

PRINCIPIOS DE LAS
MEJORES PRÁCTICAS

Una iniciativa de la World Union of Wound Healing Societies



Diagnóstico y heridas

Documento de consenso



COORDINADORA
EDITORIAL:
Lisa MacGregor

JEFA DE LA SECCIÓN DE
TRATAMIENTO DE
HERIDAS:
Suzie Calne

DIRECTORA DE
PROYECTOS EDITORIALES:
Kathy Day

DIRECTORA GERENTE:
Jane Jones

ASESOR EDITORIAL:
Steve Thomas

PRODUCCIÓN:
Alison Pugh

DISEÑO:
Jane Walker

IMPRESO POR:
Printwells, Kent, Reino Unido

TRADUCCIONES
INTERNACIONALES:
RWS Group, Londres, Reino
Unido

PUBLICADO POR:
Medical Education
Partnership (MEP) Ltd
Omnibus House
39-41 North Road
Londres N7 9DP
Reino Unido
Tel: +44 (0)20 7715 0390
Fax: +44 (0)20 7715 0391
Correo electrónico:
info@mepltd.co.uk
Página electrónica:
www.mepltd.co.uk

© MEP Ltd 2008

Financiado por una beca
docente ilimitada de **3M
Health Care**.

Las opiniones expresadas
en este documento no
reflejan necesariamente las
de 3M Health Care.

World Union of Wound Healing Societies

Presidente actual:
Profesor Luc Téot
Presidente del Comité de
Enlace Industrial:
Professor Keith Harding
Para obtener más detalles
visite: www.wuwhs.org

Forma de citar este documento:

World Union of Wound
Healing Societies (WUWHS).
*Principios de las mejores
prácticas: Diagnóstico y
heridas. Documento de
consenso.* Londres: MEP
Ltd, 2008.

PRÓLOGO

En junio de 2007 se reunió un grupo de expertos para intercambiar opiniones sobre el uso de las técnicas diagnósticas modernas en el tratamiento de las heridas. Se identificaron y analizaron los aspectos específicos que sería conveniente que constituyeran el objetivo de nuevas investigaciones.

En este documento, basado en la opinión unánime del grupo de expertos, se hace hincapié en la trascendencia de una evaluación y un diagnóstico eficaces en el tratamiento de las heridas, y se ofrecen pormenores y aclaraciones sobre los marcadores que podrían convertirse en la base de las pruebas diagnósticas del futuro. Es de esperar que esto desencadene un debate importante en el ámbito de la cicatrización de las heridas que sirva de plataforma para el desarrollo futuro de equipos de análisis útiles para el tratamiento de los problemas de las heridas.

Profesor Keith Harding



GRUPO DE TRABAJO DE EXPERTOS

Karsten Becker, Hospital y Clínicas de la Universidad de Münster (Alemania)

Joseph Boykin, HCA Retreat Hospital Wound Healing Center, Richmond (EE UU)

Mary Crossland, HCA Retreat Hospital Wound Healing Center, Richmond (EE UU)

Paul Davis, University of Warwick (Reino Unido)

Dorothy Doughty, Emory University Wound, Ostomy and Continence Nursing Education Center (WOCNEC), Atlanta (EE UU)

Vickie Driver, Boston University of Medicine (EE UU)

Christof von Eiff, Hospital y Clínicas de la Universidad de Münster (Alemania)

Keith Harding, Wound Healing Research Unit, Cardiff University (Presidente, Reino Unido)

Christina Lindholm, Universidad de Kristianstad (Suecia)

Maarten Lubbers, Universidad de Amsterdam (Países Bajos)

Michael Millar, Queen Mary University Hospital, Londres (Reino Unido)

Zena Moore, Royal College of Surgeons in Ireland, Dublín (Irlanda)

Stephan Morbach, Marienkrankenhaus Gem.GmbH, Soest (Alemania)

Douglas Queen, Toronto Wound Healing Centres (Canadá)

Marco Romanelli, Unidad de Cicatrización de las Heridas, Universidad de Pisa (Italia)

Nick Santamaria, Curtin University of Technology, Perth (Australia)

Greg Schultz, University of Florida, Gainesville, Florida (EE UU)

Gary Sibbald, University of Toronto (Canadá)

Michael Stacey, University of Western Australia, Fremantle Hospital (Australia)

Peter Vowden, Bradford Teaching Hospitals NHS Foundation Trust and University of Bradford (Copresidente, Reino Unido)

Hilary Wallace, University of Western Australia, Fremantle Hospital (Australia)

