

# Preparación del lecho de la herida: limpieza segura y eficaz con ácido hipocloroso pH 5.5

**Sinopsis:** El objetivo de la limpieza del lecho de la herida es favorecer la remoción de materia extraña, rehidratar el lecho y acelerar el proceso de cicatrización, considerando siempre una evaluación holística del paciente. La limpieza es un paso fundamental en la preparación del lecho de la herida. En los últimos años, se ha intensificado la búsqueda y elaboración de soluciones limpiadoras con el potencial de promover la curación mediante la eliminación de barreras locales para la curación, sin comprometer el tejido sano y/o en formación.

Entre ellas, el ácido hipocloroso (HOCl) puro pH 5.5 cumple con los objetivos de la preparación del lecho de la herida y de limpieza terapéutica de forma biocompatible, segura, eficaz y natural. Este artículo tiene por objetivo realizar una revisión de la evidencia existente en relación con las soluciones limpiadoras y los beneficios del HOCl puro pH 5.5.

**Conflicto de interés:** CRC declara no tener conflicto de interés. BAD y CLG son empleadas de Laboratorio UrgoMedical Chile.

lecho de herida • limpieza de heridas • ácido hipocloroso • curación • soluciones limpiadoras

Hay diferencias bioquímicas entre las heridas en proceso de cicatrización y las de difícil cicatrización (o crónicas). En aquellas que cicatrizan de manera esperada, la mitosis celular aumenta mientras que las citoquinas proinflamatorias y las metaloproteinasas de la matriz disminuyen.<sup>1</sup> En las heridas crónicas, en cambio, se produce el proceso inverso. Siguiendo el mismo patrón, en las primeras, los factores de crecimiento aumentan y la respuesta celular es rápida, mientras que en las segundas, los niveles de factores de crecimiento son subóptimos y la respuesta celular senescente.<sup>2</sup>

La infección es la complicación más frecuente en las heridas con un proceso de cicatrización tórpido, ya que puede prolongar el tiempo de tratamiento y eventualmente derivar en la amputación de una extremidad o el fallecimiento del paciente, sumado a un aumento del uso de los recursos disponibles.<sup>3</sup>

Este artículo posiciona la preparación del lecho de la herida (WBP, por sus siglas en inglés) como una herramienta fundamental en el manejo de las heridas de todo tipo, destacando la importancia del proceso de

limpieza del lecho y de la piel perilesional, así como su transversalidad en el proceso de valoración y tratamiento de una persona con una herida (Figura 1). El análisis de la evidencia disponible permitirá a enfermeras/os y médicas/os dedicados al manejo avanzado de heridas aplicar un enfoque crítico y reflexivo en la toma de decisiones vinculadas a los cuidados de la piel.

## Preparación del lecho de la herida

Una herida ocurre cuando hay una pérdida de epidermis con una base dérmica o más profunda, que altera la integridad de la piel.<sup>4</sup> Las heridas pueden ser de etiología vascular, traumática, inflamatoria, infecciosa o maligna.<sup>2</sup>

El proceso de cicatrización activado a partir del daño producido se describe, por lo general, como una sucesión de eventos independientes. Estos se pueden entender como un conjunto de cuatro fases solapadas e interconectadas, dependientes de la activación y acción celular que estimulan el crecimiento, la reparación y la remodelación del tejido y que, a su vez, permiten el restablecimiento de las características físicas, mecánicas y eléctricas que favorecen las condiciones normales del tejido.<sup>5</sup> Este proceso está determinado por la continuidad de cada una de las fases que lo caracteriza (hemostasia, inflamación, proliferación y remodelación). Cuando se presenta una alteración que entorpece su desarrollo en

\*Claudia Ramírez Castro,<sup>1,2</sup> Enfermera Asesora Técnica; Presidenta. Bárbara Ampuero Duran,<sup>3</sup> MBA, Enfermera Especialista Clínica. Carolina Latorre González,<sup>3</sup> Enfermera Especialista Clínica.

\*Correspondencia: cramirez@coaniquem.org

1 COANIQUEM. 2 ACCHIEHC. 3 Laboratorio UrgoMedical Chile.

el tiempo considerado como “normal” (de cuatro a seis semanas)<sup>6</sup> se genera una herida crónica, la cual presenta un detenimiento o retraso en la fase de inflamación o en la fase proliferativa, asociado a factores intrínsecos y extrínsecos propios del paciente, y a las alteraciones bioquímicas que estos puedan generar.<sup>7</sup>

La medicina basada en la evidencia es definida como “la integración de la experiencia clínica individual y la mejor evidencia externa”.<sup>8</sup> En concreto, los tres pilares de la medicina basada en la evidencia incluyen: evidencia científica, conocimientos de expertos, y preferencias de los pacientes. Estos pilares se incorporan en el paradigma de preparación del lecho de la herida.

La preparación del lecho de la herida busca optimizar el tratamiento de las heridas crónicas. Es un enfoque holístico que examina el tratamiento de la causa y las preocupaciones del paciente, considerando un abordaje estructurado en el tratamiento de las heridas y el proceso de cicatrización. Si bien en América latina el término “preparación del lecho de la herida” no está ampliamente difundido, fue publicado por primera vez en 2000<sup>9</sup> y ha tenido actualizaciones periódicas en 2003, 2006, 2011 y 2015, y una nueva versión en 2021<sup>10</sup> que tiene una estrecha relación con los principios definidos en TIME. El acrónimo TIME consiste en la valoración

local del lecho de la herida según cuatro parámetros: tejido no viable, infección o inflamación, humedad o exudado, y manejo de bordes.<sup>11</sup> Una publicación posterior utiliza el concepto TIMERS, que suma las nociones de “regeneración” y “factores sociales”.<sup>12</sup>

El consenso de 2015<sup>2</sup> propone que el manejo local de la herida es sólo uno de los puntos a abordar al momento de gestionar la atención integral del paciente. Esta valoración debe incluir también la clasificación de las heridas y distinción entre aquellas con capacidad real de cicatrizar, las estancadas, y aquellas sin capacidad de cicatrizar:

- Una herida con capacidad de cicatrizar cuenta con un adecuado suministro de sangre y puede sanar si se aborda la causa subyacente
- Una herida estancada tiene potencial de cicatrización, pero también tiene barreras propias del paciente o del sistema sanitario que comprometen la cicatrización, como comorbilidades no compensadas, falta de adherencia al tratamiento, o falencias en políticas públicas y recursos sanitarios limitados
- Una herida de tipo paliativa no tiene real capacidad de cicatrizar debido a causas irreversibles o enfermedades asociadas, como isquemia crítica o neoplasia no tratable. En las heridas sin capacidad real de cicatrizar, debe adoptarse un enfoque relativamente conservador, que puede incluir desbridamiento no traumático del tejido desvitalizado, reducción de la carga bacteriana y control de la humedad.<sup>2</sup>

El consenso de 2021<sup>10</sup> de preparación del lecho de herida estableció 10 sugerencias para realizar este abordaje:

- Tratar la causa de la herida
- Centrar las preocupaciones en el paciente
- Determinar la capacidad de la herida de curar
- Monitorear el historial y examen físico (cuidado local de la herida)
- Desbridar la herida con un control apropiado del dolor
- Evaluar y tratar la infección/inflamación
- Controlar la humedad
- Evaluar el progreso en la curación
- Cuidar los bordes con terapias para heridas estancadas, con potencial de curación
- Generar apoyo organizacional (una cultura que favorezca la educación interdisciplinaria y la atención centrada en el paciente, así como protocolos estandarizados basados en la evidencia y una dotación de personal adecuada).

