

ARTÍCULO ORIGINAL

La solución de Dakin-Carrel

AUTORES:

DRES. FEDERICO A. ANTUNOVIC / CÉSAR A. FERNÁNDEZ / ELIANA E. ARANDA
VANESA S. ALE / MARÍA CRISTINA MARECOS*

Recibido: Marzo 2013

Aceptado: Mayo 2013

Correspondencia: qrismarecos@gmail.com

Resumen

Los antisépticos son sustancias antimicrobianas que se aplican a un tejido vivo bien o sobre la piel a fin de reducir la incidencia de infección, sepsis o putrefacción. La necesidad de seleccionar antisépticos adecuados para destinarlos a procesos de antisepsia tanto en el ámbito biomédico como en el hospitalario ha sido discutido desde hace décadas por los científicos más reconocidos, sin hallar consenso de aquel que fuera el ideal.

Durante la Primera Guerra Mundial, los científicos Alexis Carrel y Henry Dakin crearon la solución Dakin-Carrel; un tipo de antiséptico que contiene hipoclorito sódico (0,45 % al 0,5 %) y ácido bórico (4 %). Se utilizó con éxito tanto para limpiar y combatir la infección de heridas de guerra abiertas. Hallaron gran actividad bactericida, sin daño a los tejidos ni dificultad para la cicatrización de las heridas (a pesar de los grandes volúmenes suministrados).

Desafortunadamente, la baja estabilidad de la solución, el dificultoso método de preparación como así también los grandes volúmenes requeridos, hicieron que el método perdiera vigencia, además de la insistencia en que la solución es tóxica.

Partiendo de múltiples ensayos e investigaciones, se logra: estabilizar la molécula, una marcada elevación de la susceptibilidad de la microflora de la herida a los antibióticos y, de esta forma se facilitó un desbridamiento más rápido de las heridas; marcado acortamiento de los días de tratamiento con buena tolerancia, sin ninguna de estas complicaciones en favor de los pacientes que utilizaron la solución de Dakin.

Palabras Claves: Solución de Dakin-Carrel. Antiséptico. Sustancias antimicrobiales.

Abstract

DAKIN-CARREL'S SOLUTION

Antiseptics are antimicrobial substances are applied to living tissue or on the skin to reduce the incidence of infection, sepsis or putrefaction. The need to select suitable antiseptic to be allocated to antiseptics processes in biomedical and hospital, has been

discussed for decades by the most well-known, who have found no consensus that it was the ideal.

During the First World War, scientists such Alexis Carrel and Henry Dakin have created the Dakin-Carrel's solution, a type of antiseptic that contains sodium hypochlorite (0.45 % to 0.5 %) and boric acid (4 %). It was successfully used to clean and to fight the infection of open wounds of war. It was found great bactericidal activity without tissue damage or difficulty healing wounds (despite the large volumes supplied).

Unfortunately, the low stability of the solution, the difficult method of preparation and the great volumes required, the method did lose force and it was insisted on the solution is toxic.

Based on multiple testing and research, it is stabilize: the molecule is achieved, the marked elevation of microflora susceptibility to antibiotics wound and facilitated faster debridement of wounds, the marked shortening of treatment days as well as the well toleration without any of these complications for patients that use Dakin's solution.

Key words: Solution -Carrel - Dakin Antiseptic.- Antimicrobial substances.

Resumo

A SOLUÇÃO DE DAKIN-CARREL

Os antissépticos são substâncias antimicrobianas que se aplicam a um tecido vivo ou sobre a pele para reduzir a incidência de infecção, sepse ou putrefação. Há décadas, os cientistas mais renomados vêm discutindo a necessidade de selecionar antissépticos adequados para destiná-los aos processos de antisepsia, tanto no âmbito biomédico quanto no hospitalar, entretanto, até agora não se obteve um consenso geral para saber qual seria o ideal.

Durante a Primeira Guerra Mundial, os cientistas Alexis Carrel e Henry Dakin criaram a solução Dakin-Carrel; um tipo de antisséptico que contém hipoclorito de sódio (0,45 % al 0,5 %) e ácido bórico (4 %). Foi utilizado com êxito para limpar e combater a infecção de feridas de guerra abertas. Mostrou grande atividade bactericida, sem lesionar os tecidos ou causar dificuldade para a cicatrização das feridas (apesar dos grandes volumes administrados).

Infelizmente, a baixa estabilidade da solução, a dificuldade do método de preparação e os grandes volumes necessários, fizeram com que o método perdesse vigência; além da insistência em determinar esta solução como tóxica.