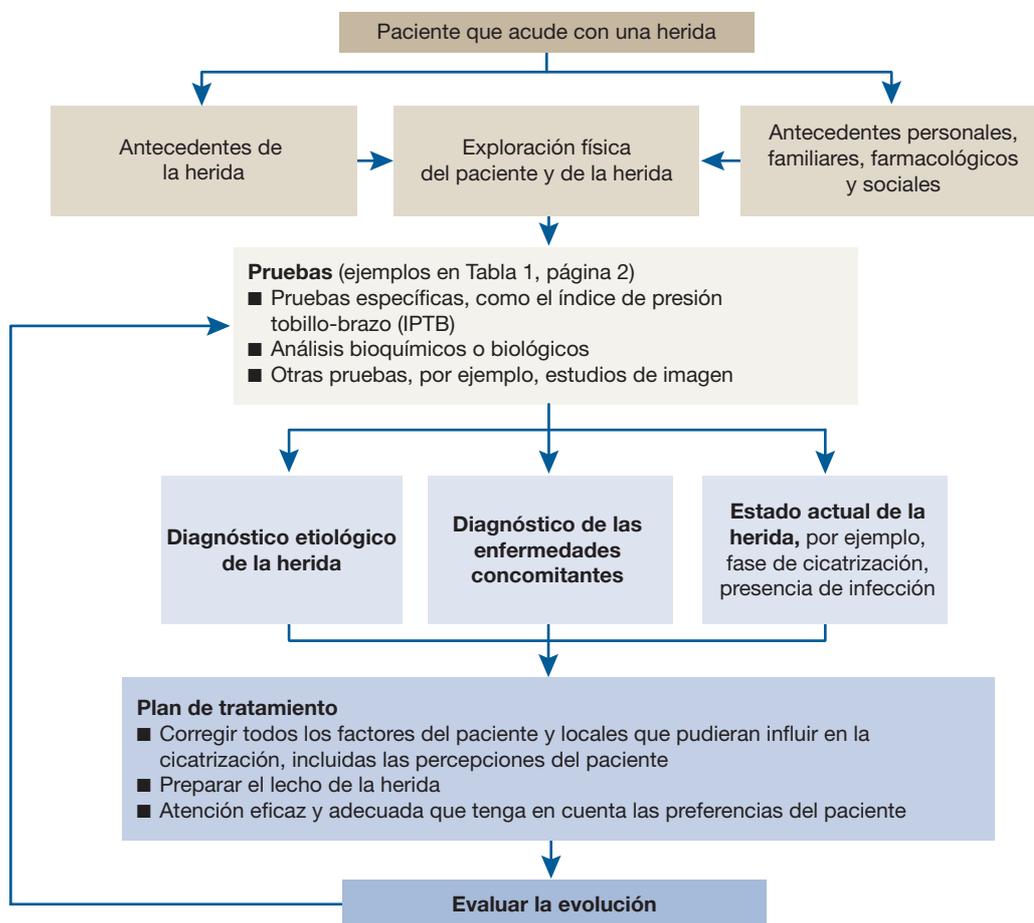
PRINCIPIOS DE LAS MEJORES PRÁCTICAS

El diagnóstico es un proceso por el que se identifica una enfermedad o trastorno médico a partir de los signos y síntomas del paciente y de todas las pruebas realizadas. Para un tratamiento eficaz de los pacientes con heridas, el proceso de diagnóstico debe:

- determinar la causa de la herida
- identificar toda enfermedad concomitante o complicación que contribuya a la herida o al retraso de la cicatrización
- evaluar el estado de la herida
- ayudar a elaborar el plan de tratamiento.

Una vez puesto en práctica el plan de tratamiento, la repetición de algunos elementos del proceso de valoración y diagnóstico, como la exploración y algunas pruebas clínicas, ayuda a vigilar la evolución de la cicatrización y a detectar complicaciones tales como la infección (Figura 1). La reevaluación también indica si es necesario hacer otras pruebas diferentes o ajustar el plan de tratamiento.

Figura 1 | Esquema de los procesos de diagnóstico en el tratamiento de las heridas



En el diagnóstico y la evaluación de una herida es fundamental que el médico se asegure de que la valoración integral aborda todos los aspectos del paciente y de la herida

PRUEBAS ACTUALES

Los profesionales de la salud expertos en heridas emplean una variedad de pruebas para comprobar y valorar la etiología de la herida, las enfermedades concomitantes y el estado de la herida (Tabla 1, página 2). Sin embargo, el control de la cicatrización de una herida y el tratamiento de las heridas de cicatrización lenta se basan principalmente en pruebas y observaciones un tanto subjetivas.

Tabla 1 | Ejemplos de pruebas que se emplean actualmente para la valoración del estado de la herida, de la etiología y de las enfermedades concomitantes

Tipo de prueba	Directamente relacionada con la herida	Otras
Pruebas y observaciones físicas	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tamaño de la herida (en dos o tres dimensiones) ■ Edema, eritema y calor en la herida o a su alrededor ■ Lecho de la herida – por ejemplo, tipo de tejido, exposición de hueso o tendón, color, olor ■ Bordes de la herida – por ejemplo, socavado, bordes enrollados ■ Características de los bordes de la herida y de la piel circundante (p. ej., las úlceras en sacabocados pueden ser arteriales; el edema, la pigmentación y la induración indican una úlcera venosa) ■ Localización de la herida (p. ej., las heridas sacras pueden ser úlceras por presión, las de la pierna pueden ser arteriales o venosas) ■ Color, olor, viscosidad y cantidad del exudado ■ Presencia/intensidad/tipo de dolor¹ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Temperatura (fiebre, infección) ■ Presión arterial (hipertensión) ■ Exploración neurológica – reflejos y sensibilidad (neuropatía diabética) ■ Pulsos arteriales, respuesta a la elevación de la extremidad y dolor de la extremidad inferior en reposo (arteriopatía periférica)
Pruebas biológicas	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cultivo microbiológico – cualitativo y cuantitativo (infección) ■ Examen histológico y citológico de la herida (vasculitis, cáncer) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Recuento de leucocitos (infección) ■ Velocidad de sedimentación globular (VSG) (inflamación, infección)
Análisis bioquímicos		<ul style="list-style-type: none"> ■ Glucosa (diabetes mellitus) ■ Hemoglobina (oxigenación) ■ Albúmina plasmática (desnutrición) ■ Lípidos (hipercolesterolemia) ■ Urea y electrolitos (función renal) ■ HbA_{1c} (control a largo plazo de la diabetes) ■ Factor reumatoide, autoanticuerpos (artritis reumatoide, enfermedad del tejido conjuntivo) ■ Proteína C-reactiva (PCR) (inflamación, infección)
Otros		<ul style="list-style-type: none"> ■ Oxígeno – p.ej., O₂ transcutáneo (perfusión) ■ Índice de presión tobillo-brazo (IPTB), Doppler arterial, angiografía (perfusión, arteriopatía periférica) ■ Estudios de imagen – p. ej., radiografías, ecografía de alta frecuencia, ecografía duplex (flebopatía), TC/RM (gangrena gaseosa, osteomielitis) ■ Fotopleletismografía (flebopatía) ■ Valoración nutricional – p. ej., índice de masa corporal (IMC)², cuestionario de valoración nutricional abreviado (MNA-SF)³ (desnutrición, obesidad) ■ Valoración psicológica – p.ej, Escala de ansiedad y depresión hospitalarias (HADS)⁴ (depresión, ansiedad)

Nota: esta tabla contiene ejemplos de la amplia gama de pruebas y tipos de pruebas que son adecuados; no es exhaustiva



Todavía no se han desarrollado análisis bioquímicos específicos que permitan identificar las causas del retraso de la cicatrización en las heridas de cicatrización lenta



DIAGNÓSTICO EN LA PRÁCTICA

Los profesionales de la salud expertos en heridas utilizan una amplia variedad de pruebas para determinar la etiología de la herida, las enfermedades concomitantes y el estado actual de la herida, así como para orientar el tratamiento

