

Comportamiento del carbón activado en úlceras de pie diabético

Activated charcoal behavior in diabetic foot ulcers

Leonardo Basilé Romero^{1*} <https://orcid.org/0009-0007-5833-5902>

Pablo Javier Alcolea¹ <https://orcid.org/0009-0008-9478-5772>

Susana Esther Vargas Garcell² <https://orcid.org/0009-0002-8241-0777>

Leonardo Antonio Salgado Delgado¹ <https://orcid.org/0000-0001-6467-4176>

¹Hospital General Docente Clínico Quirúrgico Ginecobstétrico Dr. Agostinho Neto. Guantánamo, Cuba.

²Universidad de Ciencias Médicas de Guantánamo, Facultad de Farmacología. Guantánamo, Cuba.

*Autor para la correspondencia: lbasile922@gmail.com

RESUMEN

Introducción: El pie diabético es una complicación frecuente de la diabetes mellitus, caracterizado por úlceras exudativas con riesgo de infección y amputación. El tratamiento eficaz de estas lesiones requiere control de humedad, olor e infección. En Cuba la disponibilidad de apósitos especializados es escasa, por lo que se ha explorado el uso del carbón activado como una alternativa local.

Objetivo: Evaluar el comportamiento del uso del carbón activado en úlceras de pie diabético neuroinfeccioso, grado II y III, en el Hospital General Docente Agostinho Neto de Guantánamo.

Métodos: Estudio descriptivo y retrospectivo en 50 pacientes con diagnóstico confirmado, durante el período de enero a mayo de 2025. Se analizaron variables como porcentaje de humedad, cicatrización, tiempo de curación y presencia de mal olor. Se procesó la información con métodos estadísticos (frecuencia y porcentajes), utilizando SPSS.

Resultados: El 64 % de los pacientes logró una cicatrización > 75 %, con mayor eficacia en úlceras Wagner II. El 70 % de las lesiones con humedad baja cicatrizaron en 1-14 días. Al día 30, el mal olor se redujo del 84 % al 8 %, lo que evidenció el control de la infección.

Conclusiones: El uso de carbón activado en polvo demostró ser eficaz, económico y accesible, porque mejora la cicatrización y el control del exudado, y la infección en úlceras neuroinfecciosas. Representa una alternativa terapéutica efectiva en contextos de recursos limitados.

Palabras clave: pie diabético; carbón activado; cicatrización; tratamiento tópico.

ABSTRACT

Introduction: Diabetic foot is a common complication of diabetes mellitus, characterized by exudative ulcers with a risk of infection and amputation. Effective treatment of these lesions requires control of moisture, odor, and infection. In Cuba, the availability of specialized dressings is limited, so the use of activated charcoal has been explored as a local alternative.

Objective: To evaluate the effectiveness of activated charcoal use in grade II and III neuroinfectious diabetic foot ulcers at the Agostinho Neto General Teaching Hospital in Guantánamo.

Methods: A descriptive, retrospective, and longitudinal study was conducted in 50 patients with a confirmed diagnosis from January 2025 to May 2025. Variables such as moisture percentage, healing time, healing time, and presence of malodor were analyzed. Data were processed with statistical methods (frequency and percentages) using SPSS.

Results: 64% of patients achieved >75% healing, with greater efficacy in Wagner II ulcers. Seventy percent of low-humidity lesions healed within 1-14 days. On day 30, malodor was reduced from 84% to 8%, demonstrating infection control.

Conclusions: The use of powdered activated charcoal was shown to be effective, economical, and accessible, improving healing and controlling exudate and infection in neuroinfectious ulcers. It represents an effective therapeutic alternative in resource-limited settings.

Keywords: diabetic foot; activated charcoal; wound healing; topical treatment.

Recibido: 30/07/2025

Aceptado: 15/08/2025

Introducción

La diabetes es un trastorno metabólico en el que los niveles de glucosa en sangre resultan demasiado elevados. La glucosa proviene de los alimentos que se consumen. Las células del cuerpo necesitan glucosa para obtener energía y realizar sus funciones. La insulina ayuda a que la glucosa entre a las células.