Partindo de múltiplos ensaios e pesquisas, consegue-se estabilizar a molécula, marcada elevação da suscetibilidade da microflora da ferida para os antibióticos e, desta forma facilitou um desbridamento mais rápido das feridas; acentuada diminuição dos dias de tratamento com boa tolerância; sem nenhuma destas complicações em favor dos pacientes que utilizaram a solução de Dakin.

Palavras Chaves: Solução de Dakin-Carrel. Antisséptico. Substâncias antimicrobianas.

Introducción

Los antisépticos son sustancias antimicrobianas que se aplican a un tejido vivo sobre la piel para a fin de reducir la incidencia de infección,

sepsis o putrefacción. Algunos antisépticos son auténticos germicidas, capaces de destruir microorganismos; otros son sólo bacteriostáticos que inhiben el crecimiento.

La necesidad de seleccionar antisépticos ade-

cuados para destinarlos a procesos de antisepsia en el ámbito biomédico y en el hospitalario ha sido discutido desde hace décadas por los científicos más reconocidos; sin hallar consenso de aquel que fuera el ideal, cumpliendo con las características indispensables como el de ser eficaz, no tóxico, de rápida acción, económico y fácil de utilizar, entre otras.

Si consideramos el creciente índice de infecciones nosocomiales, las cuales son motivos de un significativo incremento en la estancia hospitalaria, el ausentismo laboral y los costos públicos que ello determina, es claro que el tema es de trascendental importancia. Así, cada institución debe aplicar una clara política del uso de

estos antisépticos, seleccionando los más efectivos y utilizándolos de la manera correcta.

A fin de considerar algunas soluciones de elevada eficacia comprobada de manera científica e ignorada frecuentemente en la actualidad, el objetivo de la siguiente revisión es el de evaluar los usos, la eficacia y las posibles complicaciones, la antes muy famosa: *Solución de Dakin Carrel*.

Materiales y Métodos

El ácido hipocloroso (lavandina) es la denominación que se le otorga al ácido que resulta de la unión del óxido ácido de cloro con H²O. Puede describirse en forma química como un ion no disociado del cloro dependiente del oxígeno; altamente inestable y reactivo. Por ser uno de los ácidos hipohalogenados más fuertes, es también uno de los más poderosos oxidantes entre los oxácidos clorados y es el responsable directo de la acción bactericida de los compuestos derivados del cloro.

El ácido hipocloroso forma parte de un nuevo grupo de sustancia microbicidas conocidas como “moléculas antimicrobianas no antibióticas” que por su amplio espectro, rápida acción y amplio margen de seguridad, se lo puede ser utilizar no sólo para controlar sino también para prevenir un amplio número de infecciones de piel, mucosas y hasta de la cavidad pleural. Biológicamente, se clasifica dentro de un grupo de pequeñas moléculas conocidas como especies reactivas del oxígeno (ROS), sintetizadas por células del sistema inmune (Neutrófilos y Macrófagos) durante un proceso inmunológico conocido como “estallido respiratorio”, durante la fagocitosis de antígenos en reacción con la enzima mieloperoxidasa. Funciona como una sustancia quimiotáctica que permite un excelente control microbiano como así también una activación del sistema de defensa que facilita la rápida e inocua reparación de tejidos.

Durante la Primera Guerra Mundial, el científico *Alexis Carrel*, Premio Nobel en Medicina en 1912, junto con el químico británico *Henry Dakin*, crearon la solución *Dakin-Carrel*: un tipo de antiséptico que contiene hipoclorito sódico (0,45% al 0,5%) y ácido bórico (4%). Se utilizó con éxito para limpiar y combatir la in-



Imagen 1: Úlcera vascular de 3 meses de evolución. Primer día de tratamiento. *Post-toilette* con solución de *Dakin* modificada (concentración de hipoclorito de sodio menor a 0,025 %)

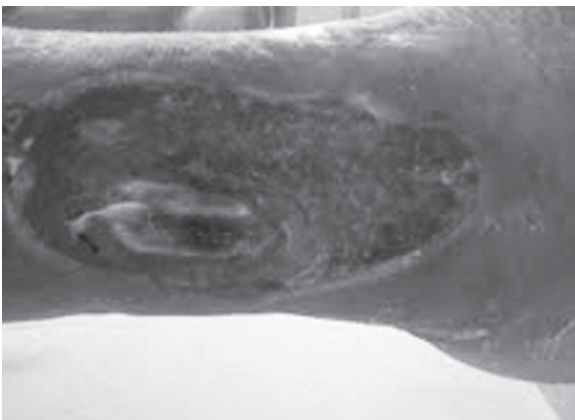


Imagen 2: Sexto día de tratamiento

fección de heridas de guerra abiertas. Hallaron gran actividad bactericida, sin dañar a los tejidos como así también con ninguna dificultad para la cicatrización de las heridas (a pesar de los grandes volúmenes suministrados).