La reevaluación del paciente y de la herida abarca o indica la necesidad de repetir determinadas pruebas o de hacer otras nuevas

Cada prueba diagnóstica indica el diagnóstico y orienta el tratamiento en un grado diferente

TEMAS DE ACTUALIDAD EN DIAGNÓSTICO

1. World Union of Wound Healing Societies (WUWHS). *Principios de las mejores prácticas: Disminución del dolor en las curas relacionadas con los apósitos. Documento de consenso*. Londres: MEP Ltd, 2004.
2. *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. Report of a WHO Consultation. Geneva: World Health Organization, 2000 (WHO Technical Report Series, No. 894).
3. Rubenstein LZ, Harker JO, Salvà A, et al. Screening for undernutrition in geriatric practice: developing the short-form mini-nutritional assessment (MNA-SF). *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001; 56(6): M366-72.
4. Zigmond A, Snaith RP. The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatr Scand* 1983; 67(6): 361-70.

El tratamiento de las heridas es complejo y polifacético, debido principalmente a:

- la diversidad de la etiología de las heridas
- la complejidad del proceso de cicatrización
- la variedad de factores que afectan a la cicatrización
- la variedad cada vez más amplia de apósitos, dispositivos, fármacos, técnicas quirúrgicas y tratamientos modernos para las heridas.

Como ahora se comprenden mejor los mecanismos de la cicatrización de las heridas, los fundamentos científicos en los que basar las decisiones terapéuticas son cada vez más sólidos. También se están identificando nuevas modalidades terapéuticas, como la inactivación de las metaloproteinasas de la matriz (véase las páginas 8 y 9). A pesar de todo, hay heridas que no cicatrizan. A veces es posible identificar la causa del retraso de la cicatrización, como por ejemplo:

- diagnóstico etiológico de la herida incorrecto
- enfermedades concomitantes o factores contribuyentes no diagnosticados
- tratamiento insuficiente de la causa subyacente, de las enfermedades concomitantes o de los factores contribuyentes
- tratamiento deficiente de la herida, como uso de apósitos inapropiados; falta de identificación o tratamiento insuficiente de complicaciones como la infección; o conocimientos, capacidades o recursos insuficientes
- falta de colaboración del paciente.

Una vez corregidos dichos factores, sin embargo, aún persiste un subgrupo importante de pacientes cuyas heridas no responden a los tratamientos actuales del modo previsto. En concreto, estos son los pacientes en que es necesario complementar las pautas actuales del tratamiento de las heridas con unos estudios científicos rigurosos y con nuevas pruebas diagnósticas que ayuden a identificar las causas de los problemas subyacentes y a orientar las decisiones terapéuticas.

Es previsible que las nuevas pruebas garanticen además un uso más racional de la variedad creciente de tratamientos modernos al identificar cuáles de ellos son apropiados (o inapropiados) para una herida determinada en un paciente concreto.



Las pruebas diagnósticas del futuro posiblemente ayudarán a instaurar una pauta de tratamiento más estructurada, coste-efectiva y oportuna para las heridas recalcitrantes a pesar de la reevaluación y la optimización del tratamiento básico

Cuando las pruebas modernas ofrezcan la oportunidad de mejorar el tratamiento de la herida, será importante que los médicos recuerden que es su responsabilidad interpretar los resultados en el contexto de la enfermedad de cada paciente y decidir el tratamiento en consecuencia. En la práctica actual, por ejemplo, el IPTB debe interpretarse con precaución si el paciente presenta diabetes mellitus, calcificación arterial o edema periférico.



DIAGNÓSTICO EN LA PRÁCTICA

Las pruebas actuales no siempre permiten determinar la causa por la que una herida no cicatriza a pesar de un tratamiento óptimo

El desarrollo de pruebas diagnósticas específicas para su uso en las heridas ofrece la posibilidad de revolucionar el tratamiento de las heridas

Para obtener un beneficio máximo es necesario que las pruebas ofrezcan un apoyo objetivo para las decisiones terapéuticas. Esto ayudará a mejorar los tratamientos de referencia de las heridas y facilitará el uso coste-efectivo de los recursos cuando estén limitados

TIPOS DE PRUEBAS EMPLEADAS PARA EL DIAGNÓSTICO

Las pruebas clínicas o analíticas del amplio surtido disponible para el diagnóstico, la valoración y el tratamiento de las heridas varían en cuanto a su grado de utilidad para demostrar o descartar un diagnóstico y para indicar las intervenciones adecuadas (Figura 2).

Los parámetros medidos durante las pruebas se denominan **marcadores** o **indicadores** y pueden ser:

- moléculas detectadas en líquidos corporales como la sangre o la orina, por ejemplo la glucosa (elevada en la diabetes mellitus) o la albúmina plasmática (baja en la desnutrición y la hepatopatía)
- signos físicos, como el tamaño y la profundidad de la herida, la temperatura corporal (elevada en la infección) o la presión arterial (alta en la hipertensión, baja en el shock).

