

Uso del 2 cianoacrilato de N-butilo en la reparación primaria de heridas penetrantes en hígado, bazo e intestino delgado: modelo experimental en perros

Mayor M.C. Filiberto **Dávila-Serapio**,* Cadete Héctor Gerardo **Islas-Muñoz**,** Cadete Juan Manuel **Carbonell-Campos**,** Cadete Luis Miguel **Hernández-García**,** Mayor M.C. Dolores Javier **Sánchez-González**,*** Tte. Cor. M.C. Ret. José María **Rivera-Cruz*****

Laboratorio de Adiestramiento e Investigación Quirúrgica, Escuela Médico Militar. México, D.F.

RESUMEN

Objetivo. Establecer la utilidad del 2 cianoacrilato de N-butilo en la reparación primaria de heridas penetrantes en hígado, vaso e intestino delgado en perros.

Material y métodos. Estudio experimental, aleatorizado, descriptivo, prospectivo y longitudinal realizado en perros (n = 30), a los que se les realizó lesión cortante en hígado, bazo e intestino delgado, que se reparó con 2-cianoacrilato de N-butilo. Luego de 28 días se resecaron los segmentos reparados y se analizaron con microscopio, estudiándose diez variables.

Resultados. Variables macroscópicas: no hubo casos de sangrado; en todos los casos el afrontamiento de los bordes fue satisfactorio; no se encontró el adhesivo luego de los 28 días; se encontraron adherencias no relacionadas con el adhesivo; no hubo casos de infección. Variables microscópicas: se encontraron distintos grados de celularidad, hemorragia, necrosis, número de macrófagos y fibrosis, según el órgano estudiado.

Conclusiones. El 2 cianoacrilato de N-butilo es útil y seguro para afrontar los bordes de traumatismos penetrantes leves en hígado, bazo e intestino en un modelo canino.

Palabras clave: cianoacrilatos, hígado, bazo, intestino delgado, trauma.

Introducción

La cirugía de control de daños se debe realizar mediante una correcta evaluación de cada caso, llevando a cabo técnicas quirúrgicas sencillas y en el menor tiempo posible, con

Using N-butyl 2 cyanoacrylate for wound closure in canine small bowel, spleen and liver model

SUMMARY

Objective. To evaluate N-butyl 2 cyanoacrylate glue for wound closure in the small bowel, spleen and liver.

Material and methods. This was an experimental study. Male and female domestic dogs (n = 30) underwent a small bowel, spleen and liver wounds. All of these had closure with N-butyl 2 cyanoacrylate. Four weeks later the wounds were observed to evaluate the repair.

Results. Wounds do not bleed. Four weeks later all wounds had closed and there was no glue; there were some no glue related peritoneal adhesions. There were no wound infection cases. Some inflammatory reaction, connective tissue matrix and atypical healing were observed.

Conclusions. N-butyl 2 cyanoacrylate glue has the strength to seal small bowel, spleen and liver wounds.

Key words: cyanoacrylates, liver, spleen, jejunum, injuries.

el fin de estabilizar al paciente traumatizado. Para lograrlo, está justificada la investigación de nuevas técnicas por medio de las cuales se pueda lograr ese objetivo.

Creamos un modelo en perros para evaluar la utilidad y la seguridad del adhesivo 2-cianoacrilato de N-butilo en la

* Profesor titular de Cirugía I y II, Escuela Médico Militar. ** Alumno del quinto año de la carrera de Médico Cirujano, Escuela Médico Militar. *** Profesor Titular de Histología, Jefe de la Subsección de Histología Celular, Escuela Médico Militar. **** Profesor adjunto de Cirugía I y II, Escuela Médico Militar.

Correspondencia:

Dr. Filiberto Dávila-Serapio

Blvd. Manuel Ávila Camacho y Cerrada de Palomas, s/n, Col. Lomas de Sotelo, Del. Miguel Hidalgo, 11650, México, D.F. Tel.: 01 (55) 5540-7728, Ext. 173. Correo electrónico: thebossdavila@yahoo.com.mx

Recibido: Marzo 3, 2009.

Aceptado: Junio 24, 2009.

reparación primaria de traumatismo penetrante leve (de acuerdo con la clasificación del *Abdominal Trauma Index*) en hígado, bazo e intestino delgado.

