による靭帯縫合



図1 a: 湿性導子とプローブ b: 微弱電流治療器本体 c: MCT中の様子。疼痛部位を挟むように湿性導子とプローブを設置し、一か所につき10秒程度、合計5分間程度MCTを行う。

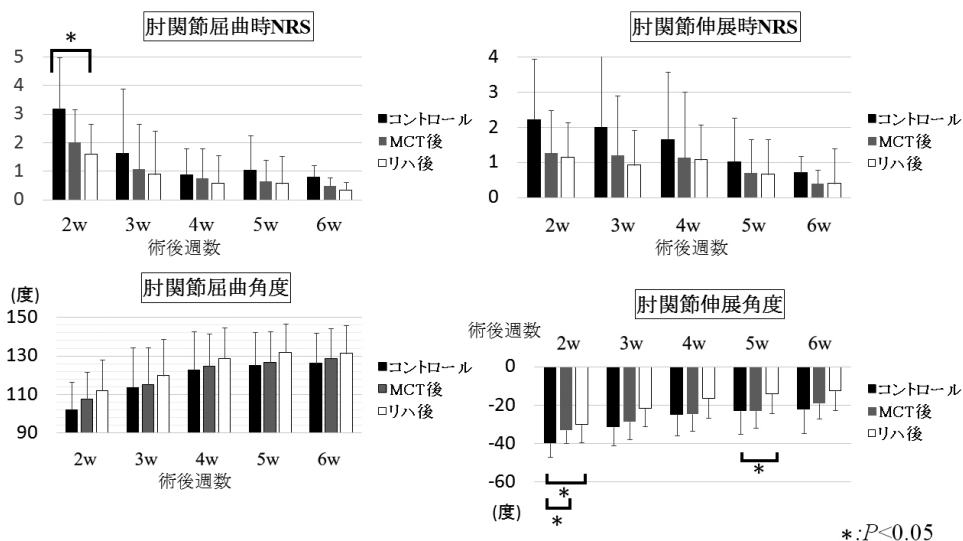


図2 コントロール(リハビリテーション前), MCT後, リハビリテーション後における肘関節屈伸時NRSと屈伸角度
a: 肘関節屈曲時NRS b: 肘関節屈曲角度 c: 肘関節伸展時NRS d: 伸展角度

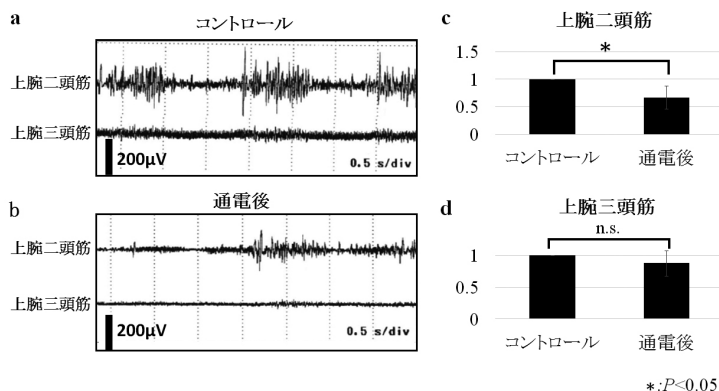


図3 術後2週間経過時における肘関節無痛可動範囲における他動運動時の上腕二頭筋、上腕三頭筋の表面筋電図波形とその定量
 a: MCT前, b: MCT後, c: 上腕二頭筋, d: 上腕三頭筋

【考 察】

今回の研究の結果、術後2週間経過時に微弱電流治療により痛みが軽減し、特に伸展可動域が有意に改善した。過去の報告において術後鎮痛は術後回復促進において有用であることが報告されている²⁾。Gabrielらは術後鎮痛方法を薬物療法、脊髄、末梢での神経ブロック、局所麻酔、電流治療の5つに分け、薬物療法にはオピオイドに付随する嘔気、鎮静、呼吸抑制などの副作用が、ブロックには頭痛やニューロパチーが生じる可能性があるとして指摘し、回復期において電流治療が副作用の少なさを、頻用性の点も含めて有用であると報告している²⁾。Kovalakらは、人工膝関節全置換術後24時間持続的大腿神経ブロックは術後痛を軽減し、術後6週間後における膝関節ROMを有意に改善させたことを報告している³⁾。またAksoyらは上腕骨遠位関節内骨折術後の骨癒合確認後、カテーテル留置による間欠的腋窩神経ブロックを行い、除痛後に他動運動を施行、その有効性を報告している³⁾。また、人工股関節全置換術後に無作為に微弱電流治療を行った研究において、痛みや筋力の改善傾向を認めたという報告がある⁵⁾。