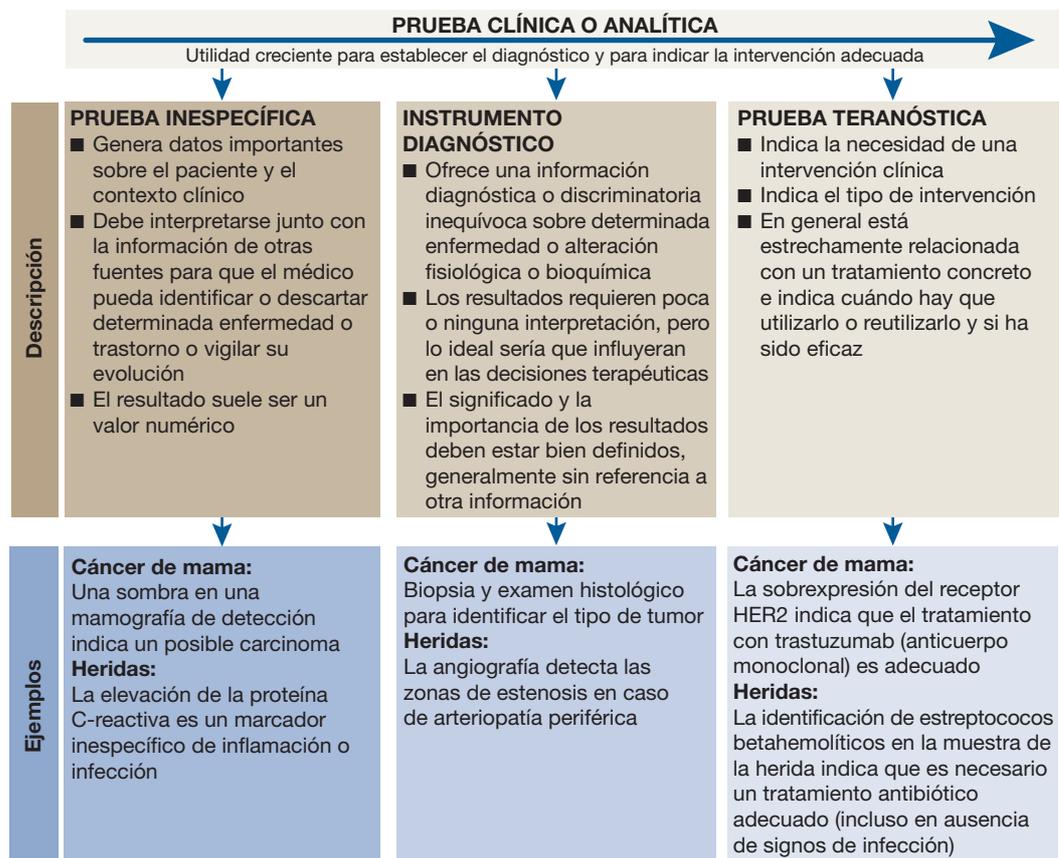
Algunas pruebas aportan una información que requiere poca o ninguna interpretación y que indica con claridad el diagnóstico (habitualmente sin referencia a otras fuentes). En este artículo, dichas pruebas se denominarán **instrumentos diagnósticos**. Un ejemplo clásico de instrumento diagnóstico es la prueba de embarazo que se hace en el domicilio, en la que se detecta la gonadotropina coriónica humana (hCG) en orina para confirmar el diagnóstico.

Algunas pruebas no ofrecen ni conducen necesariamente a un diagnóstico, sino que aportan una información muy específica que indica la necesidad (o la inconveniencia) de un tratamiento determinado. Son las llamadas pruebas **teranósticas**. El desarrollo de las pruebas teranósticas tiene un interés especial para los financiadores de la sanidad porque ofrecen la posibilidad de garantizar que los tratamientos se destinan específicamente a los pacientes que más se beneficiarán de ellos.



La terminología utilizada en relación con las pruebas que facilitan el diagnóstico carece de claridad; a menudo se emplean los términos de manera indistinta

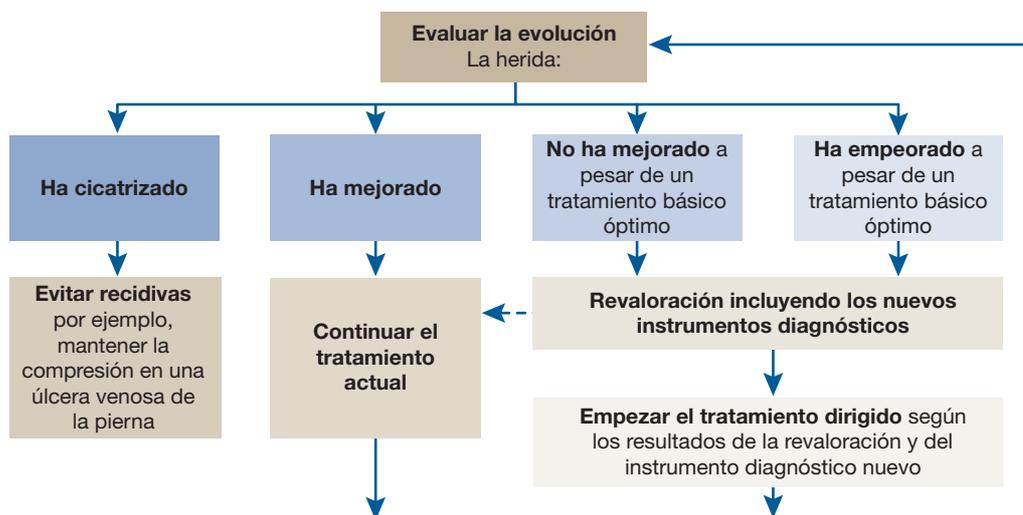
Figura 2 | Tipos de pruebas clínicas o analíticas



UTILIDAD DE LOS NUEVOS INSTRUMENTOS DIAGNÓSTICOS

Es fundamental que los nuevos instrumentos diagnósticos se utilicen como parte de un enfoque integrado y estructurado del tratamiento del paciente, diseñado para garantizar que en todo momento se proporciona un tratamiento óptimo. Lo ideal sería que los nuevos instrumentos diagnósticos indicaran qué modificaciones específicas de la práctica o del tratamiento conseguirían la cicatrización de la herida (Figura 3).

Figura 3 | Posible utilidad de los nuevos instrumentos diagnósticos en el tratamiento de las heridas



En algunos casos será procedente utilizar estos instrumentos diagnósticos nuevos para la valoración y el diagnóstico iniciales, por ejemplo, en un paciente con un cuadro clínico inicial complejo a causa de inmunodepresión o de una causa infrecuente.

A medida que aumenten el número y la complejidad de los instrumentos diagnósticos, la experiencia clínica determinará el momento oportuno y la frecuencia óptima del uso de cada uno de ellos. Es necesario utilizar los términos correctamente y realizar las pruebas sólo si se puede reaccionar ante el resultado, es decir, modificar el tratamiento del paciente.

En realidad es improbable que un instrumento diagnóstico para un marcador concreto se identifique como la clave para determinar el tratamiento adecuado para **todas** las heridas que no cicatrizan. Lo más probable es que se seleccionen varios marcadores (y los instrumentos diagnósticos asociados) y que lo más práctico y correcto sea utilizar varios instrumentos diagnósticos de forma consecutiva.

