

REVISTA MEXICANA DE FISIOTERAPIA AÑO 2. NÚM. 5

APLICACIÓN DE CORRIENTE PULSADA DE ALTO VOLTAJE A UNA HERIDA CUTÁNEA SECUNDARIA A UNA INFECCIÓN PERIPROTÉSICA EN LA ARTICULACIÓN COXOFEMORAL: UN REPORTE DE CASO

Andrés Mestre Zamora^{1*}

Licenciado en Fisioterapia, Facultad de Medicina. UNAM.

Felix León Ávila¹

Licenciado en Terapia Física y Rehabilitación, Universidad Anáhuac.

Andrés de Jesús Rosas Heredia¹

Licenciado en Terapia Física y Rehabilitación, Escuela De MFyR. Adele Ann Iglesias Del Hosp. A.B.C.

1 Centro de Investigación en Ciencias de la Salud (CICSA), FCS, Universidad Anáhuac México Norte

* Autor para correspondencia: Universidad Anáhuac México, Campus Norte, Facultad de Ciencias de la Salud. Address: Av. Universidad Anáhuac 46, Lomas Anáhuac, CP:52786, Huixquilucan, Estado de México. Tel. +52 56 11 12 43 28. Email: andres.mestreza@anahuac.mx

Recibido para publicación: 22-06-2022 - Aprobado para publicación: 15-07-2022

Palabras clave: Electroterapia, Galvanotaxis, Herida, Corriente Pulsada de Alto Voltaje, Factor de Crecimiento Endotelial.

RESUMEN

Objetivo: Reportar el uso de corrientes pulsadas de alto voltaje en el tratamiento de una herida crónica cutánea de 8 semanas de evolución secundaria a una infección periprotésica de la articulación coxofemoral. **Descripción del caso:** Se aplicó tratamiento a una mujer de 75 años con una herida crónica en la piel después de una infección periprotésica. La herida tenía un tamaño de 15 centímetros cuadrados y una fístula de 1 centímetro. Tenía un aspecto longitudinal estrecho, presentando una fístula proximal que producía exudado purulento. Se colocaron dos canales de estimulación con electrodos autoadheribles alrededor de la herida en dirección longitudinal y transversal. La cliente recibió tratamiento cinco veces por semana durante 6 semanas. Se utilizó la herramienta de evaluación de heridas de Bates-Jensen Wound Assessment Tool para medir el progreso de la herida. **Resultados:** Después del período de tratamiento, la herida mejoró la vascularización, el color de la piel y el grado de epitelización. También disminuyó la presencia de tejido necrótico y edema. Según la escala Bates-Jensen Wound Assessment Tool, la herida transitó de una puntuación inicial de 50/60, indicando un estado degenerativo, a una puntuación de 23/60 después del tratamiento, indicando un estado regenerativo. **Conclusión:** La aplicación de corriente pulsada de alto voltaje sobre la herida promovió la cicatrización y mejoró el estado general de la piel circundante, provocando una transición de un estado degenerativo a un estado regenerativo.

ANTECEDENTES

La electroterapia, como modalidad terapéutica, no solo se enfoca en la modulación del dolor, efectos antiinflamatorios y de estimulación muscular, sino también en la reparación de tejidos debido a su influencia a nivel celular y molecular. La corriente pulsada de alto voltaje (CPAV), una forma de electroterapia, es una corriente pulsada monofásica en la que los pulsos se administran en un pico gemelo con un ancho de pulso corto, típicamente menos de 200 μ s, y con una intensidad de pico de alto voltaje, típicamente 150 - 500 V.¹ Por su corta duración y alto pico de onda, la resistencia que ofrece la piel es menor y la corriente puede penetrar en tejidos profundos sin causar molestias y, por su baja impedancia, se reduce la probabilidad de que ocurran eventos adversos durante el tratamiento, tales como quemaduras eléctricas en la piel. Sus mecanismos de acción son la estimulación y migración de macrófagos, neutrófilos, fibroblastos, plaquetas y células epidérmicas hacia el sitio de la lesión, favoreciendo así la reparación tisular.² Se sabe que la CPAV promueve la cicatrización en varios tipos de heridas, como úlceras por presión, úlceras venosas y úlceras del pie diabético.³ Hasta la fecha, no se han realizado informes sobre el uso de CPAV en el tratamiento de una herida quirúrgica infectada. El conocimiento sobre los efectos de la CPAV en otras heridas, además de las previamente mencionadas, ampliaría la variedad de heridas que se pueden tratar con CPAV y así, disponer de nuevas opciones de tratamiento. En este reporte de caso, reportamos el uso de CPAV para tratar una herida cutánea después de una infección periprotésica.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