Estas recomendaciones buscan un enfoque activo y

**Figura 1.** Preparación del lecho de la herida

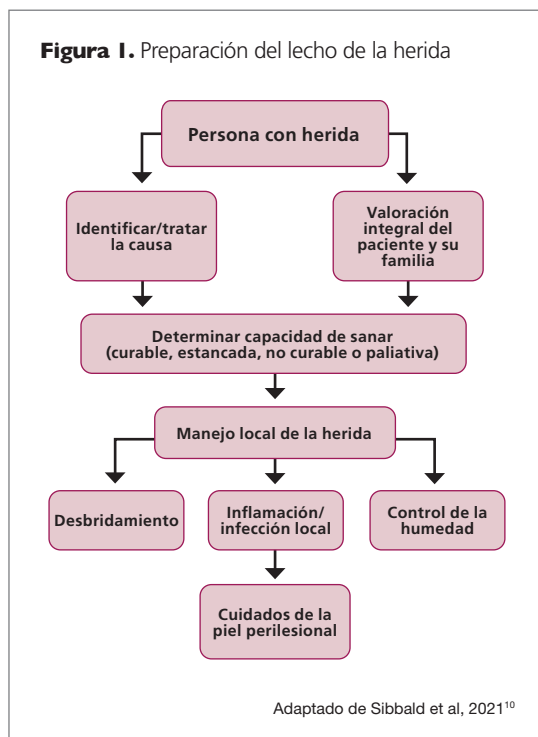


Tabla 1: Soluciones limpiadoras<sup>13</sup>

Solución	Tipo	Citotoxicidad	Efectividad sobre el biofilm	Otras características
Solución salina	Isotónica	Cero	Ninguna	Solución estéril, no antiséptica
Agua bidestilada	Hipotónica	Cero	Ninguna	Solución estéril, no antiséptica
Agua de la llave (potable)	Variable según componentes	Indeterminada/variable	Ninguna	No estéril
Polihexametileno biguanida (PHMB)	Tensoactivo antimicrobiano	Baja	Las cualidades de los tensoactivos interrumpen la adhesión del biofilm	Disponible en presentación de gel y solución de irrigación. No favorece la resistencia bacteriana
Dihidrocloreto de octenidina (OCT)	Tensoactivo antimicrobiano	Las pruebas in vitro muestran una alta toxicidad. La falta de absorción sugiere que no hay efectos sistémicos. No se ha demostrado que interrumpa la cicatrización	Previene la formación de nuevo biofilm durante al menos tres horas. Inhibe el crecimiento del biofilm planctónico y bacteriano hasta 72 horas	Disponible en preparaciones de gel y solución para irrigar que pueden usarse juntas o por separado. Disminuye la tensión superficial del líquido y permite una mayor extensión que facilita la separación del tejido no viable
Soluciones super-oxidadas de ácido hipocloroso (HOCl) e hipoclorito de sodio	Antiséptico	Puede variar dependiendo de las concentraciones	Penetra rápidamente en el biofilm, matando las formaciones desde el interior. No favorece la resistencia bacteriana	Propone una actividad antimicrobiana que favorece el desbridamiento. Disponible en preparaciones de gel y solución para irrigar que pueden usarse juntas o por sí solas
Povidona yodada	Antiséptico	Moderada/alta (dependiendo de su concentración)	Inhibe el desarrollo de nuevo biofilm y elimina colonias jóvenes. Reduce colonias maduras de biofilm	Modula niveles de radicales libres

proactivo en el tratamiento de heridas, evaluar al paciente de manera integral y generar estrategias que promuevan una atención costo-efectiva.<sup>10</sup>

En base a estas directrices, se desprende que una correcta preparación del lecho de la herida debería considerar, además de la valoración holística de la persona:

- Reducción de la carga bacteriana y la biopelícula (biofilm)
- Eliminación del tejido no viable o desvitalizado
- Modulación del exudado
- Gestión de las disfunciones celulares y los desequilibrios bioquímicos presentes en la herida, lo cual se encuentra estrechamente relacionado con la adecuada limpieza del lecho y la piel perilesional.

### Limpieza del lecho de la herida

El principio de preparación del lecho de la herida está estrechamente vinculado a los acrónimos TIME y

BBWC (cuidado de heridas basado en el biofilm, por sus siglas en inglés). Ambos promueven la mantención de un lecho de la herida saludable a través de la limpieza terapéutica de la misma, y la eliminación del biofilm y del tejido necrótico y no viable mediante el desbridamiento.<sup>13</sup>

El objetivo de la limpieza de la herida es promover la curación a través de una mejor evaluación, remover materia extraña (restos de apósitos, biofilm, esfacelo, exudado y detritus) y rehidratar el lecho de la herida. El control del tejido no viable es importante, ya que este actúa como un sustrato para los microorganismos, proporcionando un foco de infección y exacerbando la respuesta inflamatoria que impide la cicatrización de la herida<sup>14</sup> y genera consecuencias para el paciente y el sistema sanitario.

Independientemente del nivel de carga bacteriana presente, las heridas deben limpiarse en cada cambio de apósito. Es importante aclarar que irrigar una herida no

es lo mismo que limpiarla. La limpieza terapéutica de la herida involucra:<sup>15</sup>

- Aplicar una solución limpiadora con potencial de romper el biofilm y eliminar bacterias planctónicas y otros microorganismos
- Resguardar la seguridad tanto de la herida como del paciente
- Uso en diversos entornos (atención primaria, secundaria y terciaria; residencias de adulto mayor; entorno doméstico)
- Irrigar a una presión adecuada
- Favorecer la mantención y protección de la piel perilesional.