肘関節術後早期や急性期外傷の可動域制限の原因は出血に伴う腫脹、炎症による運動時痛、またそれに伴う防御性収縮が考えられる。一方、肘関節術後の暴力的リハビリテーションは筋断裂による更なる出血等により医原性異所性骨化を誘発するため禁忌とされており、当院では他動運動訓練をせず、自動運動時に緩徐な他動運動を追加する、もしくは自動運動訓練のみを実施している¹⁾。今回の研究の結果では、術後2週間経過時においてMCT後の肘関節運動時痛が改善した。方法が限定されている肘関節リハビリテーションにおける有効な方法の一つになると考える。

防御性収縮は痛みを伴う関節周辺の筋に出現し、術後リハビリテーションにおいて多くの患者に認められ、リハビリテーションの妨げになり得る。皮膚、関節、筋に痛みが持続的に続くと主動筋の活動性が低下し拮抗筋の活動性が増加すると報告されている⁵⁾。一方、筋の機能的障害に対して他覚的評価を行った研究はない。今回、肘関節運動において均一な環境で評価するため、筋機能評価運動測定装置を用い一定の角速度で評価を行った。また自動運動時は抵抗や痛みが生じるため、肘関節の無痛可動範囲における他動運動時の評価を行った。本研究の結果、他動運動時に健康人には認められない不随意筋収縮を認め、上腕二頭筋において微弱電流をMCT施行すると有意にその振幅が低下した。またMCT単独で肘関節伸展角度が改善しており、防御性収縮を抑制することにより可動域が改善するということが示唆された。MCT後、拮抗筋の脱力が容易となりその結果、可動域が拡大したと考える。

微弱電流治療は筋骨格筋における除痛や、創傷治療促進に対して有効な治療として報告されており⁷⁾、MCTによりATP産生を促進することが報告されている⁸⁾、除痛においては明確な機序が不明である。本研究において、術後2週間経過時の屈伸時痛は軽減傾向にあったが有意差を認めなかった。また、感覚障害をどの症例にも認めず、神経ブロックとしての効果は否定的であり、今後の研究課題と考える。

本研究の限界として、ネガティブコントロールをとっていないこと、対照群の疾患内容に様々な疾患が存在すること、症例数が少ないことが挙げられる。今後、対象疾患を揃えたネガティブコントロール、プラセボ群を含めたコホート研究が必要と考える。

【結 語】

微弱電流は肘関節術後に運動時痛を改善し、可動域を改善した。この方法は明らかな副作用がなく、術後早期可動域拡大において有用な方法であることが示唆された。

【文 献】

- 1) Casavant AM, Hastings H 2nd : Heterotopic ossification about the elbow: a therapist's guide to evaluation and management. *J Hand Ther.* 2006; 2 : 255-66.
- 2) Gabriel A, Sobota R, Gialich S, et al : The use of targeted microcurrent therapy in postoperative pain management. *Plast Surg Nurs.* 2013; 33 : 6-8.
- 3) Kovalak E, Dogan AT, Uzumucugil O, et al : A comparison of continuous femoral nerve block and periarticular local infiltration analgesia in the management of early period pain developing after total knee arthroplasty. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2015 ; 49 : 260-6.
- 4) Raket BA, Zimmerman MB, Geasland K, et al : Transcutaneous electrical nerve stimulation for the control of pain during rehabilitation after total knee arthroplasty: A randomized, blinded, placebo-controlled trial. *Pain.* 2014; 12 : 2599-611.
- 5) 井上貴仁, 加藤 傑, 浅山 勲ほか : 人工股関節全置換術 (THA) 後におけるマイクロカレント刺激の有用性. *Hip Joint.* 2012 ; 38 : 257-9.
- 6) Lund JP, Donga R, Widmer CG, et al : The pain-adaptation model: a discussion of the relationship between chronic musculoskeletal pain and motor activity. *Can J Physiol Pharmacol.* 1991 ; 5 : 683-94.
- 7) Koopman JS, Vrinten DH, van Wijck AJ : Efficacy of microcurrent therapy in the treatment of chronic nonspecific back pain: a pilot study. *Clin J Pain.* 2009 ; 25 : 495-9.
- 8) Cheng N, Van Hoof H, Bockx E, et al : The effects of electric currents on ATP generation, protein synthesis, and membrane transport of rat skin. *Clin Orthop Relat Res.* 1982 ; 171 : 264-72.