La cliente fue una mujer de 75 años con dolor intermitente en la región lateral de la cadera izquierda. Presentaba una herida cutánea con aspecto similar al trazo que se realiza en el abordaje quirúrgico de una artroplastia coxofemoral. En la herida se apreciaba una fístula en el tercio proximal, con exudado y edema, enrojecimiento y calor de la piel circundante. La cliente mencionó no tener colocada la prótesis coxofemoral. Al evaluar los rangos de movimiento de las articulaciones coxofemoral, tibiofemoral y tibioastragalina izquierda, se determinó que

estaban disminuidos. La cliente informó tener limitaciones al realizar actividades de la vida diaria, tales como vestimenta, locomoción, traslados e higiene básica. Como resultado, estaba aislada del mundo exterior y sufría de depresión y ansiedad.

Línea de tiempo

Un resumen completo de la línea de tiempo de la cliente se encuentra en la Figura 1. La cliente informó haber acudido con un ortopedista el 10/01/2021, el cual le diagnosticó artrosis grado III en la articulación coxofemoral. El 24/03/2021 se realiza una artroplastia total de cadera. El 01/05/2021 se detectó una infección en la herida quirúrgica. El 05/05/2021 la paciente ingresó al hospital para retirar la prótesis y se le realizó un lavado quirúrgico. Durante el tiempo que estuvo en el hospital, la cliente contrajo neumonía y e. coli y fue admitido en la unidad de cuidados intensivos. Pasó aproximadamente 3 meses en el hospital. Al ser dada de alta buscó una segunda opinión con otro ortopedista, quien sugirió realizar nuevamente un lavado quirúrgico. Como resultado de esto, tuvo una hemorragia y fue ingresada nuevamente a la unidad de cuidados intensivos hasta el día 08/08/2021, que fue dada de alta. Posteriormente, la cliente informó que no deseaba que se le realizara otra intervención quirúrgica, por lo que contactó al equipo de rehabilitación. La cliente firmó un consentimiento informado para el uso de la información de su caso. La guía Case Report guidelines (CARE) fue usada en el reportaje de éste caso.⁴

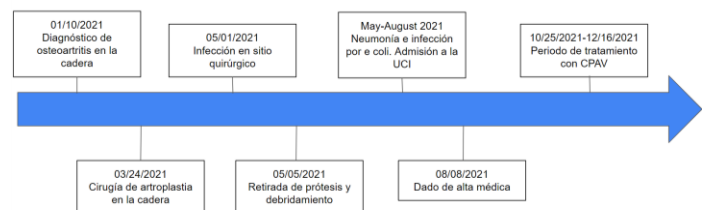


Figura 1. Línea del tiempo del cliente desde diagnóstico inicial hasta tratamiento con CPAV

Intervención

La CPAV se administró con un estimulador eléctrico (Chattanooga Intellect® Advanced Therapy System). Dos canales de estimulación con electrodos autoadheribles de