También será necesario disponer de protocolos en los que se especifique qué pruebas se pueden aplicar sistemáticamente, cuáles son adecuadas para determinados tipos de heridas o cuáles deben utilizarse de manera selectiva para que resulten coste-efectivas.



El uso de técnicas diagnósticas de gran alcance no debe considerarse como una alternativa a la valoración y el control clínicos exhaustivo del paciente y de la herida por parte de un profesional de la salud experimentado



DIAGNÓSTICO EN LA PRÁCTICA

Las pruebas deben realizarse únicamente si los resultados van a influir en el tratamiento del paciente

Dada la complejidad de la cicatrización de las heridas, es improbable que exista un marcador único para identificar los problemas de la cicatrización

Es probable que al final se necesiten varios instrumentos diagnósticos nuevos que sean aplicables en diferentes fases de la cicatrización. Quizá algunos instrumentos impliquen el análisis de varios marcadores interrelacionados o vinculados entre sí

EL INSTRUMENTO DIAGNÓSTICO IDEAL

En los pacientes con una herida, los nuevos instrumentos diagnósticos se utilizarán muy probablemente para detectar (y tal vez para cuantificar) componentes esenciales (como las moléculas que intervienen en la cicatrización) o factores biológicos (como los microorganismos infecciosos).

Para ofrecer la máxima utilidad y capacidad de mejorar el tratamiento de las heridas, los instrumentos diagnósticos deben ser:

- clínicamente apropiados
- adecuados para su uso por profesionales con diferente cualificación, desde el especialista hasta la enfermera de atención primaria, y en algunos casos incluso por el paciente o su cuidador
- precisos, fiables, sensibles a los cambios y con resultados reproducibles en su uso normal, no afectados por otros componentes presentes en la muestra que se ha de analizar y fácilmente cotejables con otros métodos analíticos de referencia
- rápidos y fáciles de utilizar
- fáciles de interpretar, es decir, capaces de ofrecer una orientación inequívoca sobre el significado del resultado y la necesidad de instaurar o continuar un tratamiento
- coste-efectivos, por ejemplo, reducen el tiempo transcurrido hasta la cicatrización, el tiempo dedicado por el personal, los costes del hospital o el consultorio y la necesidad de intervenciones
- producidos y eliminados después de su uso con un impacto ambiental mínimo.

Lo ideal es que además estos instrumentos:

- midan un solo marcador o molécula (o un grupo de marcadores) y proporcionen un solo resultado
- predigan la cicatrización
- indiquen con claridad la necesidad (o la inconveniencia) de un tratamiento determinado
- sean no invasivos y se realicen con una muestra invariable fácil de obtener, permitan repetir la prueba en caso necesario y no necesiten la preparación de la muestra (o solo una preparación mínima)
- proporcionen una lectura electrónica (mejor que los sistemas de detección visual o de colores)
- se utilicen a la cabecera del paciente (es decir, cerca del paciente y no en un laboratorio – Tabla 2, página 10)
- sean lo suficientemente coste-efectivos como para fomentar su aplicación generalizada en la práctica diaria
- sean autónomos y no necesiten un equipo especializado y costoso.



En el caso de que hubiera dificultades insalvables que impidieran desarrollar un análisis de cabecera, un instrumento diagnóstico nuevo para realizar el análisis en un laboratorio clínico podría contribuir de manera importante al tratamiento de las heridas

COSTE-EFECTIVIDAD

Los instrumentos diagnósticos que indican el tratamiento adecuado permiten cambiar a una pauta más eficaz y de este modo favorecen la cicatrización y acortan la duración del tratamiento. Por tanto, tienen la capacidad de reducir los costes correspondientes a la dotación de personal y a las infraestructuras. Otra utilidad de los instrumentos diagnósticos es que podrían demostrar la inutilidad de los tratamientos costosos en pacientes cuyas heridas no tienen posibilidad de cicatrización.



Las heridas de cicatrización lenta determinan un gasto sanitario importante y probablemente constituirán uno de los objetivos del desarrollo de los nuevos instrumentos diagnósticos



DIAGNÓSTICO EN LA PRÁCTICA

El instrumento diagnóstico ideal proporciona una información específica que indica si una intervención determinada es o no es adecuada o está resultando eficaz, y de este modo consigue un tratamiento mejor programado y dirigido

POSIBLES MARCADORES

5. Sibbald RG, Orsted H, Schultz G, et al. Preparing the wound bed 2003: focus on infection and inflammation. *Ostomy Wound Manage* 2003; 49(11): 24-51.

RECUADRO 2 | Posibles tipos de muestras para análisis

- Líquido de la herida*
- Tejido del lecho de la herida, de los bordes de la herida o de la piel normal adyacente a la herida
- Sangre
- Muestras de apósitos usados
- Orina
- Sudor
- Saliva
- Pelo/uñas

*Obtener una cantidad suficiente de líquido de la herida y estandarizar su recolección son obstáculos que se deben superar



Actualmente se están investigando varios marcadores que podrían constituir la base de los nuevos instrumentos diagnósticos (Recuadro 1); es probable que en los estudios en curso se identifiquen otros. Los instrumentos diagnósticos del futuro analizarán los marcadores sistémicos, es decir, los presentes en la sangre, la orina o el sudor, y los que aparecen en el líquido y los tejidos de la herida (Recuadro 2).

RECUADRO 1 | Marcadores en investigación para su uso en las heridas

- | | |
|---|--|
| ■ Carga bacteriana/especies microbianas específicas/biopelículas | ■ Marcadores inmunohistoquímicos – p.ej., integrinas, receptores de quimiocinas y receptores del factor de crecimiento transformador beta II para vigilar la evolución de la cicatrización |
| ■ Liberación de citocinas en respuesta a determinados antígenos microbianos | ■ Mediadores de la inflamación – p. ej., citocinas e interleucinas para vigilar la evolución de la cicatrización y orientar el uso de antiinflamatorios |
| ■ ADN – p. ej., polimorfismos génicos indicativos de predisposición a la enfermedad, a una mala cicatrización o a la infección | ■ Óxido nítrico |
| ■ Enzimas y sus sustratos – p. ej., metaloproteinasas de la matriz y matriz extracelular | ■ Factores nutricionales – p. ej., zinc, glutamina, vitaminas |
| ■ Hueso expuesto | ■ pH del líquido de la herida |
| ■ Factores de crecimiento y hormonas – p.ej., factor de crecimiento derivado de las plaquetas (PDGF), esteroides sexuales (andrógenos y estrógenos), hormonas tiroideas | ■ Especies reactivas del oxígeno |
| | ■ Temperatura |
| | ■ Pérdida de agua transepidérmica en la piel que rodea la herida |

Antes de que un posible marcador se convierta en un instrumento diagnóstico hay que definir y confirmar la relación existente entre el marcador y la evolución de la herida o del paciente (Figura 6, página 10). Esto a su vez requiere mejores métodos para evaluar el efecto de las intervenciones en los pacientes y las heridas, incluido el establecimiento de unos criterios de valoración secundarios validados distintos del criterio clásico del cierre o cicatrización de la herida.