No se ha establecido de forma concluyente el agente limpiador ideal ni el método óptimo de limpieza de heridas, pero se sugiere que la irrigación con soluciones antisépticas para el tratamiento local de heridas infectadas se realice según una juiciosa evaluación previa.<sup>15</sup>

### Soluciones limpiadoras: infección local

La práctica de la limpieza de heridas o gestión antiséptica de la herida tiene una historia dicotómica que vincula tradición y ciencia. Es una parte integral del tratamiento de las heridas agudas, así como de las heridas crónicas.<sup>16</sup> No existen pruebas diagnósticas que permitan a los profesionales de la salud identificar la carga bacteriana presente en una herida, y si esta es capaz de provocar infección. Por eso, se cree que todas las heridas deben someterse a alguna forma de limpieza para reducir la carga bacteriana a niveles que puedan ser manejados por las defensas del huésped.<sup>17</sup>

Además, es fundamental limpiar la piel perilesional para eliminar otras fuentes de contaminación. Debe limpiarse la piel situada a 10–20cm alrededor de la herida, ya que la piel circundante puede contener restos compuestos por lípidos, fragmentos de células queratinizadas, sebo y sudor, en los que se encuentran pequeñas cantidades de electrolitos, lactato, urea y amoníaco, que crean el entorno ideal para la proliferación de los microbios y la formación del biofilm.<sup>18</sup>

El término “antimicrobiano” se refiere a desinfectantes, antisépticos y antibióticos.<sup>19</sup> Los desinfectantes son sustancias recomendadas por el fabricante para aplicar en un objeto inanimado con el fin de eliminar los microorganismos; no son para uso interno. Algunos desinfectantes en concentraciones más bajas se utilizan como antisépticos (por ejemplo, el hipoclorito de sodio).<sup>2</sup> Los antisépticos, en cambio,

**Tabla 2: Agentes antisépticos según grado de citotoxicidad<sup>2</sup>**

Agente antiséptico	Efecto
Suero fisiológico/agua bidestilada*	No citotóxico. Sin efecto bactericida
Clorhexidina o PHMB**	Baja citotoxicidad. Amplio espectro. No incluye esporas. Efecto antibiofilm (CHG sólo por acción mecánica)
Povidona yodada**	Citotoxicidad moderada. Amplio espectro
Ácido acético (vinagre diluido al 1:5 hasta 1:10)**	Espectro de acción reducido, principalmente sobre <i>Pseudomonas</i>
Hipoclorito de sodio puro, solución de Dakin***	Altamente citotóxico
Peróxido de hidrógeno (agua oxigenada)***	Acción por efecto efervescente
Amonio cuaternario***	Altamente citotóxico

\*agente no citotóxico; \*\*agente de baja/moderada citotoxicidad; \*\*\*agente altamente citotóxico.  
PHMB: polihexametileno biguanida; CHG: gluconato de clorhexidina

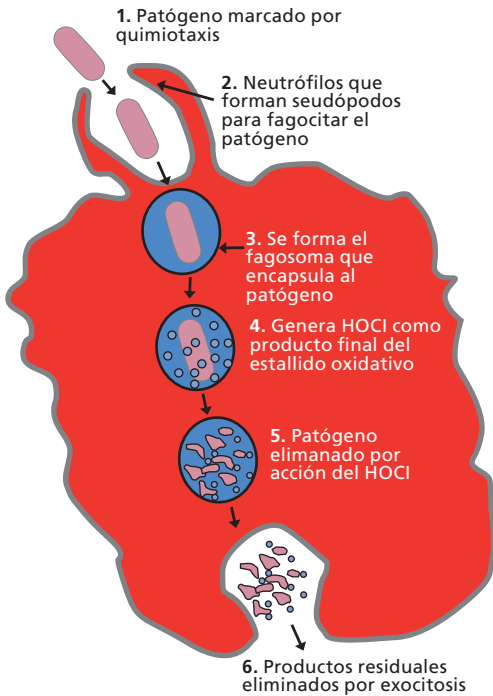
tienen el potencial de desempeñar un papel importante en el control de la carga biológica de las heridas, limitando al mismo tiempo la exposición a los antibióticos y reduciendo el riesgo de una mayor resistencia a los mismos.<sup>20</sup> Por último, frente a la ausencia de signos sistémicos de infección de la herida, el tratamiento local con antisépticos, tensoactivos y apósitos antimicrobianos puede ser suficiente.

Tras el desbridamiento, se han recomendado antimicrobianos tópicos para prevenir (o al menos retrasar) la adhesión de los microbios planctónicos y eliminar cualquier dispersión. La Tabla 1 resume las opciones tópicas para la infección de heridas.

Las soluciones limpiadoras han evolucionado desde 1915, con la creación de la solución de Dakin. Esta solución (una mezcla diluida de hipoclorito de sodio, el principal ingrediente del cloro de uso doméstico)<sup>21</sup> ha formado parte del arsenal para el cuidado de las heridas por más de un siglo. En los años siguientes, se desarrollaron muchas otras soluciones antisépticas tópicas, incluyendo la bacitracina, clorhexidina, cloruro de benzalconio (amonio cuaternario), agentes con yodo, y peróxido de hidrógeno, entre otros. Pero su uso se ha vuelto controversial en los últimos 10 años, debido a que muchos antisépticos son citotóxicos para los queratinocitos y fibroblastos, y pueden perjudicar la cicatrización de las heridas.<sup>22,2</sup>

**Figura 2.** Cómo el leucocito genera ácido hipocloroso (HOCl) para eliminar patógenos invasores

**Respuesta inflamatoria humana:**



Adaptado de Steadman, 2019<sup>21</sup>

### Seguridad en el uso de soluciones limpiadoras

Los antisépticos tópicos no son selectivos y pueden ser citotóxicos si no se administran en la herida de forma controlada. Esto significa que pueden matar las células de la piel y de los tejidos que intervienen en la cicatrización (por ejemplo, neutrófilos, macrófagos, queratinocitos y fibroblastos), perjudicando así el proceso de cicatrización. La citotoxicidad puede depender de la concentración,<sup>15,19</sup> ya que algunos antisépticos en bajas concentraciones no son citotóxicos.

Los antisépticos se utilizan con frecuencia para reducir el exudado y controlar la carga bacteriana. Al igual que con las heridas curables, deben utilizarse soluciones con un potencial mínimo de citotoxicidad. Algunas soluciones antisépticas son más citotóxicas para los fibroblastos que otras soluciones, y aunque la toxicidad suele ser menor in vivo, el impacto puede aumentar en heridas que no cicatrizan.<sup>2</sup>

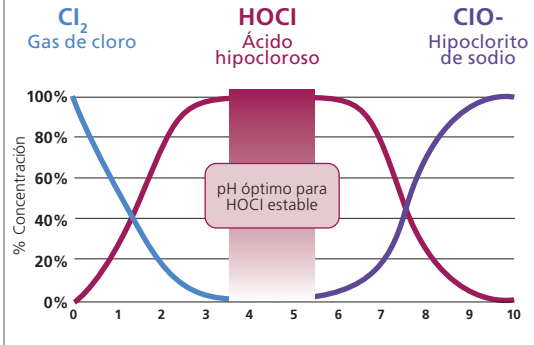
La Tabla 2 compara el nivel de citotoxicidad de las soluciones. Aquellas con tres asteriscos son las de mayor potencial de generar citotoxicidad en los tejidos, por lo tanto, su uso debería reservarse para circunstancias específicas, y sopesando el riesgo de una infección de la herida frente al riesgo de retrasar la cicatrización.