En la diabetes tipo 1 el cuerpo no produce insulina. En la diabetes tipo 2 el cuerpo no genera insulina, ni la usa de manera adecuada. Sin las cantidades suficientes de insulina la glucosa no puede entrar a las células tan rápido como de costumbre, por lo que la glucosa se acumula en la sangre y provoca niveles altos de glicemia.⁽¹⁾

La diabetes puede causar afecciones en los pies de estos pacientes; incluso una pequeña herida puede tener serias consecuencias. Además, provoca daños en los nervios, lo cual disminuye la sensibilidad en los pies; y puede reducir el flujo de sangre hacia las extremidades inferiores, de modo que una herida puede demorar más tiempo en sanar o bien una infección puede ser más difícil de tratar. Debido a estos problemas, posiblemente los pacientes no perciban ningún objeto extraño en su zapato, el cual podría causar una ulceración y finalmente una infección crónica, que puede conducir a una amputación del pie o la pierna.⁽²⁾ Según la Organización Mundial de la salud (OMS), se define pie diabético como: “la ulceración, infección y/o gangrena en el pie asociada a una neuropatía diabética y a diferentes niveles de enfermedad vascular periférica como consecuencia de la interacción de diferentes factores inducidos por una hiperglucemia mantenida”.⁽³⁾

Estas lesiones ulcerosas, principalmente del tipo neuroinfeccioso, se caracterizan como altamente exudativas; ya sea por la amplitud de las lesiones propiamente, así como por el tipo de germen presente en la úlcera. Esto trae consigo una disminución del proceso de cicatrización, así como un área de cultivo de gérmenes, la cual favorece su multiplicación y un empeoramiento progresivo de la lesión.

En países del primer mundo resulta muy común el uso de parches absortivos, debido a su alta eficacia y poder antimicrobiano. En Cuba, por las influencias del bloqueo sobre el sector de la salud, es casi imposible adquirir estos nuevos apósitos en la red nacional de medicamentos, al igual que producirlos en el ámbito

nacional. Esto dificulta el tratamiento de lesiones exudativas de pie diabético neuroinfeccioso.

¿Existe en el país alguna sustancia o medicamento que tenga función adsorbtiva para el uso en pie diabéticos, para un mejor manejo? Sí, existe una sustancia con amplia capacidad adsorbtiva, con un uso en disímiles esferas, desde el ámbito industrial como médico, conocido como carbón activado.

El carbón activado o carbón activo (CA) es un elemento poroso que atrapa compuestos, en primer lugar, orgánicos, presentes en un gas o un líquido. Resulta tan efectivo que es el purificante más utilizado. Por otro lado, las sustancias orgánicas se derivan del metabolismo de los seres vivos, y su estructura básica consiste en cadenas de átomos de carbono e hidrógeno. Entre ellos aparecen todos los derivados de vegetales y animales, incluyendo el petróleo y los compuestos que se obtienen de él.

Posterior a la filtración, que tiene como objetivo retener sólidos presentes en un líquido, no existe un proceso de purificación con más aplicaciones que el derivado del carbón activado. El uso del (CA) es el segundo método de separación más utilizado solo por debajo de filtración mecánica, lo que lo sitúa por encima de tecnologías más modernas como son las membranas.⁽⁴⁾

El carbón activado está disponible en diferentes formas, incluyendo el polvo. Esta no es la misma sustancia que la que se aparece en los trozos de carbón o en los trozos de comida quemados. La fabricación del CA lo hace extremadamente absorbente, lo que le permite unirse a las moléculas, iones o átomos. De esta manera, los elimina de las sustancias disueltas. Se fabrica calentando los materiales ricos en carbón, como madera, aserrín o cáscaras de coco (esta fuente es la más usada en Guantánamo, en la fábrica de Baracoa), a temperaturas muy altas. Este proceso de “activación” elimina el carbón de las moléculas absorbidas previamente y libera las áreas de unión. Esta etapa también disminuye el tamaño de los poros en el carbón y produce más huecos en cada molécula, así aumenta su área de superficie.⁽⁵⁾

A nivel mundial los parches de carbón activado se difunden ampliamente, y se utilizan con mucha frecuencia en lesiones fétidas y exudativas, con una alta eficacia. En Cuba, por la no disponibilidad de estos parches, se emplea el polvo de carbón activado directamente sobre la lesión. En Guantánamo se utiliza el polvo de carbón activado de cáscara de coco, elaborado en Baracoa.