También se necesitarán estudios para describir las relaciones entre algunos de los posibles marcadores. Por ejemplo, las variaciones del pH de la herida influyen en la actividad de las enzimas (como las proteasas), de modo que las determinaciones de la actividad enzimática no serán adecuadas salvo que se corrija el pH.

El desarrollo completo de un instrumento diagnóstico validado para su uso en el tratamiento de las heridas requiere una investigación previa minuciosa

La infección retrasa la cicatrización. A continuación se describen las posibles estrategias de los instrumentos diagnósticos para detectarla. También se comentan los fundamentos y las implicaciones de los instrumentos diagnósticos que analizan la actividad enzimática o el óxido nítrico.

POSIBLES MARCADORES DE INFECCIÓN

En la velocidad de cicatrización de una herida influye de manera importante no sólo el potencial patógeno de un microorganismo determinado sino también la carga bacteriana. Sin embargo, hay muchas heridas que cicatrizan satisfactoriamente a pesar de contener gran cantidad de bacterias. Los principales determinantes de la aparición de complicaciones clínicas son la capacidad del sistema inmunitario del paciente para luchar contra las bacterias de la herida (la respuesta del huésped) y el número y el tipo de bacterias implicadas.

Práctica actual

Habitualmente, el diagnóstico de infección se basa en los síntomas y signos clínicos y se confirma mediante las pruebas realizadas en el laboratorio (cuyos resultados pueden tardar horas o días)⁵. Estas pruebas ayudan al médico a identificar los microorganismos presentes (Recuadro 3, página 8) y su sensibilidad a determinados antibióticos.

El uso de pruebas de laboratorio conlleva un retraso inevitable. En un paciente que requiera una antibioticoterapia urgente para una infección potencialmente mortal de la herida significa que habrá

6. Percival SL, Bowler PG. Biofilms and their potential role in wound healing. *Wounds* 2004; 16(7): 234-40.
7. James GA, Swogger E, Wolcott R, et al. Biofilms in chronic wounds. *Wound Repair Regen* 2008; 16(1): 37-44.
8. Ladwig GP, Robson MC, Liu R, et al. Ratios of activated matrix metalloproteinase-9 to tissue inhibitor of matrix metalloproteinase-1 in wound fluids are inversely correlated with healing of pressure ulcers. *Wound Repair Regen* 2002; 10(1): 26-37.

RECUADRO 3 | Métodos de laboratorio actuales para identificar y cuantificar las bacterias

- **Tinción de Gram** – técnica de tinción con la que se preparan las muestras para el examen microscópico y que puede ofrecer las claves para la identificación preliminar de los microorganismos y su importancia clínica; aporta una primera información cuantitativa
- **Análisis semicuantitativo** – cultiva e identifica las bacterias, pero ofrece escasa información cuantitativa; por ejemplo, la microflora se describe como ligera, moderada o abundante
- **Análisis cuantitativo** – cultiva e identifica las bacterias y cuantifica el número de unidades formadoras de colonias (UFC) (bacterias) por gramo de tejido o por mm³ de pus

que administrar antibióticos, probablemente de amplio espectro, de forma empírica hasta que se disponga de los resultados. Esto puede influir en la adquisición de resistencia a los antibióticos y en la aparición de infecciones asociadas a la asistencia médica. En otros pacientes con problemas menos graves, el retraso en la notificación de los resultados implica un aplazamiento del tratamiento y, por tanto, de la cicatrización.

Un instrumento diagnóstico para la infección

Actualmente, los principales inconvenientes de las pruebas diagnósticas para el tratamiento de las infecciones de las heridas son el retraso inevitable de los resultados de las pruebas de laboratorio y la obtención de muestras. Por consiguiente, para que un instrumento diagnóstico resulte útil en el tratamiento de la infección de una herida, debe cumplir las condiciones siguientes:

- ser sencillo y rápido y utilizarse a la cabecera del paciente
- utilizar muestras obtenidas por métodos no invasivos
- proporcionar información cuantitativa (acerca de la cantidad) o cualitativa (acerca del tipo o de la síntesis de toxinas) sobre una variedad de microorganismos, incluidas las bacterias.

Los requisitos específicos que deben cumplir los instrumentos diagnósticos de este tipo son:

- garantizar que la muestra recogida refleja con exactitud lo que está ocurriendo en el interior de la herida y en cualquier biopelícula presente (Recuadro 4), y no sólo en la superficie de la herida
- determinar los valores límites de cada marcador que indican la necesidad de una intervención.

Otros objetivos para el desarrollo de instrumentos diagnósticos para la infección de las heridas son la detección de las biopelículas y la evaluación de la respuesta del huésped.

Aunque aparezcan nuevos instrumentos diagnósticos para la infección de las heridas, los cultivos microbianos probablemente seguirán siendo necesarios para determinar la sensibilidad a los antibióticos o para genotipificar los microorganismos con el fin de controlar la infección.

RECUADRO 4 | Biopelículas

Una vez que las bacterias móviles (planctónicas) se unen a una superficie, como la de una herida, se rodean de una capa protectora denominada glucocáliz y forman una biopelícula. La biopelícula protege a las bacterias frente a los antibacterianos y el sistema inmunitario⁶.

Se han detectado biopelículas en el 60% de las biopsias de heridas examinadas mediante el microscopio de barrido o electrónico⁷. Se ha pensado que la eliminación de las biopelículas facilita la cicatrización y explica por qué el desbridamiento favorece la cicatrización en las heridas crónicas.