Por una parte, se encuentra la familia de biguanidas. En el mercado latinoamericano hay limpiadores en base a clorhexidina y polihexametileno biguanida (PHMB). El gluconato de clorhexidina (CHG) se ha utilizado durante más de 30 años en el ámbito clínico. En concentraciones de entre 0,5–4%, el CHG es más eficaz contra las bacterias gram positivas que las gram negativas, y tiene menos actividad contra los hongos y los bacilos tuberculosos.<sup>16</sup> Es inactiva contra las esporas bacterianas, excepto a temperaturas elevadas.<sup>14</sup> Numerosos estudios indican que el CHG no se absorbe a través de la piel y tiene un bajo potencial de irritación, sin embargo, existen reportes de casos de pacientes que han desarrollado hipersensibilidad a este compuesto. Sumado a esto, el CHG no debe entrar en contacto con los ojos, el oído medio o las meninges, debido a su alta toxicidad.<sup>16</sup> El PHMB es uno de los antisépticos para heridas más utilizados en la actualidad. Su eficacia antiséptica no inhibe el proceso de reepitelización,<sup>23</sup> sin embargo, se ha demostrado que la exposición de los osteoblastos humanos y las células endoteliales a la polihexanida a concentraciones con una actividad antibacteriana provoca graves daños celulares, lo que plantea dudas sobre la viabilidad de utilizar este tipo de antiséptico en el cemento óseo para el tratamiento de infecciones de artroplastia total.<sup>24</sup>

Por otro lado, en el grupo de soluciones súper oxidativas se encuentra la ya mencionada Dakin (hipoclorito de sodio), que presenta altos niveles de citotoxicidad y se caracteriza por un pH básico (alcalino). También dentro de este grupo, pero no mencionado en la Tabla 2, se encuentra el ácido hipocloroso (HOCl), una molécula conocida desde el siglo pasado pero con una formulación relativamente reciente, que logró estabilizar la molécula a un pH 5.5. Este pH permite que la solución sea pura, con nula toxicidad a nivel celular e inclusive favoreciendo el proceso de cicatrización, siendo tan segura para los tejidos como el suero fisiológico pero con un efecto bactericida comprobado.<sup>25</sup> Existen soluciones limpiadoras que combinan hipoclorito de sodio y HOCl, sin embargo, estas formulaciones poseen algún grado de citotoxicidad y su pH es más bien básico.<sup>26</sup>

Si bien la Tabla 2 lista los antisépticos que se han

**Figura 3:** Distribución de las especies de cloro en función del pH. Mayor concentración de ácido hipocloroso (HOCl) en pH 5.5<sup>31</sup>



utilizado desde hace más de 100 años, muchos antisépticos antiguos, como el peróxido de hidrógeno y el hipoclorito de sodio, ya no se recomiendan debido al alto riesgo de daño tisular asociado con su uso.<sup>27</sup> La excepción es el uso para el tratamiento de heridas en entornos de recursos limitados, en los que no siempre se dispone de antisépticos alternativos contemporáneos.<sup>13</sup>

### Ácido hipocloroso puro pH 5.5

El HOCl, descubierto en 1834,<sup>28</sup> es una molécula que se produce de forma natural en los neutrófilos humanos como producto del estallido oxidativo, el cual le otorga el nombre de solución superoxidada. La función de los neutrófilos es encontrar y fagocitar (es decir, destruir) microorganismos invasores. Tras la fagocitosis, el HOCl se transforma en N-clorotaurina, una molécula que puede proporcionar una actividad antimicrobiana in situ y que sirve de antiséptico único y natural, producido y gestionado in vivo en el cuerpo humano.<sup>29,30</sup>

Como principal defensa contra los microbios patógenos invasores, el HOCl destruye bacterias, hongos, y sus esporas y virus dentro del cuerpo humano como parte de la respuesta inflamatoria innata (Figura 2).<sup>31</sup> Un estudio demostró que el HOCl puro pH 5.5 disminuye el nivel tisular de bacterias en heridas crónicas granuladas y permite que la cicatrización de la herida se lleve a cabo sin ninguna citotoxicidad.<sup>26</sup> Se ha demostrado que el HOCl es bactericida, fungicida, virucida y con eficacia frente a esporas.<sup>32</sup> Hasta la fecha, no se ha reportado resistencia al compuesto, irritación de la piel, sensibilidad o toxicidad oral u ocular.<sup>32</sup>

Hasta hace unos 10 años, el desarrollo del HOCl como solución antiséptica se vio probablemente

limitado por las dificultades para mantener la estabilidad de la solución una vez almacenada.<sup>26</sup> Distintas formulaciones de HOCl han sido elaboradas recientemente y están disponibles en el mercado latinoamericano e internacional. Sin embargo, dado que el HOCl es un ión no disociado del cloro y oxígeno dependiente, no todas las soluciones cuentan realmente con una formulación que resguarde la estabilidad de esta molécula, que coexiste en muchos casos con variados porcentajes de hipoclorito de sodio o cloro y, por ende, con los efectos citotóxicos de estas moléculas.

La estabilidad del HOCl es dependiente del pH. El HOCl puro sólo existe en el rango de pH aproximado de 3.5 a 5.5. A medida que la solución se vuelve más ácida y el pH cae por debajo de aproximadamente 2–2.5, el átomo de cloro se disocia, y da como resultado la formación de gas de cloro. En el otro extremo del espectro, cuando el pH del HOCl es superior a 5.5, el HOCl se disocia o degrada, pierde su átomo de hidrógeno y forma el anión hipoclorito (ClO<sup>-</sup>). El HOCl se convierte completamente (100%) en hipoclorito de sodio a un pH de 9.5–10, y en un 80% aproximadamente a un pH de 8.0 (Figura 3).<sup>25</sup> Estos cambios de pH generan una pérdida de propiedades de HOCl que aumentan la citotoxicidad y disminuyen la acción antimicrobiana.<sup>33</sup>

### Efectos bactericida y antibiofilm

A diferencia de los microorganismos planctónicos, los fenotipos que desarrollan biofilm se han definido como agrupaciones estructuradas de células microbianas agregadas, rodeadas por una cápsula mucopolisacárida que se adhieren a superficies naturales, artificiales, o a sí mismas.<sup>34</sup>