No encontramos trabajos publicados iguales o parecidos a este.

Usamos este adhesivo debido que es un cianoacrilato de cadena larga que ocasiona una respuesta inflamatoria mínima.

Material y métodos

Estudio experimental, aleatorizado, descriptivo, prospectivo y longitudinal. Todos los procedimientos se realizaron de acuerdo con los lineamientos descritos en la NOM-062-ZOO-1999: *Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio*. Se solicitó y se obtuvo autorización del Comité interno para el cuidado y uso de animales de laboratorio, dependiente del Comité de Ética de la Escuela Médico Militar, para realizar este estudio.

El adhesivo utilizado en este trabajo (Tysuacryl®, 2-cianoacrilato de N-butilo, violeta de genciana como colorante y estabilizadores de la polimerización) fue donado a los autores por la Universidad de La Habana, La Habana, República de Cuba. Las suturas, fármacos, material de curación, soluciones y alimentos utilizados en este trabajo fueron adquiridos por los autores con recursos propios, en diversos comercios establecidos.

El estudio se realizó, de acuerdo con un muestro de conveniencia, en 30 perros adultos mestizos, vivos, de cualquier sexo, peso entre 12 y 25 kg, edad de 2 a 5 años, de aspecto saludable y sometidos a desparasitación y vacunación.

El estudio comenzó con un periodo de 21 días de observación en cautiverio, luego del cual a cada sujeto se le realizó laparotomía exploradora bajo anestesia general (ketamina y pentobarbital sódico), intubación orotraqueal y ventilación mecánica.

Se buscó y se expuso en primer lugar el hígado, al que se le realizó con bisturí una incisión de 3 cm de profundidad y 5 cm de longitud en un área correspondiente al segmento VI en el humano; luego se buscó y se expuso el bazo, al que se le realizó con bisturí una incisión de 3 cm de profundidad y 5 cm de longitud en la cara anteroexterna del polo inferior; finalmente se buscó el intestino delgado y a 40 cm del asa fija se le realizó con bisturí una incisión longitudinal en el borde antimesentérico de 5 cm de largo hasta ver expuesta la mucosa intestinal; se “empaquetó” la cavidad abdominal con tres compresas (una en el espacio subhepático, otra en el espacio subdiafragmático izquierdo y otra en el espacio entre la porción costal del diafragma izquierdo y el bazo) y se realizó hemostasia de las lesiones en esos tres órganos mediante presión directa con gasas.

Después de que se controló la hemorragia de las tres lesiones se afrontó digitalmente la incisión hepática y se colocó el adhesivo sobre sus bordes; se esperó durante 10 min para observar posibles fugas de material hemático y repa-

rarlas con una nueva aplicación del adhesivo; se afrontó digitalmente la incisión esplénica y se colocó el adhesivo sobre sus bordes; se esperó durante 10 min para observar posibles fugas de material hemático y repararlas con una nueva aplicación del adhesivo; por último, se afrontaron digitalmente los bordes de la incisión intestinal al tiempo que se invertía la mucosa y se aplicó el adhesivo; se esperó durante 10 min para observar posibles fugas de material hemático o intestinal (o ambas) y repararlas con una nueva aplicación del adhesivo.

Durante el periodo transoperatorio se repuso volumen con cristaloides, de acuerdo con la estimación de las pérdidas sanguíneas y las variaciones de la frecuencia cardíaca.

Cierre por planos

Todos los sujetos fueron sometidos a ayuno durante 8 horas preoperatorias y 12 horas postoperatorias.

Durante los periodos de observación preoperatoria y postoperatoria se les dio dieta consistente en croquetas comerciales con un aporte calórico de 70 a 75 Kcal/kg/día por cada sujeto y se les monitorizó mediante revisión de la herida quirúrgica y medición diaria de temperatura.

Después de 28 días cada sujeto fue sometido a otra laparotomía para exploración y resección de los segmentos de los órganos donde se realizó la incisión y aplicación del adhesivo, con un margen perilesional de 5 cm.

En ese mismo tiempo quirúrgico, luego de la toma de las muestras, se sacrificó a cada sujeto mediante sobredosis de anestesia.