Por lo antes expuesto se planteó como objetivo evaluar el comportamiento del uso del carbón activado en úlceras de pie diabético neuroinfeccioso, grado II y III, en el Hospital General Docente Agostinho Neto.

Métodos

Se realizó un estudio descriptivo y retrospectivo en el período que comprendido entre el 1 de enero y el 31 de mayo de 2025 con pacientes ingresados en el Servicio de Angiología y Cirugía Vascular del mencionado hospital.

La muestra estuvo conformada por 50 pacientes diagnosticados con pie diabético neuroinfeccioso.

Los criterios de inclusión fueron:

- Diabetes mellitus confirmada
- Úlceras grado II o III (Wagner)
- Etiología neuroinfecciosa

Los criterios de exclusión resultaron:

- Úlceras isquémicas
- Necrosis extensa o gangrena seca

Se tuvieron en cuenta las siguientes variables:

- Clasificación de Wagner (grado II y III)
- Porcentaje de humedad (humedad alta (> 70 %), humedad moderada (40-70 %), humedad baja (< 40 %)⁽⁶⁾
- Porcentaje de cicatrización (cicatrización > 75 %, cicatrización 50-75 %, cicatrización < 50 %)
- Tiempo de cicatrización (1 a 7 días, 8 a 14 días, 15 a 21 días, y 22 a 30 días)
- Presencia de mal olor (sí o no)

Para arribar a los resultados de esta investigación se aplicaron métodos teóricos, empíricos y estadísticos (análisis de frecuencia para las variables cualitativas y cálculo porcentual), teniendo como base una concepción dialéctico-materialista,

para comprender el proceso que se estudia y su influencia en la sociedad, de manera particular, en el paciente. También se realizó la recolección de datos a través de las historias clínicas.

Para la obtención de la información se realizó una revisión bibliográfica acerca del pie diabético y el uso del carbón activado, mediante la consulta de bases de datos bibliográficas nacionales (Biblioteca Virtual y Repositorios de Salud, Infomed e Infosol) e internacionales (Lilacs, PubMed, SciELO y MedlinePlus). Asimismo, se consideraron los resultados de otras investigaciones sobre este tema en Cuba, en la región y en el resto del mundo. El procesamiento de la información recopilada se efectuó en el programa SPSS. Los resultados fueron revelados mediante tablas. Los datos se obtuvieron en un mes desde la primera administración del carbón activado en la lesión.

El estudio tuvo en cuenta los principios de Declaración de Helsinki y el Comité Internacional de Bioética Médica. Fue aprobado por el comité de ética y consejo científico de la institución. Se les solicitó consentimiento informado a los pacientes participantes para la recolección de sus datos en la historia clínica.

Resultados

En la tabla 1 puede apreciarse que la mayoría de los pacientes fueron grado II de Wagner con un (60 %). La humedad baja (< 40 %) fue la más frecuente al terminar el tratamiento, con un 48 %; y la menos frecuente, la humedad alta (> 70 %), con un 16 %.

Tabla 1 - Distribución de pacientes según grado de Wagner y porcentaje de humedad

Grado Wagner	Humedad alta (> 70 %)	Humedad moderada (40-70 %)	Humedad baja (< 40 %)	Total
Wagner 2	5 (17 %)	10 (33 %)	15 (50 %)	30 (100 %)
Wagner 3	3 (15 %)	8 (40 %)	9 (45 %)	20 (100 %)
Total	8 (16 %)	18 (36 %)	24 (48 %)	50 (100 %)

En la tabla 2 se aprecia que la cicatrización > 75 % fue la más frecuente en ambos grados: 67 % de los Wagner II y 60 % en Wagner III. De manera general, el 64 % de

los pacientes lograron una cicatrización mayor al 75 %. La menos frecuente fue la cicatrización < 50 %, con un 6 % del total de casos.