En estudios de microscopía realizados en biopsias de heridas crónicas (úlceras de pie diabético, úlceras venosas y lesiones por presión) se observó que el 60% de las muestras contenía estructuras de biofilm en comparación con sólo el 6% de biopsias realizadas de heridas agudas.<sup>35</sup> Dado que el biofilm se considera un importante factor causante de múltiples enfermedades inflamatorias crónicas, es probable que casi todas las heridas crónicas tengan un grado de biofilm, al menos, en una parte del lecho de la herida, siendo estos microorganismos con fenotipo de biofilm quienes contribuyen a que se establezca una respuesta hiperinflamatoria, perjudicial para el huésped.<sup>36–38</sup> Otros estudios sugieren que el biofilm bacteriano en las heridas crónicas puede promover la hipoxia tisular localizada, reduciendo la disponibilidad de oxígeno necesaria para la cicatrización de la herida.<sup>39</sup>

Se ha demostrado que el HOCl puro pH 5.5 posee una acción antimicrobiana en un corto tiempo de acción (15 segundos), actuando en un amplio espectro de microorganismos (hongos, esporas y bacterias resistentes a fármacos). El HOCl actúa a través de diversos mecanismos, tales como la alteración de la permeabilidad de la pared celular y de la membrana celular, alterando la síntesis de ADN y provocando una asfixia en las bacterias.<sup>32,40</sup> Sin embargo, como se mencionó anteriormente, cuando las heridas están asociadas con biofilm pueden no parecer clínicamente infectadas, conteniendo altos niveles de patógenos dentro de esta matriz (mucopolisacárida) que dificulta la acción de agentes bactericidas. Una vez establecido, el biofilm suele ser muy tolerante a los paradigmas de tratamiento y eliminación habituales como el desbridamiento mecánico, por lo que, al momento de decidir qué solución limpiadora utilizar, resulta esencial considerar su capacidad de eliminar el biofilm y evitar su reformación, que puede ocurrir dentro de las siguientes 24 horas.<sup>38</sup>

El HOCl puro pH 5.5 está recomendado para limpiar, facilitar el desbridamiento y tratar heridas, incluidas las infectadas y las asociadas con la presencia de biofilm.<sup>8</sup> El HOCl es capaz de lograr una ruptura física del biofilm, con una eficacia comprobada entre 3 y 5 minutos luego de aplicarse en el lecho de la herida (reducción  $> \log_6$  UFC/cm<sup>3</sup>).<sup>41</sup> Además de promover un efecto antimicrobiano y evitar la reformación del biofilm, favorece el desbridamiento como un coadyuvante para facilitar este procedimiento a través de otras técnicas menos dolorosas y/o más rápidas, como el desbridamiento cortante, quirúrgico, ultrasónico o electrostático, entre otros. Esto permite dedicar menos tiempo al proceso de limpieza y de curación en general y, por tanto, es una alternativa costo-efectiva de implementar.<sup>42-44</sup> Finalmente, en estudios como el de Dharap et al.<sup>45</sup> se demostró que el HOCl proporciona mejoras significativas en el tamaño de la úlcera y manejo de la infección, así como una reducción significativa de los signos de inflamación.

### **Beneficios en el proceso de cicatrización y en la piel perilesional**

El pH de la piel tiene la característica de ser ácido en la mayor parte de la superficie, con un valor cercano a 5.5, el cual se va acidificando desde el momento del nacimiento de manera gradual hasta formar una barrera contra los patógenos. Su alteración constituye un factor de riesgo para infecciones u otras complicaciones, ya

que el manto ácido permite la existencia de una flora bacteriana residente y es una barrera para la flora de tipo transitoria.<sup>46</sup>

Cuando se pierde la continuidad de la barrera de la piel y se genera una herida, es necesario lograr un óptimo proceso de cicatrización donde se deben conjugar varios factores, dentro de los cuales resalta el rol del pH ácido y el cuidado de la piel perilesional, siendo este último uno de los elementos que se valoran en TIME.<sup>11</sup> Favorecer un pH ácido es, por tanto, un pilar en el conjunto de factores a evaluar y abordar para favorecer la curación de una herida. Una revisión realizada para analizar los beneficios de la cicatrización en un entorno ácido evidenció que ayuda en la cicatrización de la herida controlando la infección, aumentando la actividad antimicrobiana, alterando la actividad de las proteasas, liberando oxígeno, reduciendo la toxicidad de los productos finales bacterianos y mejorando la reepitelización y angiogénesis.<sup>47,48</sup>

A nivel microbiológico, el HOCl tiene la capacidad de oxidar el aminoácido taurina e inducir la formación de cloro-aurina, que tiene un efecto protector sobre los tejidos ya que puede inhibir la producción de mediadores inflamatorios.<sup>49</sup> Además, Sakarya et al. demostraron que la solución de HOCl mejora la cicatrización de las heridas en contraste con la povidona yodada.<sup>50</sup>

### **Seguridad en poblaciones especiales**

Debido a las características anteriormente mencionadas, el HOCl puro pH 5.5 ha demostrado ser seguro y efectivo en la limpieza y como parte del tratamiento local de úlceras de pie diabético (UPD), úlceras venosas (UV), lesiones por presión (LPP) y heridas quirúrgicas, independiente de la carga bacteriana presente en ellas. Su efecto bactericida de amplio espectro y en un corto tiempo de acción, sumado al efecto antibiofilm y facilitador del desbridamiento, han demostrado excelentes resultados descritos en la literatura internacional.<sup>25,41</sup>

Sumado a estos usos, la seguridad y citotoxicidad cero del HOCl puro y su pH 5.5<sup>26</sup> han permitido su uso en poblaciones con características especiales (adultos mayores, población pediátrica y neonatal), así como en lesiones complejas (por ejemplo, quemaduras intermedias) o en cavidades como solución de irrigación para prevenir infecciones y tratar lesiones mucosas.<sup>25,30</sup> Donde el uso de otras soluciones se encuentra contraindicado, debería ser evaluado si el beneficio de sus efectos bactericidas y antibiofilm son mayores al

efecto perjudicial que se generaría sobre el tejido sano y/o en formación.