5x5 cm se colocaron alrededor de la herida (RichMar, Superstim, Chattanooga). Un primer canal fue colocado en dirección longitudinal, con el cátodo distal y el ánodo proximal, y el segundo canal en dirección anteroposterior, con el cátodo anterior y el ánodo posterior. La CPAV se administró con una frecuencia de pulso de 80 a 120 Hz con polaridad negativa, una duración del pulso de 40 a 100 μ s y un período de tratamiento de 25 minutos por sesión. Junto con la CPAV, se implementó un programa de ejercicios centrado en fuerza, movilidad, transferencias y entrenamiento de marcha. El cliente recibió tratamiento cinco veces por semana, de lunes a viernes, durante 6 semanas. La escala Bates-Jensen Wound Assessment Tool (BJWAT) fue usada para cuantificar el progreso de cicatrización de la herida. La BJWAT valora tamaño, profundidad, bordes, tejido necrótico, tipo de exudado, color de piel, edema, tejido de granulación y tejido de epitelización de la herida.⁵ Todas las sesiones de tratamiento fueron realizadas en su casa.

RESULTADOS

La progresión completa de la cicatrización de la herida se presenta en la Tabla 1. Cada revaloración se realizó aproximadamente cada dos semanas.

Durante la primera evaluación, realizada el 25/10/2021, la herida presentó una puntuación de 50/60 en la BJWAT. El área de la herida era de 15 cm² y tenía entre 2 y 4 centímetros de profundidad. Se extendía hacia abajo, pero no a través de la fascia subyacente, con bordes bien definidos y tejido fibrótico visible, cubriendo más del 50% del área de la herida. También presentaba un exudado purulento amarillo y mal oliente. La coloración de la piel que rodeaba la herida era morada y presentaba edema indurado, con presencia de menos del 25% de tejido de epitelización. A medida que se aplicaba la CPAV, el color de la piel se mantuvo igual, mientras que la fístula aumentaba de tamaño y continuaba la descarga del exudado

purulento.





Para el día 08/11/2021, la fístula se había curado casi por completo sin secreciones de exudado purulento. A medida que avanzaban las sesiones de tratamiento, la apariencia de la piel circundante comenzó a mostrar cambios, con una disminución en el proceso de descamación y la apariencia de la piel que rodeaba la herida comenzó a tener un aspecto de color similar a la piel normal del cliente. La herida tenía tejido necrótico blanco y gris en menos del 25 % del área de la herida y había presencia de tejido de granulación de color rojo vivo brillante en el 75% del campo de la herida, además del 75% al 100% de tejido de epitelización. La herida presentó un 39/60 según la BJWAT.

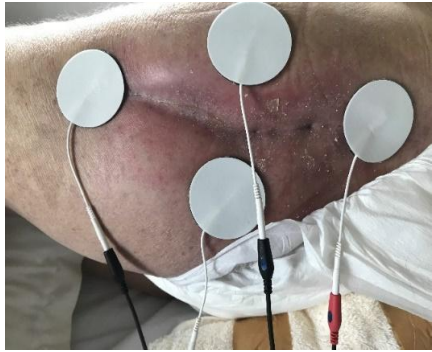

El último día de la intervención, la piel presentó cambios importantes. La cantidad de tejido necrótico disminuyó a menos del 25%, mientras que no hubo presencia de exudado. Aunque había presencia de tejido de granulación y epitelización en alrededor del 75% al 100% de la superficie de la herida, el color de la piel era normal para el color de la piel del cliente y no se encontró edema. La puntuación final de la BJWAT fue de 23/50.

DISCUSIÓN

En este reporte de caso, reportamos el uso de CPAV en el tratamiento de una herida cutánea secundaria a una infección articular periprotésica. La estimulación eléctrica con CPAV promueve la cicatrización de los tejidos a través de la galvanotaxis, alterando la función de la membrana celular, aumentando la actividad antimicrobiana, mejorando la microcirculación, reduciendo el edema y mejorando la oxigenación de los tejidos.⁶ Normalmente, se promueve la migración de células epidérmicas a través de la liberación del factor de crecimiento endotelial vascular (FCE).⁷ El FCE se encarga de estimular el desarrollo de la microcirculación en la zona de la herida para favorecer el aporte de oxígeno y nutrientes.^{8,9} La aplicación de CPAV durante la fase proliferativa aumenta el número y la actividad de los fibroblastos y, en consecuencia, aumenta la síntesis de proteínas, la deposición de colágeno y una contracción general más rápida de la herida.^{10,11}