Las piezas quirúrgicas fueron fijadas en formol al 10%, cada una en un frasco separado, rotuladas y enviadas al Laboratorio de Histología de la Escuela Médico Militar para estudio histopatológico mediante tinción de hematoxilina y eosina y tinción de Masson y análisis con un microscopio invertido Axiovert 200M (Carl Zeiss, Jena, Alemania) con sistema confocal LSM 5 Pascal y programa analizador de imágenes KS 300.

Se analizaron diez variables, cinco macroscópicas y cinco microscópicas.

Variables macroscópicas:

- Hemostasia: se evaluó en dos niveles, en la primera laparotomía:
 - a) Satisfactoria: sin salida de sangre por los bordes de la lesión.
 - b) No Satisfactoria: ligera o moderada salida de sangre por los bordes de la lesión.
- Afrontamiento de los bordes: se evaluó en dos niveles, en la segunda laparotomía, luego de 28 días:
 - a) Satisfactorio: 80 a 100% de afrontamiento de los bordes de la lesión.
 - b) No Satisfactorio: 80% o menos de afrontamiento de los bordes de la lesión.
- Biodegradación: presencia o ausencia del adhesivo luego de 28 días.

- Adherencias: según la escala de Evans, luego de 28 días.
- Infección: datos de infección en el sitio de las lesiones reparadas, luego de 28 días.

Las variables hemostasia y afrontamiento se evaluaron dos veces: la primera luego de 10 min de haber colocado el adhesivo, durante la primera laparotomía y la segunda luego de 28 días, durante la segunda laparotomía.

Variables microscópicas:

- Celularidad.
- Fibrosis.
- Hemorragia.
- Macrófagos por campo.
- Necrosis.

Los datos se procesaron estadísticamente con ayuda del programa de computación KS 300 (Carl Zeiss, Jena, Alemania) y se distribuyeron según su frecuencia en porcentajes y células por campo microscópico.

El análisis estadístico se realizó mediante: χ^2 , prueba de Kruskal Wallis, prueba de comparación múltiple de Dunn, prueba de comparación múltiple de Tukey y ANOVA.

Resultados

Se realizó la técnica quirúrgica descrita anteriormente a 30 sujetos. Se hizo un seguimiento postoperatorio de 28 días, revisando todos los días el estado general, comportamiento, evacuaciones, temperatura y patrón de alimentación. No hubo casos de infección ni de dehiscencia de herida.

Todos los sujetos sobrevivieron desde el primer día del periodo de observación hasta el día de su sacrificio. Se obtuvo un total de 90 muestras y se procesó un total de 180 laminillas, con las tinciones de hematoxilina y eosina y tinción de Masson para cada muestra.

Variables macroscópicas

Hemostasia. Tanto en la primera como en la segunda evaluaciones, la totalidad de las calificaciones fue “satisfactoria” (nivel I): no hubo casos de sangrado macroscópico.

Afrontamiento de los bordes. Tanto en la primera como en la segunda evaluaciones, la totalidad de las calificaciones fueron “satisfactorias” (nivel I): no hubo casos de separación del afrontamiento de los bordes de la lesión.

Biodegradación. Se observó la completa biodegradación del adhesivo en los tres órganos durante la segunda laparotomía.

Adherencias. Se observó la presencia de adherencias postoperatorias en menor o mayor grado durante la segunda laparotomía. Debido a que no se encontró un solo caso de adherencias de los sitios de la reparación con el adhesivo hacia otras estructuras, atribuimos esas adherencias a la manipulación y no ahondaremos en su descripción.

Infección. No se observaron datos de infección en los sitios de las lesiones reparadas con el adhesivo durante la segunda laparotomía.

Variables microscópicas

Celularidad. La variable celularidad se observó en los tres órganos intervenidos de los especímenes, siendo hígado y bazo los órganos que mayor porcentaje presentaron con respecto a intestino, por lo que sí existe una diferencia estadísticamente significativa de hígado y bazo con respecto a intestino pero no existe diferencia estadísticamente significativa en hígado con respecto a bazo.

El promedio de celularidad en hígado fue de 53.83% con una desviación estándar de 20.91 y un intervalo de confianza al 95% de 46.02 a 61.64.

El promedio de celularidad en bazo fue de 53.67% con una desviación estándar de 22.05 y un intervalo de confianza al 95% de 45.43 a 61.90.

El promedio de celularidad en intestino fue de 29.33% con una desviación estándar de 16.17 y un intervalo de confianza al 95% de 23.29 a 35.37.

