

症例報告

褥瘡への電気刺激療法と運動療法の併用

工藤 和善^{*,**} 吉田 英樹^{**} 水木 猛夫^{***}
 南本 俊之^{****} 小笠原聡之^{*}

Key words : Pressure injury — exercise therapy —
 electrical stimulation therapy

要 旨

当院では2013年から褥瘡に対して電気刺激療法を実施し一定の効果をj得ている。今回、創傷治癒を目的とした電気刺激療法と運動療法を併用した試みを実施した。その結果、リハビリテーション業務を安全かつ効率的に実施することが可能であった。実施に伴う有害事象は認めなかった。上記の併用は褥瘡に対する電気刺激療法を継続して実施するうえで非常に有効な手段である。

はじめに

褥瘡に対する電気刺激療法は日本褥瘡学会予防・管理ガイドライン(第5版)で推奨度1Aとされており、積極的な治療介入が期待される¹⁾。

一般的に整形外科や脳卒中を多く診療する病院ではリハビリテーションプログラムに温熱療法、超音波治療などの物理療法と通常の運動療法が併用されている^{2,3)}。創傷に対する電気刺激療法は、創傷治癒に対してエビデンスが示されており、通常の運動療法で実施される関節可動域エクササイズは褥瘡の予防や治癒の停滞を予防するために非常に重要である。運動療法実施担当者が創傷部位や治癒過程を把握することは、介助方法やポジショニングの方法を適切に選択することに寄与する。以上を踏まえ、創傷への電気刺激療法と運動療法の併用は、限られた介入時間を有効に使用し、患者個々のリハビリテーションに益する介入方法と考えた。

臨床では、有効な治療を積極的に活用するだけでなく安全性について慎重に実施方法を検討することが重要となる。特に創面上に配置している電極棒が創面を傷つけないこと、リード線が運動を阻害する要因にならないよう配慮する必要がある。

目 的

創傷に対する電気刺激療法と通常の運動療法を併用した1症例について報告する。

対 象 と 方 法

基本情報：70歳代女性。身長145cm，体重54.3kg，BMI 25.8kg/m²，C反応性蛋白(CRP)：18.14mg/dL，アルブミン(Alb)：1.6g/dL

診断名：代謝性脳症，急性腎障害，低体温症
 搬送経緯：独居自立。連絡が取れなくなってから10日後に腹臥位の状態で倒れているところを発見され救急搬送された。発見時，低体温症を認め，顔面と両膝関節に褥瘡，腹部に裂傷が確認された。

◇電気刺激療法実施方法

対象部位は右膝関節正面の褥瘡とした。実施前に創面と創周囲をpH5の弱酸性洗剤と微温湯で洗浄した。その後，創面上に生理食塩水で湿らせたガーゼを置き，ガーゼの蒸散を防ぎ，気化熱を抑制するためドレッシングフィルム材で被覆した。そこへ棒状電極を挿入し関電極を作成し，不関電極は創周囲の10cm以内の健常皮膚面に貼付した。装置はiPES[®](伊藤超短波株式会社製)を用い，刺激強度170μA，刺激周波数2Hz，刺激幅250ms(直流パルス波)，刺激時間60分とし週5回実施した。極性は壊死組織融解を目的に，創面上を陽極とした(図1-a)。

併用治療はゲーベンクリーム，メロリンガーゼ(スミスアンドネフュー社製)とした。

* 市立函館病院 中央医療技術部リハビリ技術科
 ** 弘前大学大学院保健学研究科 総合リハビリテーション科学領域
 *** 市立函館病院 看護部
 **** 市立函館病院 形成外科
 〒041-8680 函館市港町1-10-1 工藤 和善
 受付日：2023年5月22日 受理日：2023年8月1日

◇運動療法プログラム

対象の健康状態，安静度の指示を確認しプログラムを立案した。介入時に褥瘡を洗浄（水治療法）し，運動療法は電気刺激療法実施中に実施した。介入時間は40分を目安とした。

◇評価項目

介入時から2週間隔で評価を実施した。評価項目は，運動療法プログラム，日常生活自立度（寝たきり度）(表1)，画像所見，DESIGN-R®とした。

結 果

介入経過を表2に示す。

・開始時

運動療法プログラムはベッド上での関節可動域運動練習を実施した。体調がすぐれないこと，下肢の創部痛，意欲の低下があり自力での寝返りも困難であった。DESIGN-R®は24点で壊死組織が創面を覆っていた。

従来の方法では電極のずれやコード抜けが懸念された為，創面のガーゼを厚くして棒状電極を保護し，同時に配線コードを包帯で固定することで関節運動時のトラブルを回避できた（図1-b）。

・2週目

運動療法プログラムに四肢の筋力トレーニングを追加した。起き上がり練習と端座位を実施したが，全介助を要した。褥瘡は壊死組織の性状が軟化し，健常組織との境界が明瞭化した。DESIGN-R®のスコアに変化はなかった。この時点で，外科的デブリードマンを形成外科医に提案した。対象と会話が可能となっており長期的な目標として自宅復帰，就労復帰を見据え，ご本人と目標設定し意欲を高めるよう努めた。