Tabla 1. Progresión de la herida durante el tratamiento

Fecha	Aspecto de la herida	Hallazgos clínicos
25/10/2021		<p>Tejido necrótico presente en más del 50% del área de la herida. Exudado amarillo y purulento mal oliente también presente. El color de la piel era morado y presentaba un edema indurado. Tenía menos del 25% de tejido de epitelización. Puntuación BJWAT de 50/60.</p>
30/10/2021		<p>La herida aún presentó los mismos hallazgos que la última sesión.</p>
08/11/2021		<p>La herida presentó los mismos hallazgos que la última sesión con respecto al color de la piel y al tejido necrótico. El exudado ahora es de aspecto seroso, inodoro y ya no es de color amarillo. Ahora presentaba entre un 25% y un 50% de tejido de epitelización. Puntuación BJWAT de 39/60.</p>
21/11/2021		<p>La herida presentó los mismos hallazgos que la última sesión en cuanto a coloración de la piel, tejido necrótico, presencia de exudado y tejido epitelizado. La herida ahora presentaba tejido de granulación además del edema indurado.</p>

09/12/2021		<p>La herida ahora presentaba tejido necrótico en menos del 25% del área de la herida. No había exudado. El color de la piel es un rojo claro y aún presenta edema indurado con tejido de granulación. La herida presentaba el mismo grado de epitelización tisular que la última sesión.</p>
16/12/2021		<p>La herida presentaba tejido necrótico blanco y grisáceo en menos del 25% del área de la herida. No había exudado. El color de la piel era rosado y similar a la piel circundante del cliente. No había presencia de edema ni tejido de granulación. Ahora presentaba un grado entre el 75% y el 100% de epitelización del tejido. Puntuación BJWAT de 23/60.</p>

La estimulación eléctrica modula la expresión génica de los fibroblastos, que son esenciales en la cicatrización de tejidos.¹² Debido a los hallazgos clínicos en la herida de la cliente, planteamos la hipótesis de que el reclutamiento de fibroblastos en el lecho de la herida podría promover la síntesis y el depósito de colágeno y, en consecuencia, inducir la contracción de la herida. La disminución progresiva de la secreción de secreción purulenta y la contracción de la herida fueron signos clínicos de que se estaba depositando el colágeno y había un efecto antimicrobiano. La secreción de exudado purulento es un signo clínico de que el tejido aún se encuentra en fase inflamatoria ya que el organismo autolisa las células muertas que resultan de la lesión.^{13,14} Por otro lado, el hecho de que la secreción sea purulenta, indica que la herida está críticamente colonizada o infectada, por lo que el efecto antimicrobiano producido por el cátodo tendría un efecto inmediato en la eliminación de la infección de la herida y, en consecuencia, la inflamación y proceso de curación seguiría su curso natural.

Otra hipótesis era que la piel circundante presentaría una mejoría debido a la producción de FCE, favoreciendo la angiogénesis y la neovascularización, y consecuentemente un aumento en el aporte de oxígeno y nutrientes a la zona. La angiogénesis y la

neovascularización también indujeron un aumento del flujo sanguíneo al lecho de la herida, indicado mediante un aumento del enrojecimiento de la zona. Este fenómeno se reflejó clínicamente en los cambios de color de la piel, específicamente rojo y morado que presentó la herida entre el 08/11/21 y el 21/11/21.

En general, la herida tuvo una progresión adecuada durante el período de tratamiento. Según la BJWAT, la herida pasó de una puntuación de 50/60 en la primera sesión, que reflejaba un estado degenerativo, a 23/60 en el último día de tratamiento, que indica un cambio hacia un estado regenerativo.