En el momento actual no existe un método de rutina para detectar las biopelículas: no son visibles a simple vista y las técnicas de cultivo no pueden confirmar si algún crecimiento bacteriano ha formado una biopelícula. Se necesitan más estudios para identificar y describir el vínculo existente entre las bacterias, las biopelículas y la evolución clínica de la herida.

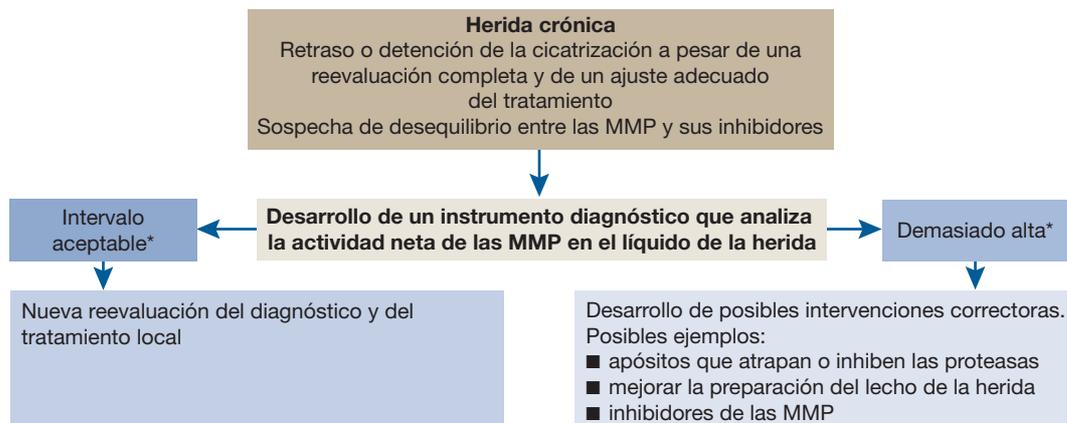
POTENCIAL DIAGNÓSTICO DE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA

Algunas de las numerosas enzimas que intervienen en la cicatrización de las heridas remodelan la matriz extracelular, el almacén que sustenta las células. Entre estas enzimas se encuentran las metaloproteinasas de la matriz (MMP).

Los estudios indican que la interacción entre las MMP y sus inhibidores en el líquido de la herida influyen en la velocidad de cicatrización de las heridas. Según las investigaciones, las heridas que cicatrizan bien tienen una actividad global de las MMP menor que las heridas que cicatrizan mal⁸. Por consiguiente, un análisis que facilitara con rapidez esta información sería clínicamente útil para predecir la probabilidad de cicatrización de una herida y la posible eficacia de una intervención que redujera la actividad neta de las MMP (véase el ejemplo hipotético de la Figura 4).

Figura 4 | Instrumento diagnóstico hipotético que analiza la actividad neta de las MMP en el líquido de la herida

Nota: Solo es un ejemplo hipotético. Las intervenciones mencionadas requieren más estudios en los que se investigue y aclare su utilidad en este contexto. *Estos intervalos todavía no están bien definidos.



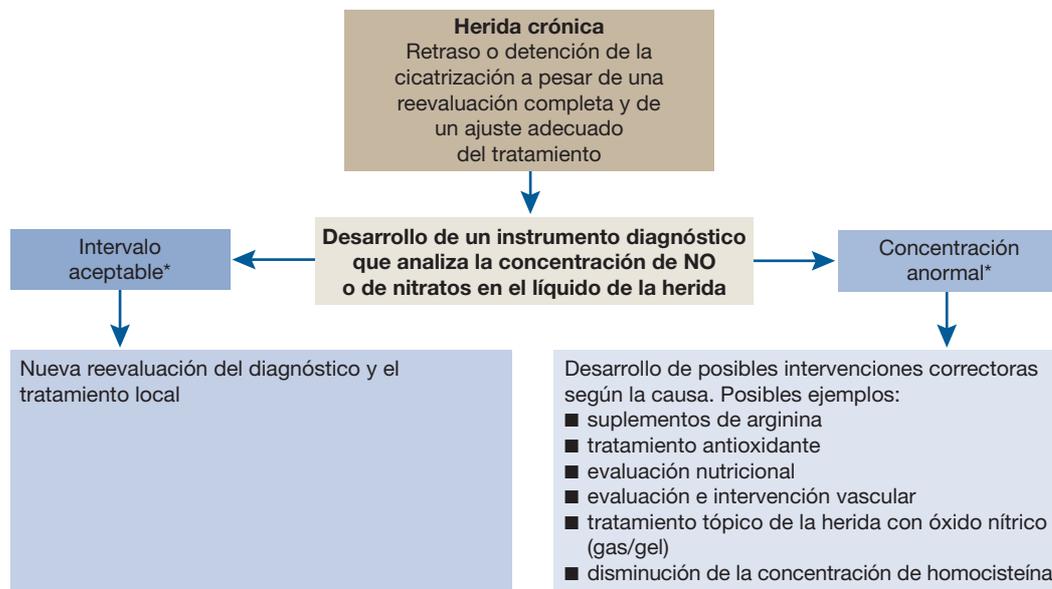
9. Schultz G, Stechmiller J. Wound healing and nitric oxide production: too little or too much may impair healing and cause chronic wounds. *Int J Low Extrem Wounds* 2006; 5(1): 6-8.

POTENCIAL DIAGNÓSTICO DE LA CONCENTRACIÓN DE ÓXIDO NÍTRICO

El óxido nítrico (NO) se sintetiza en el organismo a partir del aminoácido arginina. Interviene en numerosos procesos fisiológicos, incluida la cicatrización de las heridas⁹. Se observa una concentración anormal de óxido nítrico en presencia de varios factores que a su vez se asocian a un trastorno de la cicatrización, como la desnutrición, la diabetes mellitus, el tratamiento con corticosteroides, la isquemia y el tabaquismo. De confirmarse mediante nuevos estudios que el NO o sus metabolitos (nitros) son importantes para la cicatrización de las heridas, un instrumento diagnóstico que midiera el NO o los nitros tendría utilidad clínica para predecir la evolución de la herida, y las intervenciones que modifican la concentración de NO serían eficaces (véase el ejemplo hipotético de la Figura 5).