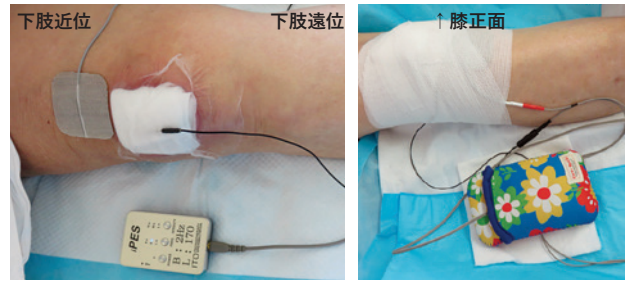


図1-a 電極設置図 ※創面のガーゼは厚めにし，棒状電極は近位に向けて挿入している。
 図1-b 運動療法実施時の設置図 ※コード類を外側に配置，機器はケースに収納している。

図1 電極装着図

表1 日常生活自立度（寝たきり度）

生活自立	ランクJ	何らかの障害等を有するが，日常生活はほぼ自立しており独力で外出する 1. 交通機関等を利用して外出する 2. 隣近所へなら外出する
準寝たきり	ランクA	屋内での生活は概ね自立しているが，介助なしには外出しない 1. 介助により外出し，日中はほとんどベッドから離れて生活する 2. 外出の頻度が少なく，日中も寝たり起きたりの生活をしている
寝たきり	ランクB	屋内での生活は何らかの介助を要し，日中もベッド上での生活が主体であるが，座位を保つ 1. 車いすに移乗し，食事，排泄はベッドから離れて行う 2. 介助により車いすに移乗する
	ランクC	1日中ベッド上で過ごし，排泄，食事，着替において介助を要する 1. 自力で寝返りをうつ 2. 自力では寝返りもうてない

※判定に当たっては，補装具や自具等の器具を使用した状態であっても差し支えない。

表2 介入経過

	開始	2週目	4週目	6週目
■電気刺激療法	➔			
■運動療法プログラム	関節可動域運動練習 水治療法（右膝創面）	関節可動域運動練習 水治療法（右膝創面） 筋力トレーニング 起き上がり練習，座位練習	関節可動域運動練習 水治療法（右膝創面） 筋力トレーニング 立ち上がり，立位練習	水治療法（右膝創面） 歩行練習 排泄関連動作練習
■日常生活自立度	C-2	C-2	B-2	A-2
■画像				
■DESIGN-R スコア	DUe3s8i1G6N6p0:24	DUe3s8i1G6N6p0:24	D3E6s8i0G5N3p0:22	D3e3s6i0G4N3p0:16

• 4 週目

運動療法プログラムに立ち上がり練習および立位保持練習を追加した。立ち上がりは軽介助にて可能だが、立位保持は困難であった。立位保持、歩行獲得を目指し筋力練習を強化した。日常生活自立度はB-2で、車椅子を利用して離床時間を確保するように促した。褥瘡は外科的デブリードマンが実施され、創面の状態が明瞭化した。肉芽の色調は良好であり、感染対策のため水治療法を継続した。電気刺激療法は線維芽細胞の遊走を目的に極性を変更した。

• 6 週目

歩行器を使用した歩行練習を開始した。トイレでの排泄関連動作の練習も開始した。日常生活自立度はA-2となり、自発的に離床時間を確保されていた。褥瘡は壊死組織が融解し、肉芽の再生も良好であった。DESIGN-R[®]は16点まで改善した。軟膏処置のみで改善が期待できると判断され電気刺激療法は終了した。

開始から7週目にリハビリテーション継続のため転院され、運動療法の介入を終了した。

考 察

○電気刺激療法について

創傷への電気刺激療法の作用として局所への通電により細胞から分泌されるサイトカインや、肉芽の形成と創の縮小を促すトランスフォーミング増殖因子 (TGF)、血管内皮細胞増殖因子 (VEGF) を活性化させると報告されている^{4,5)}。さらに創傷の治癒過程で重要な線維芽細胞の遊走 (組織内の細胞の移動) が促される⁶⁾。線維芽細胞は陽極に帯電しており、創面上を陰極とした通電により創底への遊走が期待できる。この線維芽細胞はTGF-β1を産出する⁷⁾。TGF-β1には、線維芽細胞を創収縮能が高い筋線維芽細胞への分化を促進するという作用がある⁸⁾。これらの働きにより、褥瘡ポケットの解消や停滞した慢性損傷に対して治癒を加速させる効果が期待できる。

重度の創傷では、壊死組織が生じる。これは感染菌の温床になるほか、良好な肉芽組織の増殖を妨げ創傷治癒を遅延させる。壊死組織については、好中球やマクロファージが陽極方向に遊走することが報告されており⁹⁾¹⁰⁾、臨床での壊死組織の融解を目的とした微弱電流刺激療法が実践されている。