Entre las conquistas hechas por la ciencia moderna durante la guerra europea, figura, sin duda en uno de los primeros puestos, el nuevo tratamiento de las heridas infectadas por el método *Carrel-Dakin*. Fundado en bases científicas que han venido a revolucionar nuestros conocimientos sobre antisepsia; sus resultados correspondieron en un todo a las concepciones de sus inventores y han venido a salvar un número incalculable de individuos que tratados de otra manera, hubieran perdido la vida o pasado a aumentar las legiones de inválidos que han quedado como “*víctimas del más sangriento de los conflictos que registra la historia.*” Extracto del prólogo del Libro de “*Tratamiento de las Infecciones localizadas por el Método de Carrel-Dakin*”, del Doctor Julio Aparicio, Secretario de la Facultad de Medicina de Bogotá, octubre de 1918.

Con el nombre de “*Tratamiento de Carrel*”, nos referimos al tratamiento de las heridas que se basa en la exposición amplia de las mismas, la extirpación de todo el material extraño y el tejido desvitalizado, limpieza meticulosa y lavado repetido con solución de *Dakin-Carrel*; protegiendo la piel adyacente con gasa vaselinada. Al comienzo del tratamiento, se cuentan las bacterias del exudado de la herida y cuando ésta es estéril, se sutura.

Desafortunadamente, la baja estabilidad de la solución, el dificultoso método de preparación como así también los grandes volúmenes requeridos, hicieron que el método perdiera vigencia; además de la insistencia en que la solución es tóxica para algunas células del organismo como ser fibroblastos, leucocitos y células endoteliales, ya que ésto se produce en concentraciones mayores del 0,25%.

Por ello, se ha creado la solución de Dakin modificada, la cual contiene 0,025% a 0,25% de hipoclorito de sodio mezclada con bicarbonato de sodio al 5% o con ácido bórico. Esta modificación tiene amplio espectro antiséptico y bactericida para *pseudomona aeruginosa*, *staphilococcus aureus* y otros organismos, Gram negativos y Gram positivos. La solución también promueve

la curación de la herida aumentando la fuerza en las uniones epiteliales y, sin dañar a los tejidos.

Hacia los años '80, se retoman las investigaciones sobre el ácido hipocloroso. En 1989, el científico británico Stephen J. Weiss ve “*in vitro*” el poder bactericida del HC^{O} , liberado por neutrófilos. Los análisis cuantitativos demostraron que al activar los neutrófilos durante una incubación de dos horas, se producen aproximadamente $2 \cdot 10^{-7}$ mol de HC^{O} , cantidad capaz de destruir 150 millones de bacterias *E coli*.

A principio de la década de los '90, Petrosian y su grupo de colaboradores evaluaron la utilización de la solución de hipoclorito de sodio al 0,06% en las heridas purulentas de 54 pacientes y lo compararon con el uso de “*métodos tradicionales*” en 20 pacientes. Encontraron que dicha solución demostró una marcada elevación de la susceptibilidad de la microflora de la herida a los antibióticos y facilitó un desbridamiento más rápido de las heridas. De esta forma pudieron comparar y demostrar su eficacia frente al lavado con solución fisiológica sin lograr esterilizar las heridas ni prevenir su infección.

En Colombia, partiendo de múltiples ensayos e investigaciones, se logra estabilizar la molécula de HC^{O} en el año 1992 por el investigador Justo Calderón y su equipo de colaboradores. El proceso de estabilización y las investigaciones durante más de 16 años han permitido el desarrollo de la primera solución farmacéutica de HC^{O} , estable a nivel mundial. Hoy conocida bajo el nombre de Neutroderm, desarrollado por Laboratorios *Aquilabs S.A.* La composición de ácido hipocloroso caracterizado contiene la siguiente composición química: ácido hipocloroso