CONCLUSIÓN

En este reporte de caso, reportamos el uso de la CPAV en una herida cutánea después de una infección articular periprotésica. La CPAV promovió el proceso de cicatrización y mejoró el estado general de la piel circundante, pasando de una herida en estado degenerativo a una herida en estado regenerativo. Derivado de estos resultados, se abre la posibilidad de hacer más investigación sobre el abordaje de heridas con CPAV, lo que permitirá analizar las limitantes, técnicas de aplicación y bioseguridad de este tipo de corriente eléctrica.

Fuentes de apoyo:

No se utilizó ninguna fuente de apoyo para el presente estudio.

Declaración de conflicto de intereses:

No hay conflicto de interés que los autores deseen declarar.

REFERENCIAS

1. Watson T. *Electrophysical Agents* [Internet]. 13th ed. Elsevier; 2020 [cited 2022 May 2]. Available from: <https://www.elsevier.com/books/electrophysical-agents/watson/978-0-7020-5151-7>
2. Sussman C. *Wound Care. A Collaborative Practice Manual for Health Professionals* [Internet]. 4th ed. Wolters Kluwer Health; 2007 [cited 2022 May 2]. Available from: <https://ebin.pub/wound-care-a-collaborative-practice-manual-for-health-professionals-4nbsped-9781608317158-2011027050.html>
3. Polak A, Franek A, Taradaj J. High-Voltage Pulsed Current Electrical Stimulation in Wound Treatment. *Adv Wound Care*. 2014 Feb 1;3(2):104–17.
4. Riley DS, Barber MS, Kienle GS, Aronson JK, von Schoen-Angerer T, Tugwell P, et al. CARE guidelines for case reports: explanation and elaboration document. *J Clin Epidemiol*. 2017;89:218–35.
5. Bates-Jensen BM, McCreath HE, Harputlu D, Patlan A. Reliability of the Bates-Jensen wound assessment tool for pressure injury assessment: The pressure ulcer detection study. *Wound Repair Regen Off Publ Wound Heal Soc Eur Tissue Repair Soc*. 2019 Jul;27(4):386–95.
6. Michell C. *Physical Agents in Rehabilitation - 6th Edition* [Internet]. 6th ed. Elsevier; 2021 [cited 2022 May 2]. Available from: <https://www.elsevier.com/books/physical-agents-in-rehabilitation/major/978-0-323-76194-9>
7. Asadi MR, Torkaman G, Hedayati M. Effect of sensory and motor electrical stimulation in vascular endothelial growth factor expression of muscle and skin in full-thickness wound. *J Rehabil Res Dev*. 2011;48(3):195–201.
8. Hoeben A, Landuyt B, Highley MS, Wildiers H, Van Oosterom AT, De Bruijn EA. Vascular endothelial growth factor and angiogenesis. *Pharmacol Rev*. 2004 Dec;56(4):549–80.
9. Ferrara N, Bunting S. Vascular endothelial growth factor, a specific regulator of angiogenesis. *Curr Opin Nephrol Hypertens*. 1996 Jan;5(1):35–44.
10. Rouabhia M, Park H, Meng S, Derbali H, Zhang Z. Electrical Stimulation Promotes Wound Healing by Enhancing Dermal Fibroblast Activity and Promoting Myofibroblast Transdifferentiation. *PLOS ONE*. 2013 Aug 19;8(8):e71660.
11. Park HJ, Rouabhia M, Lavertu D, Zhang Z. Electrical Stimulation Modulates the Expression of Multiple Wound Healing Genes in Primary Human Dermal Fibroblasts. *Tissue Eng Part A*. 2015 Jul;21(13–14):1982–90.
12. Bourguignon GJ, Bourguignon LY. Electric stimulation of protein and DNA synthesis in human fibroblasts. *FASEB J Off Publ Fed Am Soc Exp Biol*. 1987 Nov;1(5):398–402.
13. Hart J. Inflammation. 1: Its role in the healing of acute wounds. *J Wound Care*. 2002 Jun;11(6):205–9.
14. Hart J. Inflammation. 2: Its role in the healing of chronic wounds. *J Wound Care*. 2002 Jul;11(7):245–9.