Hemorragia. Se observó hemorragia en los tres órganos, con mayor porcentaje en hígado y bazo con respecto a intestino.

El promedio de hemorragia en hígado fue de 15% con una desviación estándar de 15.7 y un intervalo de confianza al 95% de 9.1 a 20.8

El promedio de hemorragia en bazo fue de 20% con una desviación estándar de 21.1 y un intervalo de confianza al 95% de 12 a 27.9.

El promedio de hemorragia en intestino fue de 2.8% con una desviación estándar de 4.4 y un intervalo de confianza al 95% de 1.1 a 4.5.

Se encontró diferencia estadísticamente significativa en hígado y bazo con respecto a intestino.

No se encontró diferencia estadísticamente significativa en hígado con respecto a bazo.

Necrosis. Se observó necrosis en los tres órganos, con mayor porcentaje en hígado con respecto a bazo e intestino.

El promedio de necrosis en hígado fue de 10.8% con una desviación estándar de 11.6 y un intervalo de confianza al 95% de 6.4 a 15.1.

El promedio de necrosis en bazo fue de 3.1% con una desviación estándar de 4 y un intervalo de confianza al 95% de 1.6 a 4.6.

El promedio de necrosis en intestino fue de 2% con una desviación estándar de 4.8 y un intervalo de confianza al 95% de 0.1 a 3.8.

No se observó diferencia estadísticamente significativa en hígado con respecto a bazo ni en bazo con respecto a intestino.

Se observó diferencia estadísticamente significativa en hígado con respecto a intestino.

Macrófagos. Se observaron macrófagos (por campo) en los tres órganos, con mayor número en hígado y bazo con respecto a intestino.

El promedio de macrófagos por campo en hígado fue de 17.4 con una desviación estándar de 12.3 y un intervalo de confianza al 95% de 12.8 a 22.

El promedio de macrófagos por campo en bazo fue de 12.1 con una desviación estándar de 13.3 y un intervalo de confianza al 95% de 7.1 a 17.

El promedio de macrófagos por campo en intestino fue de 5.5 con una desviación estándar de 4.1 y un intervalo de confianza de 4 a 7.1.

No se observó diferencia estadísticamente significativa en hígado con respecto a bazo ni en bazo con respecto a intestino.

Se observó diferencia estadísticamente significativa en hígado con respecto a intestino.

Fibrosis. Se observó fibrosis en los tres órganos (por medio del análisis con c^2 , debido a que dicha variable se evaluó de una manera dicotómica) con mayor cantidad de fibrosis en hígado, seguido de bazo e intestino. No se observó diferencia estadísticamente significativa.

Discusión

En esencia, el principio de cirugía de control de daños se refiere a abreviar la manipulación y el tiempo quirúrgicos, practicando las maniobras estrictamente necesarias encaminadas a controlar de manera inmediata las lesiones que ponen en peligro la vida y apoyar la restauración de la fisiología del paciente traumatizado.¹

El término control de daños describe un enfoque sistemático de tres etapas, cuya finalidad es impedir la cascada mortal de acontecimientos que culminará con el fallecimiento del paciente por sangrado.²

Las normas y las guías son prácticas útiles en la formación de la escuela: el cirujano las debe conocer y seguir correctamente, pero cuando se ve abocado a un problema grave para el cual no hay guías, debe tener la capacidad de innovar, desarrollar e inventar, como lo hicieron algunos cirujanos al dejar compresas alrededor de un hígado estallado, porque en ese momento no había algo más que hacer; o suturar una bolsa intravenosa estéril de plástico vacía para cubrir las asas intestinales edematizadas, como en el Hospital de San Juan de Dios de Bogotá, Colombia, porque no se contaba con material protésico y no se podía cerrar la herida de la pared abdominal.³⁻⁷

La decisión de instaurar esta cirugía debe tomarse en el momento en que la implementación de las maniobras quirúrgicas ayude a que el paciente recupere sus parámetros fisiológicos normales y no en el momento en el que se encuentre grave.⁸

De manera característica, los volúmenes de líquidos para la reanimación son muy altos durante la etapa I del control de daños. No es raro que se tengan que administrar más de 10 a 12 L de soluciones cristaloides, de 8 a 12 unidades de glóbulos rojos, de 8 a 10 unidades de plaquetas y de 5 a 7 unidades de plasma fresco congelado y de crioprecipitados.⁹