Tabla 2 - Porcentaje de cicatrización según clasificación de Wagner

Grado Wagner	Cicatrización >75 %	Cicatrización 50-75 %	Cicatrización < 50 %	Total
Wagner 2	20 (67 %)	9 (30 %)	1 (3 %)	30 (100 %)
Wagner 3	12 (60 %)	6 (30 %)	2 (10 %)	20 (100 %)
Total	32 (64 %)	15(30 %)	3(6 %)	50 (100 %)

En la tabla 3 se observa que el intervalo de tiempo más frecuente fue de 8 a 14 días, con un (36 %). Solo el 18 % cicatrizó en la primera semana; y el 12 % de los pacientes requirieron entre 22 y 30 días para cicatrizar.

Tabla 3 - Tiempo de cicatrización total por grupos

Tiempo (días)	No. de pacientes	Porcentaje (%)
1 a 7 días	9	18
8 a 14 días	18	36
15 a 21 días	17	34
22 a 30 días	6	12
Total	50	100

En la tabla 4 se observa que la humedad baja (< 40 %) fue la más frecuente durante el tiempo de cicatrización de 1 a 14 días, con un 70 %, y la menos frecuente en ese intervalo de tiempo fue la humedad alta, con un 4 %. En el rango de tiempo de 15 a 30 días el 48 % presentó humedad moderada. Del total de humedad alta solo un caso logró cicatrizar antes de las dos semanas. El 70 % de humedad baja cicatrizó antes de los 14 días.

Tabla 4 - Relación entre humedad de la lesión y tiempo de cicatrización

Humedad inicial	Tiempo de cicatrización		
	1-14 días	15-30 días	Total
Alta (> 70 %)	1 (4 %)	7 (30 %)	8 (16 %)
Moderada (40-70 %)	7 (26 %)	11 (48 %)	18 (36 %)
Baja (< 40 %)	19 (70 %)	5 (22 %)	24 (48 %)
Total	27 (100 %)	23 (100 %)	50 (100 %)

En la tabla 5 se muestra que antes del tratamiento el 84 % presentaba mal olor, pasados los 30 días solo el 8 % continuaban igual; pero el 92 % no presentó mal olor en la lesión.

Tabla 5 - Presencia de mal olor antes y después del tratamiento

Tiempo	Presencia de mal olor	Sin mal olor	Total
Antes del Tratamiento	42 (84 %)	8 (16 %)	50 (100 %)
Después 14 días	12 (24 %)	38 (76 %)	50 (100 %)
Después 30 días	4 (8 %)	46 (92 %)	50 (100 %)

Discusión

Los hallazgos del presente estudio evidencian que el uso de apósitos con carbón activado en pacientes con úlceras de pie diabético, del tipo neuroinfeccioso en grados II y III de la clasificación de Wagner, muestra una evolución muy favorable en un período de tiempo relativamente corto; el grado II es el que mejor respuesta obtuvo al tratamiento. Se observó que el 64 % de los pacientes alcanzaron una cicatrización mayor al 75 % en menos de 30 días, lo que resulta favorable para la evolución del paciente. Este resultado concuerda con lo reportado por *Bajuri* y *Nordin*,⁽⁷⁾ quienes, en un ensayo clínico aleatorizado, demostraron que los pacientes tratados con carbón activado lograron alcanzar una reducción significativa de la lesión y un índice de curación más elevado al observado en pacientes tratados con apósitos de plata, con mejor control del exudado y la

cicatrización tisular en un tiempo más corto. También se evidenció que el 70 % de las lesiones con humedad inicial baja (< 40 %) cicatrizaron en un período entre 1 y 14 días, mucho más rápido que las de humedad alta (> 70 %), que solo obtuvieron una curación rápida en un 4 %. Esto refuerza la importancia del control del microambiente húmedo en la herida, logrado con el carbón activado, para acelerar la cicatrización de la úlcera.

En estudios previos, como el de *Kerihuel*,⁽⁸⁾ se demostró que los apósitos con carbón activado favorecen la reducción del exudado de la úlcera y aceleran la fase proliferativa, lo que reduce el tiempo hasta la epitelización completa de dicha lesión diabética. Estos resultados sugieren que el carbón activado no solo actúa como absorbente, sino que modula factores críticos del entorno de la herida del pie diabético.