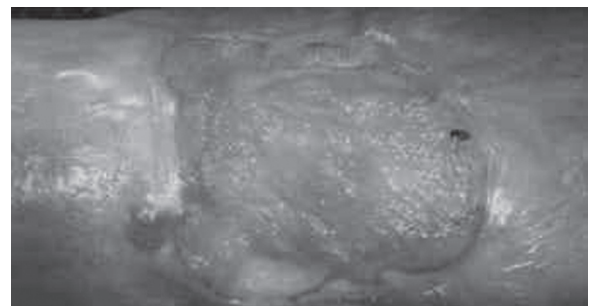


Imagen 3: Vigésimo día de tratamiento

6,5-7,3%, ácido clorhídrico 27,6-28,5%, cloruro de sodio 13,6-14,2%, hipoclorito de sodio 34,8-35,4%, cloruro en disolución 7-6.5%, oxígeno disuelto 10,5-8,1%.

Con respecto a su utilización en úlceras varicosas, isquémicas y en pie diabético, la importancia de la solución de *Dakin* modificada es su rápido control en unos de los factores más importantes en el retardo de la cicatrización de dichas úlceras: la infección. Como bactericida se debe utilizar ante la sospecha clínica de infección local, sin repercusión sistémica.

En dichas úlceras, se evidencia claramente un acortamiento en la duración del tratamiento, con notable disminución de las secreciones purulentas. La fetidez es uno de los primeros signos en desaparecer como así también los signos de inflamación que disminuyen de manera progresiva. (*Anexo: Imágenes 1, 2 y 3*).

En la heridas con compromiso óseo, su respuesta es más lenta pero igualmente eficaz.

La presencia de gangrena localizada superficial y aún con compromiso de planos musculares, requiere de una cuidadosa limpieza quirúrgica y posteriores lavados con la solución de Carrel modificada; siendo preferible en estos casos, la instilación continua de la solución. El fracaso del tratamiento casi siempre obedece a errores técnicos en las curaciones o bien en la preparación de la solución.

El componente activo de la solución de *Dakin-Carrel*, el hipoclorito de sodio, es universalmente utilizado como solución antiséptica en ámbitos industriales y en hospitalarios. El hipoclorito de sodio ocupa un papel importante en otras áreas. Se lo utiliza en el proceso de identificación de especies de los distintos filos de animales que poseen espículas o escleritos, como poríferos o equinodermos (holoturoideos).

Disuelve la materia orgánica dejando al des-

cubierto estas estructuras (únicas en cada especie), que son de carbonato de calcio (calcáreas) o dióxido de silicio (silíceas) y, por tanto, no se disuelven.

Este producto químico se puede también utilizar como blanqueador para las fibras textiles así como también para desinfectar los lavados, gracias a su poder fungicida y bactericida.

En parasitología se lo puede utilizar para la esporulación *in vitro* de ooquistes de protozoos del *phylum apicomplexa* en el método denominado de *Cawthorn*.

En odontología, dentro de las soluciones auxiliares utilizadas actualmente en la biomecánica en el tratamiento endodóntico, las soluciones de hipoclorito de sodio en diferentes concentraciones, son las más utilizadas y mundialmente aceptadas debido a sus propiedades de clarificación, disolución de tejido orgánico, saponificación, transformación de aminoácidos en cloraminas o en sales de aminoácidos, desodorización y acción antimicrobiana.

Se recomienda que el desinfectante sea probado para establecer las concentraciones y tiempos requeridos por los diferentes microorganismos y, de esta manera, determinar su óptima utilización para lograr una desinfección efectiva; sin olvidar que factores como pH, presencia de material orgánico y forma de almacenamiento, pueden influir en su efectividad (5).

El uso del hipoclorito de sodio como única sustancia no se recomienda ni para el tratamiento ni para la prevención de la infección en heridas. Como mencionamos anteriormente, su efecto es altamente irritante y nocivo para los tejidos lesionados. La correcta dilución de esta sustancia como así también su combinación con los demás componentes de la fórmula de Carrel modificada ha demostrado la utilidad, la eficacia, la accesibilidad y el bajo costo.

Fórmula Original de *Dakin-Carrel*

Dakin intentó obtener una solución desprovista de álcali libre y de un título de 0.40 a 0.50 por 100 de cloro. Se disuelven 140 gramos de carbonato de soda seco o 400 gramos de esta sal cristalizada en 10 litros de agua; se agrega 200 gramos de cloruro de cal. Se agita la mezcla, se deja decantar y a los 30 minutos se filtra. Se añade al líquido filtrado 40 gramos de ácido bórico.