El HOCl puro pH 5.5 ha demostrado importantes beneficios como parte del tratamiento de lesiones de piel en pacientes pediátricos, siendo una de ellas la dermatitis asociada a incontinencia (DAI), que es la principal causa de lesiones de piel en esta población de pacientes.<sup>51</sup> Publicaciones de casos clínicos de tratamiento con HOCl puro pH 5.5 con indicación de uso diario evidencian la recuperación de la barrera cutánea en niños críticamente enfermos y con DAI.<sup>42</sup>

Otro tipo de lesiones que se producen tanto en la población adulta como pediátrica son las LPP y las lesiones por dispositivos médicos, que pueden presentar complicaciones severas como la infección de tejidos profundos. Hay reportes de casos clínicos de pacientes con lesiones por dispositivos médicos severas, donde se llevó a cabo un protocolo de tratamiento con HOCl puro pH 5.5 y se evidenció una recuperación de la integridad de la piel en ocho semanas.<sup>52</sup> Otra serie de casos clínicos de pacientes con LPP categorías III y IV donde se utilizó HOCl pH 5.5 como solución limpiadora evidenció la existencia de una mejoría en relación al área, volumen y calidad del tejido presente en el lecho de la herida en todos los casos. Además, las heridas permanecieron libres de olor e infección durante el manejo con el protocolo mencionado.<sup>53</sup>

### Seguridad en el paciente quemado

El grupo de pacientes quemados es una de las poblaciones especiales de gran interés debido a la pérdida de la función de barrera de grandes extensiones de piel. La infección es una de las principales complicaciones, por lo que el uso de elementos que reduzcan la carga bacteriana de forma profiláctica es parte del estándar de cuidado y cicatrización.<sup>54</sup>

La limpieza de este tipo de lesiones se ha realizado históricamente con soluciones inoñas, como la solución salina, o a través de estrategias de limpieza más agresivas, como el uso de jabón de clorhexidina. En el contexto del paciente quemado, prevenir y/o tratar la infección es prioritario y ha justificado el uso de agentes con algún grado de citotoxicidad.<sup>55</sup> Por eso, el uso de soluciones limpiadoras plantea nuevas posibilidades en relación al manejo y prevención de la infección sin interferir en el proceso de cicatrización. Es necesario evaluar ciertas características antes de seleccionar la solución a utilizar, como ser segura para el paciente, no generar dolor o ardor (considerando que son heridas que pueden tener un daño superficial o profundo en la piel),

y no generar irritación/hipersensibilidad u otro tipo de alteración metabólica (toxicidad) al ser absorbida por el cuerpo.<sup>54</sup> A su vez, debe lograr prevenir efectivamente la infección, por ser esta una de las principales complicaciones en el manejo de quemaduras.

Considerando lo anteriormente mencionado y en base a la evidencia disponible, el HOCl puro pH 5.5 sería seguro de utilizar en el manejo de quemaduras en pacientes adultos y pediátricos. Es efectivo en la prevención de la infección, y puede facilitar el desbridamiento y favorecer la cicatrización sin generar resistencia ni hipersensibilidad. Además, se han estudiado sus beneficios en el cuidado de injertos como solución de irrigación, donde logró controlar la carga bacteriana de forma segura y efectiva.<sup>56</sup>

Un estudio que comparó al HOCl puro pH 5.5 con un limpiador antimicrobiano de uso regular en un centro de salud evidenció una mejoría en el manejo del dolor, un buen nivel de seguridad para prevenir infección, y mayor costo-efectividad del HOCl puro pH 5.5 sobre la solución alternativa.<sup>56</sup> Otro estudio analizó una serie de casos de heridas complejas, entre ellas quemaduras, y demostró una evolución favorable en todos los pacientes donde se utilizó el HOCl puro pH 5.5 como tratamiento coadyuvante con presión negativa; además, ninguno de los casos presentó signos de infección en las heridas.<sup>57</sup> Sería interesante explorar otras áreas de estudio en relación con nuevas indicaciones y beneficios de su uso, por ejemplo, en etapas prequirúrgicas como solución de preparación de la piel.

### Discusión

Debido al perfil de seguridad y efectividad del HOCl puro pH 5.5, se han desarrollado estudios recientes sobre su uso en la prevención de infecciones del sitio quirúrgico. Un estudio de serie de casos de prótesis de cadera y rodilla utilizó irrigación con HOCl antes del cierre quirúrgico y, luego, en el sitio de sutura de la cirugía. Ningún paciente presentó infección del sitio quirúrgico, ni se evidenció crecimiento microbiano en la toma de cultivos.<sup>58</sup>

También se ha usado HOCl puro pH 5.5 en el tratamiento de presión negativa con instilación en cirugías de fascitis necrotizante en pacientes críticamente enfermos, que mejoró la calidad del tejido, favoreció el cierre, y evitó complicaciones severas, como amputación o muerte.<sup>55-62</sup> En un estudio de serie de casos de cirugías abdominales en pacientes con cuadros sépticos, se usó HOCl para irrigación y lavado intestinal, que ayudó a disminuir la carga microbiana, prevenir

nuevas infecciones y favorecer la regeneración de los tejidos.<sup>63,64</sup>

Un panel de expertos en cirugía plástica y dermatología analizó el uso del HOCl puro pH 5.5 en la preparación de la piel para procedimientos, así como en el cuidado y tratamiento posterior de la herida quirúrgica.<sup>65</sup> Concluyeron que el HOCl ofrece un entorno óptimo para el proceso de cicatrización, ayuda a disminuir la generación de cicatrices hipertróficas (por su efecto inmunomodulador) y, a diferencia de la clorhexidina, se podría utilizar en la preparación antiséptica del rostro, ya que el HOCl puro no es óculo/ototóxica.<sup>65</sup>

## Conclusión

La preparación del lecho de la herida es una herramienta ampliamente desarrollada y revisada durante los últimos años, y de gran importancia al evaluar y tratar heridas de todo tipo. Su valor radica en proporcionar un enfoque holístico y sistemático en el abordaje y manejo avanzado de las heridas.

Los cuidados basados en la evidencia (CBE) brindan un estándar de calidad a la atención que se otorga a los diversos usuarios del sistema de salud. Las estrategias que optimizan el proceso de reparación de los tejidos evolucionan constantemente, y aunque el tipo de tratamiento de las heridas requiere de un plan individualizado para cada una de ellas, la limpieza del lecho es una actividad transversal.

La limpieza de la herida es reconocida como un paso fundamental de la preparación del lecho de la herida. Por eso, se ha intensificado la búsqueda y elaboración de soluciones limpiadoras con el potencial de promover la curación mediante la eliminación de barreras locales, sin comprometer el tejido sano y/o en formación. Diversos tipos de limpiadores de heridas han tenido históricamente características que limitan su uso (por ejemplo, el uso repetitivo y en exceso de antisépticos sin indicaciones adecuadas). Sin embargo, cuando se utilizan en los momentos y concentraciones adecuadas, algunas clases de soluciones limpiadoras antisépticas pueden proporcionar una herramienta para que el tratante impulse el lecho de la herida según los objetivos establecidos.

En el caso de los limpiadores de heridas, existe un debate entre la citotoxicidad y las actividades celulares, que busca la efectividad sin comprometer la seguridad del lecho de la herida o del paciente.