Los tiempos operatorios deben ser de entre 60 y 180 minutos; lo ideal es realizar la laparotomía inicial en el menor tiempo posible.¹⁻³

La triada de hipotermia, coagulopatía y acidosis se considera como la antesala de la muerte del paciente. Si a esto se le agrega la presencia de disritmias (complejo conocido como “tétrada de Asensio”), el pronóstico empeora drásticamente.¹⁰

Elegir al paciente que amerita la cirugía abdominal de control de daños (o cirugía abdominal abreviada) es un reto. Debe considerarse esta técnica tomando ante las siguientes circunstancias preoperatorias:

- Trauma abdominal penetrante con presión arterial sistólica menor de 90 mm Hg.
- Lesiones por proyectil de arma de fuego de alta velocidad o trauma por aplastamiento.
- Politraumatizado con trauma abdominal grave.
- Fractura pélvica compleja con lesión intra-abdominal asociada.
- Muchos traumatizados que requieren tratamiento quirúrgico aunado a limitación de recursos.
- Trauma militar grave.²

El empaquetamiento abdominal es una herramienta importante en la cirugía del control de daños. Fue reportado inicialmente por Pringle en 1908, modificada posteriormente por Halsted, y después reportada también por Lucas y Ledgerwood. Sus resultados fueron comprobados en un estudio de Feliciano en 1981.¹¹

El método ideal para el cierre de heridas, además de brindar buenos resultados estéticos con la mínima incidencia de dehiscencias e infecciones, debe ser rápido y fácil de realizar, barato y poco doloroso. Teniendo en cuenta todos estos factores, puede decirse que la sutura no constituye un método ideal para el cierre de las heridas, sobre todo aquellas producidas por trauma.¹²⁻¹⁴

Por otra parte, en ocasiones se dificulta el proceso de sutura convencional por el estado y la consistencia de los tejidos a unir, o por tratarse de zonas donde la sutura se hace extremadamente laboriosa.¹²⁻¹⁴

Otro inconveniente de la sutura es que se requiere de una visita posterior al médico para retirarla y las suturas biodegradables producen reacciones adversas (inflamación e irritación) en la piel y en las mucosas.¹⁵

Una alternativa de la sutura convencional es el uso de adhesivos tisulares, los cuales pueden sustituirla en el cierre de ciertas heridas de características específicas o servir como material complementario.¹⁴

Desde 1960 se han publicado muchos trabajos concernientes al uso de los cianoacrilatos como adhesivos quirúrgicos sobre tejidos vivos. A pesar de que la principal indicación de estos productos es el cierre de heridas cutáneas, se han empleado también para la realización de anastomosis vasculares, nerviosas e intestinales, así como en circunstancias especiales de urgencia para controlar hemorragia leve en cirugía general y vascular.^{16,17}

Varios estudios han demostrado el poder hemostático de los cianoacrilatos.^{12,18}

Estos adhesivos muestran una alta efectividad en el cierre de heridas cutáneas en zonas de baja tensión de los tejidos. Son un método más rápido y menos doloroso para el cierre de las heridas que la sutura y no se requiere de visitas posteriores para retirarlo. Las aplicaciones de los adhesivos cianoacrilícos más reportadas en los últimos tres años son: embolizaciones arteriovenosas, tratamientos endoscópicos de fístulas, várices y hemorragia gastrointestinal, tratamiento de incisiones, laceraciones, abrasiones y quemaduras cutáneas, tratamiento de heridas en oftalmología, de heridas y ulceraciones de la mucosa oral y cirugía estética. En cuanto a la cantidad de pacientes reportados, son las aplicaciones cutáneas y, fundamentalmente las urgencias pediátricas, las de mayor incidencia. Los estudios clínicos controlados realizados en laceraciones limpias menores de 4 cm, demuestran que tanto la eficiencia, como los resultados estéticos de los adhesivos tisulares y la sutura 5-0 son similares. Según la literatura no se han encontrado diferencias significativas en la infección o la dehiscencia entre los dos tratamientos, si bien algunos autores plantean que al servir como cubierta impermeable protectora de las heridas, los adhesivos tienden a disminuir la incidencia de las infecciones.¹⁹