Además, la marcada reducción del mal olor en las lesiones (del 84 % inicial al 8 % al día 30) indica una disminución importante de la carga bacteriana presente, lo cual es uno de los objetivos primordiales en el manejo del pie diabético. El carbón activado, al poseer una alta capacidad de adsorción molecular, ha mostrado utilidad en el control de compuestos volátiles producidos por bacterias anaerobias, según se describe en literatura especializada en apósitos combinados con plata.⁽⁹⁾ Este efecto fue clínicamente evidente en los pacientes del presente estudio, y puede considerarse un beneficio adicional no solo en términos terapéuticos, sino en cuanto a la mejora de la calidad de vida del paciente.

Se concluye que el uso del carbón activado en pacientes con úlceras neuroinfecciosas Wagner II y III permite una evolución más rápida y limpia de la herida, con altos niveles de cicatrización y control adecuado del exudado y la infección. Dado que el 90 % de los pacientes cicatrizó al menos el 50 % de su lesión, y más del 75 % logró eliminar el mal olor en dos semanas, este tratamiento representa una alternativa de bajo costo, segura y eficaz en el contexto del tratamiento del pie diabético en atención primaria y hospitalaria; e, incluso, de fácil utilización en tiempos de guerra para las curas de las heridas de balas.

Referencias bibliográficas

1. National Library of Medicine (NLM). Pie diabético. MedlinePlus en español. Bethesda (MD): US National Library of Medicine; 2024 [acceso 10/07/2025]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/diabeticfoot.html>

2. American College of Foot and Ankle Surgeons (ACFAS). Guía para el cuidado del pie diabético. FootHealthFacts.org. Chicago (IL): ACFAS; 2025 [acceso 10/07/2025]. Disponible en: <https://www.foothealthfacts.org/conditions/diabetic-foot-care-guidelines?lang=es-MX>
3. Álvarez Muñiz N. Diabetes y pie diabético. *NPunto*. Alcalá la Real (Jaén): Formación Alcalá. 2021 [acceso 12/07/2025];IV(44). Disponible en: <https://www.npunto.es/revista/44/diabetes-y-pie-diabetico>
4. Carbotecnia S.A. de C.V. ¿Qué es el carbón activado y para qué sirve? Carbotecnia. Zapopan, Jalisco (México); 2025 [acceso 12/07/2025]. Disponible en: <https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/carbon-activado/que-es-carbon-activado/>
5. Medical News Today. Activated Charcoal: Benefits, Uses and Risks (versión en español); 2024 [acceso 13/07/2025]. Disponible en: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/es/carbon-activado#posibles-usos>
6. Soler & Palau Ventilation Group. Humedad relativa, específica y absoluta. Soler & Palau; 2024 [acceso 13/07/2025]. Disponible en: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/humedad-relativa-especifica-absoluta/>
7. Bajuri MY, Nordin A. Activated carbon cloth versus silver-based dressings in a population with diabetic foot ulcer: a randomised controlled trial. *J Wound Care*. 2024;33(5):298-303.
8. Kerihuel JC. Effect of activated charcoal dressings on healing outcomes of chronic wounds. *J Wound Care*. 2010;19(5):208-214.
9. Wounds UK. Charcoal combined with silver for the treatment of chronic wounds. Wounds UK. 2016 [acceso 10/07/2025]. Disponible en: <https://www.wounds-uk.com/journal-articles/charcoal-combined-with-silver-for-the-treatment-of-chronic-wounds>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Conceptualización: Leonardo Basile Romero, Susana Esther Vargas Garcell y Leonardo Antonio Salgado Delgado.

Análisis formal: Pablo Javier Alcolea, Susana Esther Vargas Garcell y Leonardo Antonio Salgado Delgado.

Investigación: Leonardo Basile Romero, Pablo Javier Alcolea, Susana Esther Vargas Garcell y Leonardo Antonio Salgado Delgado.

Metodología: Leonardo Basile Romero y Pablo Javier Alcolea.

Validación: Leonardo Basile Romero, Pablo Javier Alcolea, Susana Esther Vargas Garcell y Leonardo Antonio Salgado Delgado.

Visualización: Susana Esther Vargas Garcell y Leonardo Antonio Salgado Delgado.

Redacción-borrador original: Leonardo Basile Romero y Pablo Javier Alcolea.

Redacción-revisión y edición: Leonardo Basile Romero y Pablo Javier Alcolea.