Las soluciones de HOCl puro con pH 5.5 se han probado en la prevención y el tratamiento de la infección

en varios tipos de heridas. Según los estudios *in vitro*, la actividad antimicrobiana parece ser comparable a la de otros antisépticos, con el beneficio de que estas soluciones no perjudican la cicatrización de la herida e incluso pueden mejorarla, además de resolver la infección. Es seguro, no es citotóxico, favorece el proceso de cicatrización y posee efectos positivos en la piel perilesional, siendo el más natural de los limpiadores de heridas, al estar compuesto por la misma molécula con la cual el propio sistema inmune responde a los patógenos.<sup>66</sup>

Se están explorando nuevos usos y beneficios del HOCl puro pH 5.5 en poblaciones especiales y heridas de difícil manejo, a través de estudios. Aunque es necesaria una exploración de mayor rigurosidad científica, la evidencia disponible da señales de ser un agente revolucionario en la gama de soluciones limpiadoras y protagonista en un cambio de paradigma tanto en el tratamiento y prevención de la infección, como en los cuidados integrales de la piel y su cicatrización. **JWC LATAM**

## Referencias

- 1 Sen CK, Gordillo GM, Roy S et al. Human skin wounds: A major and snowballing threat to public health and the economy: Perspective Article. *Wound Repair Regen* 2009;17(6):763–771
- 2 Sibbald RG, Elliott JA, Ayello EA, Somayaji R. Optimizing the moisture management tightrope with wound bed preparation 2015. *Adv Ski Wound Care* 2015;28(10):466–476
- 3 Gottrup F, Apelqvist J, Bjansholt T et al. EWMA Document: Evidence, controversies and suggestions. *J Wound Care* 2013;22(5):S1–S89
- 4 Singer AJ, Clark RAF. Cutaneous Wound Healing. Epstein FH, editor. *N Engl J Med* 1999;341(10):738–746
- 5 Guarín-Corredor C, Quiroga-Santamaría P, Landinez-Parra N. Proceso de cicatrización de heridas de piel, campos endógenos y su relación con las heridas crónicas. *Rev la Fac Med* 2013;61:441–448
- 6 Wallace HA, Basehore BM, Zito PM. Wound Healing Phases. En: *StatPearls*. StatPearls Publishing. 2021
- 7 Jaul E. Non-healing wounds: The geriatric approach. *Arch Gerontol Geriatr* 2009;49(2):224–226
- 8 Bhandari M, Giannoudis PV. Evidence-based medicine: What it is and what it is not. *Injury* 2006;37(4):302–306
- 9 Sibbald RG, Williamson D, Orsted HL et al. Preparing the wound bed: debridement, bacterial balance, and moisture balance. *Ostomy Wound Manage* 2000;46(11):14–37
- 10 Sibbald RG, Elliott JA, Persaud-Jaimangal R et al. Wound Bed Preparation 2021. *Adv Skin Wound Care* 2021;34(4):183–195
- 11 Barrett S. Wound-bed preparation: A vital step in the healing process. *Br J Nurs* 2017;26(12):S24–S31
- 12 Atkin L, Bucko Z, Conde Montero E et al. Implementing TIMERS: the race against hard-to-heal wounds inflammation/infection social factors. *Edge Regeneration Moisture Tissue. J Wound Care* 2019;28(3):S1–S50
- 13 Swanson T, Angel D. Wound Infection in Clinical Practice Update. *Aust Nurs Midwifery J* 2017;24(8):33
- 14 Wolcott RD, Kennedy JP, Dowd SE. Regular debridement is the main tool for maintaining a healthy wound bed in most chronic wounds. *J Wound Care* 2009;18(2):54–56
- 15 Leaper DJ, Schultz G, Carville K et al. Extending the TIME concept: What have we learned in the past 10 years? *Int Wound J* 2012;9(Suppl. 2):1–19
- 16 Atiyeh BS, Dibo SA, Hayek SN. Wound cleansing, topical antiseptics and wound healing. *Int Wound J* 2009;6(6):420–430
- 17 Bianchi J. The cleansing of superficial traumatic wounds. *Wounds* 2004;20(00(Suppl)):22–25
- 18 Murphy C, Atkin L, Swanson T et al. International consensus document. Defying hard-to-heal wounds with an early antibiofilm intervention strategy: wound hygiene. *J Wound Care* 2020; 29(Suppl 3b):S1–S28
- 19 Siddiqui AR, Bernstein JM. Chronic wound infection: Facts and controversies. *Clin Dermatol* 2010;28(5):519–526
- 20 Ashiru-Oredope D, Cookson B, Fry C et al. Developing the first national antimicrobial prescribing and stewardship competences. *J Antimicrob Chemother* 2014;69(11):2886–2888