Los adhesivos de cianoacrilato son, por lo general, monómeros prácticamente puros, monofuncionales, basados en los ésteres del ácido cianoacrilíco.²⁰ Estos adhesivos no contienen co-reactivos para su polimerización, ya que homopolimerizan a temperatura ambiente. El monómero se obtiene haciendo reaccionar un éster cianoacético con el formaldehído. El policianoacrilato, producto de esa síntesis, es despolimerizado en presencia de inhibidores aniónicos y radicalícos para obtener el monómero reactivo. Modificando el grupo alcóxicarbonílico de la molécula se pueden obtener monómeros de diferente largo de cadena. Durante su aplicación, bajo la acción de bases o del agua, el monómero entra en una reacción exotérmica de polimerización, formando un enlace covalente con los tejidos vivos. En los estudios de implantación subcutánea se ha observado que los derivados de cadenas cortas (cianoacrilato de metilo y de etilo) son más tóxicos que los de cadenas largas (cianoacrilato de N-butilo y de N-octilo).²¹ Esta toxicidad es debida a los productos de degradación (cianoacetato y formaldehído), cuya concentración local está directamente relacionada con la velocidad de degradación del compuesto de partida. Una degradación rápida provoca una mayor acumulación de los productos de degradación en el sitio de implantación, resultando en efectos inflamatorios agudos severos. La degradación más lenta, que ocurre en los compuestos de cadenas más largas, permite la eliminación gradual de los subproductos, apareciendo sólo una reacción inflamatoria aguda leve.

Los primeros derivados cianoacrilícos utilizados como adhesivos fueron los de etilo y metilo, pero en la práctica médica se observó una elevada reacción histotóxica e inflamatoria a causa de la acumulación de los productos de de-

gradación, ya que estos pegamentos presentan cadenas laterales cortas en su configuración química, que hace más rápida su biodegradación antes de completarse el proceso de cicatrización.²²

Entonces se comenzó a obtener cianoacrilatos de cadenas largas con tasas reducidas de productos de degradación y biodegradación más lenta, como el monómero de N-butilo, que es menos tóxico y cuyo uso se ha extendido en cirugía general, cirugía plástica y reconstructiva, estomatología y angiología.²³

Por lo menos un estudio ha demostrado que la resistencia de los adhesivos tisulares a la separación de los bordes de las heridas a los 5-7 días es igual a la de la sutura, no así en los primeros momentos de afrontada la herida, durante los cuales la resistencia es sólo de 10 a 15% en comparación con las heridas suturadas con monofilamento 5-0.¹⁹ Esto limita el uso de los adhesivos a zonas de baja tensión de la piel y las mucosas.

El Centro de Biomateriales de la Universidad de la Habana desarrolló un adhesivo tisular basado en el 2-cianoacrilato de N-butilo, el Tisuacryl. El producto ha pasado por todas las etapas de evaluación preclínica y clínica establecidas por las regulaciones del Centro de Control Estatal de Equipos Médicos para la obtención del registro médico en dos aplicaciones: cirugía (para el selle de heridas cutáneas) y estomatología, mediante estudios realizados en el Departamento de Toxicología del Hospital Docente "Calixto García", en el Instituto Nacional de Oncología y Radiología, en la Facultad de Biología y el Instituto de Farmacia y Alimentos de la Universidad de la Habana.¹³

Las experiencias del uso del 2-cianoacrilato de N-butilo demuestran su utilidad en aplicaciones cutáneas y estomatológicas, cirugía de cabeza y cuello, ginecología, urología, otorrinolaringología, endoscopia, anastomosis del tracto gastrointestinal, cirugía general y neurocirugía.^{12-14,19,24-27}

Este estudio se centró en la etapa I de la cirugía de control de daños, que comprende una laparotomía exploradora, el control de la hemorragia, el control de la contaminación y cierre de la pared abdominal.²⁸⁻³⁰ el resultado fue la supervivencia de todos los modelos experimentales sin recurrir a las etapas II y III.

Aunque las siguientes no fueron variables previstas en este estudio, notamos que:

- Los volúmenes de soluciones cristaloides utilizados no fueron tan altos, en proporción, como lo reporta la literatura médica mundial de la cirugía de control de daños: sólo utilizamos de uno a dos litros de soluciones cristaloides por sujeto. Ésta fue sólo una apreciación subjetiva.
- El tiempo operatorio en este estudio fue menor a lo deseable, un promedio de 35-45 minutos, en contraste con los 60-180 minutos referidos en la literatura. Ésta fue sólo una apreciación subjetiva.
- La técnica de empaquetamiento dio buenos resultados, lo que concuerda con un estudio de Feliciano.¹¹ Ésta fue sólo una apreciación subjetiva.