Figura 5 | Instrumento diagnóstico hipotético que analiza la concentración de óxido nítrico en el líquido de la herida

Nota: Solo es un ejemplo hipotético. Las intervenciones mencionadas requieren más estudios en los que se investigue y aclare su utilidad en este contexto. *Estos intervalos todavía no están bien definidos.



DIAGNÓSTICO EN LA PRÁCTICA

Un factor fundamental para el desarrollo de nuevos instrumentos diagnósticos útiles será demostrar que los cambios que sufren los marcadores analizados a raíz de la intervención tienen un efecto clínico beneficioso importante

Tabla 2 | Comparación de los lugares donde se hace el análisis

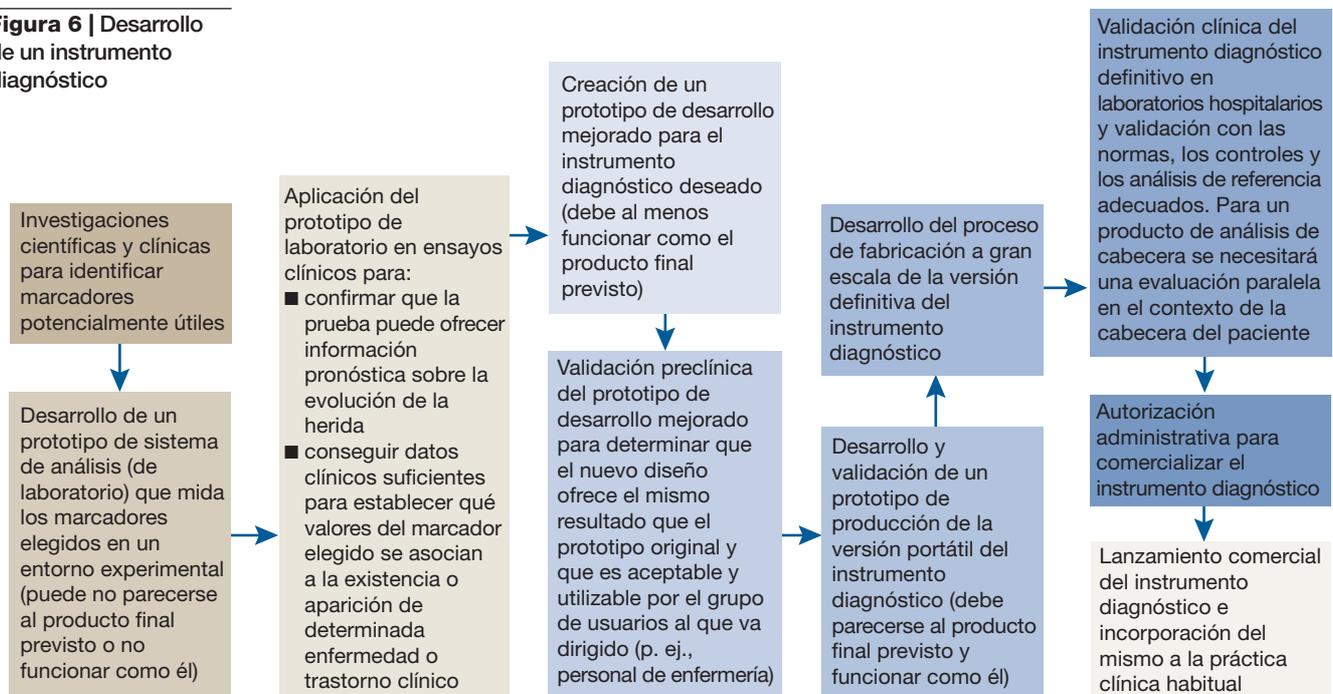
El lugar donde se efectúa un análisis depende en gran medida de su complejidad, de la necesidad de disponer de aparatos especializados y del tiempo que se tarda en obtener el resultado. Un instrumento diagnóstico que pueda utilizarse fácilmente en el ámbito extrahospitalario por alguien que no sea especialista ofrece al paciente y al profesional de la salud numerosas ventajas prácticas. Por ejemplo, eliminaría la necesidad de transportar las muestras clínicas (o al paciente) y superaría posibles problemas, como el carácter relativamente inestable de algunos de los marcadores que se han de determinar.

Característica	Localización del análisis		
	Laboratorio central	Consultorio o cabecera del paciente	Utilizado por el consumidor (paciente)
Operador	Muy cualificado y con experiencia	Mínimamente cualificado	Sin formación
Equipo	Complejo, muy moderno	Escaso	Muy básico (si existe) Integrado en el dispositivo
Menú de análisis	Potencialmente muy amplio	Escaso	Ninguno – un solo analito; resultado integrado para una sola indicación
Notificación de datos	Sólo se notifican datos, no se ofrece un diagnóstico ni se propone un tratamiento	Informe estrechamente relacionado con un pequeño grupo de diagnósticos	No se ofrecen datos brutos, sólo un resultado básico o una conclusión diagnóstica
Tiempo de respuesta	Variable – horas o días	Rápido – espera insignificante para los resultados	Rápido – instantánea o en 15 minutos
Tipo de muestra	Posibilidad de analizar diferentes tipos de muestras	Pocos tipos de muestras	Una sola muestra no invasiva, por ejemplo, orina o saliva
Preparación de la muestra	Manual en algunos casos, principalmente automática	Escasa	Ninguna posible si no está integrada en el dispositivo

DESARROLLO DE UN INSTRUMENTO DIAGNÓSTICO

El desarrollo de un instrumento diagnóstico (Figura 6) representa un enorme desafío para todas las personas implicadas y puede ser muy costoso. La industria necesita asegurarse de que los sistemas comercializados se ganarán la confianza y la credibilidad gracias a sus resultados claros y clínicamente significativos. El dispositivo tendrá un coste considerable, lo que influirá mucho en su incorporación a la práctica clínica.

Figura 6 | Desarrollo de un instrumento diagnóstico



Cuanto más sencillo sea el sistema de diagnóstico, mayor será la probabilidad de que se utilice de forma generalizada. Para proporcionar una asistencia óptima a los pacientes con heridas es necesario, en la medida de lo posible, trasladar los instrumentos diagnósticos al consultorio o al domicilio del paciente