○運動療法について

褥瘡の発生要因の一つとして不動とそれに伴う関節拘縮が挙げられる。床上で自力での体位変換が困難な場合や、関節可動域の減少により、同一局所に圧が集中し易くなる。運動療法は、拘縮の予防、安楽なポジシ

ョンを提供することで姿勢の不快感からくる筋緊張を低下させ、可能な範囲で体圧分散を考慮したポジショニングを提供することで褥瘡の発生や治癒の停滞を予防できる。

電気刺激療法と運動療法を同一の担当者が実施する大きなメリットは褥瘡の状態を把握している点である。本症例は腹臥位による褥瘡の発生のため、起き上がり動作や座位場面で褥瘡に対して細心の注意は要さないが、本来は荷重面に発生することが多く、部位や深さ、治癒段階の把握は運動療法介入時の介助の方法を選択する時に重要となる。

安全面の管理として、本症例は膝関節屈曲時に棒状電極が創面に接触する可能性があった。そのため創面上のガーゼに厚みを持たせた。加えて棒状電極の先端を頭側に向けて設置し、膝関節屈曲時に創面との接触が生じないように配慮した。動作時に下肢と干渉することを予防するため包帯で固定する際にコードを膝関節外側に設置した。電気刺激装置はクッション性の高い市販のケースに入れ、患者の上着のポケットに入れることで、動作時の機器の脱落、故障の防止を図った。

介入期間6週間で有害事象は認められず、通電しながら運動療法を実施するうえで支障となる場面は認めなかった。

対象とする部位や患者の日常生活レベルによって検討すべき点は異なる。今後、症例を積み重ね、より安全で効率的な介入方法を検討していく必要がある。

結 論

褥瘡に対して電気刺激療法を実施しながら、通常の運動療法を併用した。実施に伴う有害事象は認めなかった。症例を積み重ね、安全で効率的なりハビリテーション方法を確立していく。

本研究は当院倫理委員会の承認のもとに行われた。(承認番号: 2023-099)

文 献

- 1) 門野岳史, 古田勝経, 倉繁祐太ほか. 褥瘡予防・管理ガイドライン (第5版). 褥瘡会誌. 2022; 24: 29-85.
- 2) 田中真一, 村田伸, 岩永健之ほか. 変形性膝関節症に対する温熱療法と運動療法の併用効果に関する研究. ヘルスプロモーション理療研. 2012; 1: 131-135.
- 3) 平賀篤, 高木峰子, 隆島研吾ほか. 関節可動域拡大に関する効果的なアプローチの検討—超音波療法に着目して—. 日スポーツリハ会誌. 2015; 4: 23-28.

- 4) Lee PY, Chesnoy S, Huang L. Electroporatic delivery of TGF- β gene works synergistically with electric therapy to enhance diabetic wound healing in db/db mice. *J Invest Dermatol.* 2004 ; 123 : 791-798.
- 5) 長坂誠, 上月正博. 骨格筋電気刺激による末梢循環改善. *MED REHABIL.* 2007 ; 86 : 72-78.
- 6) Erickson CA, Nuccitelli R. Embryonic fibroblast motility and orientation can be influenced by physiological electric fields. *J Cell Biol.* 1984 ; 98 : 296-307.
- 7) 森口隆彦. ADVANCE SERIES I-3 創傷の治療最近の進歩 (改訂第2版). 東京: 克誠堂出版 ; 2005 : 23-31.
- 8) Huet E, Vallée B, Szul D, et al. Extracellular matrix metalloproteinase inducer / CD147 promotes myofibroblast differentiation by inducing α -smooth muscle actin expression and collagen gel contraction : implications in tissue remodeling. *FASEB J.* 2008 ; 22 : 1144-1154.
- 9) Fukushima K, Senda N, Inui H, et al. Studies of galvanotaxis of leukocytes. *Med J Osaka Univ.* 1953 ; 4 : 195-208.
- 10) Cho MR, Thatte HS, Lee RC, et al. Integrin-dependent human macrophage migration induced by oscillatory electrical stimulation. *Ann Biomed Eng.* 2000 ; 28 : 234-43.

Combined electrical stimulation and exercise therapy for a pressure injury.

Kazuyoshi KUDOU^{***}, Hideki YOSHIDA^{*}, Takeo MIZUKI^{***}
Toshiyuki MINAMIMOTO^{****}, Toshiyuki OGASAWARA^{*}

Key words : Pressure injury — exercise therapy —
electrical stimulation therapy

Abstract

Our hospital has been using electrical stimulation therapy for pressure injuries since 2013 and has demonstrated a certain level of effectiveness. In this study, we attempted to combine electric stimulation therapy for pressure injury healing with regular exercise therapy. We showed that rehabilitation work could be performed safely and efficiently, and no adverse events were observed. The above combination can effectively sustain electrical stimulation therapy for pressure injuries.

* Department of Rehabilitation, Hakodate Municipal Hospital

** Department of Comprehensive Rehabilitation Science, Hiroasaki University School of Health Sciences-Graduate School of Health Sciences

*** Department of Nursing, Hakodate Municipal Hospital

**** Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Hakodate Municipal Hospital