- 21** Levine JM. Dakin's Solution: past, present, and future. 2013;26(9):410–414
- 22** Moghazy A, Nyoman R. ISBI Practice guidelines for Burn Care, Part 2. *Burns*;44(7),1617–1706. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2018.09.012>
- 23** Daeschlein G, Assadian O, Bruck JC et al. Feasibility and clinical applicability of polihexanide for treatment of second-degree burn wounds. *Skin Pharmacol Physiol* 2007;20(6):292–296
- 24** Ince A, Schütze N, Hendrich C et al. Effect of polyhexanide and gentamycin on human osteoblasts and endothelial cells. *Swiss Med Wkly* 2007;137(9–10):139–145
- 25** Schultz G, Weir D, Lee Ruotsi C et al. The clinical efficacy of pure hypochlorous acid preservative-based wound solutions. *Wound Source* 2021; 11(29)
- 26** Wang L, Bassiri M, Najafi R et al. Hypochlorous acid as a potential wound care agent: part I. Stabilized hypochlorous acid: a component of the inorganic armamentarium of innate immunity. *J Burns Wounds* 2007;6:e5
- 27** Brennan SS, Leaper DJ. The effect of antiseptics on the healing wound: A study using the rabbit ear chamber. *Br J Surg* 1985;72(10):780–782
- 28** Balard AJ. En: *Itinéraires de chimistes*. EDP Sciences; 2020 (27–32)
- 29** Gottardi W, Nagl M. N-chlorotaurine, a natural antiseptic with outstanding tolerability. *J Antimicrob Chemother* 2010;65(3):399–409
- 30** Coraçá-Huber DC, Ammann CG, Fille M et al. Bactericidal activity of N-chlorotaurine against biofilm-forming bacteria grown on metal disks. *Antimicrob Agents Chemother* 2014;58(4):2235–2239
- 31** Steadman M. The scientific bases for the use of hypochlorous acid to avoid pitfalls proceedings of a symposium of investigators. *Wounds*, 2019
- 32** Denys GA, Carpenter JL, Allen RC, Stephens JT. Antiseptic action of E-101 solution, a myeloperoxidase-mediated formulation in the presence of whole blood compared to conventional wound antiseptics and biocides. *Journal of Antimicrobial Agents* 2021;7:3–8
- 33** Stanton S. *Disinfection, sterilization, and preservation*. 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2001
- 34** Hall-Stoodley L, Stoodley P. Biofilm formation and dispersal and the transmission of human pathogens. *Trends Microbiol* 2005;13(1):7–10
- 35** James GA, Swogger E, Wolcott R et al. Biofilms in chronic wounds. *Wound Repair Regen* 16(1):37–44
- 36** Dowd SE, Sun Y, Secor PR et al. Survey of bacterial diversity in chronic wounds using pyrosequencing, DGGE, and full ribosome shotgun sequencing. *BMC Microbiol* 2008;8:1–15
- 37** Wolcott RD, Rhoads DD, Dowd SE. Biofilms and chronic wound inflammation. *J Wound Care* 2008;17(8):333–341
- 38** Percival SL, McCarty SM, Lipsky B. *Biofilms and Wounds: An overview of the evidence*. *Adv Wound Care* 2015;4(7):373–381
- 39** James GA, Ge Zhao A, Usui M et al. Microsensor and transcriptomic signatures of oxygen depletion in biofilms associated with chronic wounds. *Wound Repair Regen* 2016;24(2):373–383
- 40** Nerandzic MM, Rackaityte E, Jury LA. Novel strategies for enhanced removal of persistent bacillus anthracis surrogates and clostridium difficile spores from skin. *PLoS One* 2013;8(7):1–9
- 41** Robson MC. Treating chronic wounds with hypochlorous acid disrupts biofilm. *WoundClinic* 2014
- 42** Davis SC, Gil J, Li J et al. Effect of mechanical debridement and irrigation with hypochlorous acid wound management solution on methicillin-resistant staphylococcus aureus contamination and healing deep dermal wounds in a porcine model. *Wound Manag Prev* 2021;67(8):24–31
- 43** Miller C, Mouhlas A. Significant cost savings realized by changing debridement protocol. *Ostomy Wound Manag* 2014;8–9
- 44** Mallow PJ, Hiebert JM, Robson MC. Cost-effectiveness of hypochlorous acid preserved wound cleanser versus saline irrigation in conjunction with ultrasonic debridement for complex wounds. *J Heal Econ Outcomes Res* 2021;8(2):76–81
- 45** Dharap SB, Ghag GS, Kulkarni KP, Venkatesh V. Efficacy and safety of oxum in treatment of the venous ulcer. *J Indian Med Assoc* 2008;106(5):326–330
- 46** Fluhr JW, Darlenski R. Skin surface pH in newborns: origin and consequences. *Curr Probl Dermatol* 2018;54:26–32
- 47** Nagoba B, Suryawanshi N, Wadher SS. Acidic environment and wound healing: a review. *Wounds* 2015;27(1):5–11
- 48** Seal LA, Robson MC. The influence of pH on chronic wound healing and the antimicrobial activity of chlorine. *Ostomy Wound Manag* 2018;8–10
- 49** Lafaurie GI, Calderón JL, Zaror C et al. Ácido hipocloroso: una nueva alternativa como agente antimicrobiano y para la proliferación celular para uso en odontología. *Int J Odontostomatol* 2015;9(3):475–481
- 50** Sakarya S, Gunay N, Karakulak M et al. Hypochlorous acid: An ideal wound care agent with powerful microbicidal, antibiofilm, and wound healing potency. *Wounds* 2014;26(12):342–350
- 51** Beckman D, Campbell J, Campbell K et al. Incontinence-associated dermatitis: moving prevention forward. *Wounds International*, 2015
- 52** Marshall-Hanson C. Healing complex wounds and skin conditions in pediatric patients using a pH-controlled cleanser containing hypochlorous acid. *Wound Management & Prevention* 2020;66(7):8–10
- 53** Greenstein E. Adding a hypochlorous acid-preserved wound cleanser to the pressure injury management toolbox: A case series. *Wound Manag Prev* 2021;67(5):8–12
- 54** Wounds International. *International Best Practice Guidelines: Effective skin and wound management of non-complex burns*. *Wounds International*, 2014
- 55** Abdel-Sayed P, Tornay D, Hirt-Burri N et al. Implications of chlorhexidine use in burn units for wound healing. *Burns* 2020;46(5):1150–1156
- 56** Foster KN, Tanner VL. Vash® Wound Therapy versus Sulfamylon® in the management of grafted burns: results of a pilot study. Presented at American Burn Association, 2010
- 57** Delapena S, Fernández LG, Foster KN, Matthews MR. Negative pressure wound therapy with instillation and dwell time for the management of complex wounds: A case series. *Index Wounds* 2020;32(12):E96–E100
- 58** Otero A, Valentin R. Absence of infection in orthopedic surgical wounds irrigated with hypochlorous acid. *Ostomy Wound Manag* 2016;24(4):1–2
- 59** Crew JR, Thibodeaux KT, Speyer MS et al. Flow-through instillation of hypochlorous acid in the treatment of necrotizing fasciitis. *Wounds* 2016;28(2):40–47
- 60** Matthews MR, Quan AN, Shah AR et al. Hypochlorous acid for septic abdominal processes using a unique negative pressure wound therapy system: A pilot study. *Surg Sci* 2018;09(11):412–421
- 61** Desvigne MN. Hypochlorous acid: A practical choice for instillation with negative pressure wound therapy when surgical closure is anticipated. 2020;66(3)
- 62** Faust E. Healing complex wounds from necrotizing fasciitis using the combination of negative pressure wound therapy with instillation and dwell and a hypochlorous acid solution. 2021
- 63** Matthews MR, Quan AN, Weir AS et al. Temporary abdominal closure combined with an irrigating system utilizing hypochlorous acid solution to decrease abdominal mucopurulence. *Eplasty* 2018;18:e12
- 64** Fernandez L, Matthews M, Seal L. Intraabdominal lavage of hypochlorous acid a new paradigm for the septic and open abdomen. *Wounds* 2020;32(4):107–114
- 65** Gold MH, Andriessen A, Bhatia AC et al. Topical stabilized hypochlorous acid: The future gold standard for wound care and scar management in dermatologic and plastic surgery procedures. *J Cosmet Dermatol* 2020;19(2):270–277
- 66** Robson MC, Payne WG, Ko F et al. Hypochlorous acid as a potential wound care agent: Part II. Stabilized hypochlorous acid: Its role in decreasing tissue bacterial bioburden and overcoming the inhibition of infection on wound healing. *J Burns Wounds* 2007;6:e6.