Solución de *Dakin* modificada

Esta preparación contiene desde 0.025% a 0.25% de hipoclorito de sodio, mezclada con bicarbonato de sodio al 5% o con ácido bórico. A estas concentraciones se conserva la actividad bactericida del Na/OCl sin tener efecto tóxico. Concentraciones menores al 0.025% no son tóxicas pero pierden su efecto bactericida.

Cuando se considera la utilidad de los anti-sépticos, se debe evaluar el retardo en la cicatrización de las heridas, la posibilidad de alergias o irritación de la piel circundante. En un estudio que compara la eficacia de la solución de *Dakin* frente a la de la iodopovidona, donde se evaluaron 26 pacientes, se evidenció un marcado acortamiento de los días de tratamiento, con buena tolerancia y sin ninguna de estas complicaciones en favor de los pacientes que utilizaron la solución de *Dakin-Carrel* modificada.

Conclusión

Es de trascendental importancia que en cada ámbito hospitalario existan políticas claras sobre el uso de antisépticos. Un antiséptico ideal es aquel que es efectivo no tóxico y de rápida acción.

Para el tratamiento de algunas heridas puede ser necesario el uso de grandes volúmenes de antisépticos asociados con el lavado mecánico. Por ello se debe considerar que la solución elegida sea noble en lo que respecta al cuidado de las heridas que ayude a prevenir las infecciones, que genere esterilización de las ya infectadas, que sirva para erradicar cualquier tipo de microflora bacteriana y que su costo quede al alcance de las instituciones públicas. La solución de *Dakin-Carrel* modificada es un compuesto derivado del cloro, utilizado durante la Primera Guerra Mundial para la curación de heridas infectadas. Si bien su uso en la actualidad no es popular y ha quedado relegada al tratamiento de pocos procesos infecciosos como el empiema pleural o escaras por decúbito, es una solución que logra rápida esterilización y curación de heridas simples, complejas, infectadas, cavitadas o con gangrena localizada.

Varios estudios avalan su efectividad tanto como agente antiséptico y como un verdadero bactericida, disminuyendo el tiempo de trata-

miento en las infecciones de heridas quirúrgicas con excelente tolerancia.

La solución de *Dakin* modificada es un anti-séptico eficaz que se la puede utilizar en forma segura en infecciones de diferentes tipos.

Conflicto de interés: Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de interés comercial, financiero y/o académico con respecto a los equipos, tratamientos o compañías que se encuentren involucradas en este artículo.

Bibliografía

1. Aparico Julio. Tratamiento de las infecciones localizadas por método de Dakin Carrel. Ed. Arboleda. Bogotá 1918
2. Allan D. Dakins Solutions in wound treatment. Arch surg. 1988. 123:1525-6
3. Buzzi, Alfredo. Alexis Carrel; ese desconocido. Revista de la Asociación Médica Argentina, Vol. 123, Número 1 de 2010
4. Cárdenas-Bahena, Angel. y col. Hipoclorito de sodio en irrigación de conductos radiculares: Sondeo de opinión y concentración en productos comerciales. Revista Odontológica Mexicana 2012;16 (4): 252-258
5. Cárdenas Lailson, Luis Eduardo y col. Comparación de la solución de Dakin modificada vs yodopovidona en el tratamiento de las heridas infectadas. Rev Hosp Gral Dr. M Gea González Vol 3, No. 3. Julio-Septiembre 2000. Págs. 97-102
6. Henao Rivero, Sandra; Sierra, Claudia; Gaitan, Juan. Actividad Bactericida del Ácido Hipocloroso Sobre 5 Cepas Causantes de Infección Nosocomial. Universidad Nacional de Colombia. Santa Fe de Bogotá. 2002
7. León, Gustavo; Fernández, Pedro; Hernández, Nilda; Silva, María. Dakin's solution in the Management of Fournier's gangrene. By the way of a clinical case. July, 2012
8. Naranjo, Julio; Acevedo Cesar; Calderon, Justo. Uso del Ácido Hipocloroso en Úlceras de Miembros Inferiores. Informador médico, Vol. 94, págs. 8 . 11. Bogotá. 2006
9. Petrosian EA y col. Sodium hypochlorite in the treatment of suppurative wounds. Vestn Khir Im II Grek 1991; 146: 40-3
10. Ramírez Solís, Eduardo y col. Estudio Comparativo de la Utilidad del Ácido acético vs. Solución de Dakin modificada en Infecciones del Sitio Incisional. Rev Cir Gen 2000; 22:325-328