En este trabajo se incluyó una lesión esplénica a pesar de que el bazo no es un órgano que sea lesionado con frecuencia en el trauma penetrante de abdomen en el humano. El objetivo fue averiguar la utilidad del pegamento en dos órganos sólidos y en uno hueco.

El sitio del órgano en donde se provocaría la lesión fue escogido por sorteo debido a que, a pesar de que hay sitios en cada órgano que son lesionados con más frecuencia, en la práctica clínica en el humano es posible encontrar lesiones en cualquier lugar. Además, las lesiones se realizaron siempre en el mismo sitio de cada órgano para tener control sobre las variables en el estudio.

Se demostró que el 2-CAN-B funciona al aplicarlo en órganos huecos y sólidos con lesiones de hasta 5 cm de longitud.

En la primera laparotomía se comprobó que el adhesivo contribuye a la hemostasia de los tejidos que afronta.

En la segunda laparotomía se observó la resistencia del adhesivo tisular a la separación de las lesiones: se comprobó una de las características de los cianoacrilatos, que es la de adherirse fuertemente a los tejidos.

Se comprobó también que el adhesivo se degrada, cuando mucho, luego de 28 días de ser aplicado: la completa biodegradación del 2-CAN-B en 100% del modelo experimental se observó a los 28 días del postoperatorio, durante la segunda laparotomía; posiblemente ocurra antes.

También se evaluó la presencia de infección: los resultados coinciden con lo publicado en la literatura internacional, ya que no se presentó algún caso en los modelos experimentales.

La ausencia de infección se puede explicar por las propiedades bactericidas y bacteriostáticas que poseen los cianoacrilatos, así como su sellado hermético, que impide la comunicación de la lesión con el medio externo. Estas propiedades han sido corroboradas por Blanco LP y cols. en sus estudios.¹⁸

Con respecto al grado de lesión que se reprodujo en este modelo experimental, el *Penetrating Abdominal Trauma Index* asigna un factor de riesgo de 1 a 5 para cada órgano intra-abdominal. Este número se multiplica por un segundo factor, basado en la gravedad de la lesión. La suma de todas las calificaciones será el *Abdominal Trauma Index* (ATI), que se correlaciona con la aparición de complicaciones como sepsis abdominal, abscesos, fístulas, infección de heridas, etc. El ATI es muy útil para prever complicaciones en pacientes traumatizados y sometidos a laparotomía, pero no incluye otros factores, como edad y lesiones asociadas. Los pacientes con una calificación del ATI mayor de 25 tienen mayor posibilidad (mayor de 50%), de desarrollar complicaciones sépticas.

La evaluación de nuestros modelos experimentales por medio de esta calificación arrojó un resultado de 16 (obtenido al anotar los datos del modelo experimental en la página electrónica http://www.medalreg.com/qhc/medal/ch29/29_11/29-11-ver9.php3#result), con lo que resultó que este modelo reprodujo un trauma abdominal penetrante leve, cuya

probabilidad de desarrollar complicaciones sépticas está por debajo de 50%.

En este estudio el 2-CAN-B no ocasionó reacciones de citotoxicidad, toxicidad sistémica ni histotoxicidad, pero en grado variable ocasionó inmunotoxicidad (sensibilización), demostrable por aumento del número de macrófagos por campo, celularidad, necrosis y áreas de fibrosis: el adhesivo tisular no es totalmente inocuo, lo que no coincide con otras investigaciones^{31,32} realizadas al respecto.

Es importante mencionar que aunque en el presente estudio se evidenció una lesión mediada por químicos, ésta no fue de la magnitud suficiente como para provocar en el tejido del espécimen un daño irreversible y mucho menos un cese de la función de los órganos intervenidos.

Los datos de necrosis, fibrosis, hemorragia y macrófagos son compatibles con una lesión mediada por químicos y reflejan la respuesta del modelo al 2 CAN-B: la relación entre el riesgo y el beneficio al aplicar este material adhesivo es aceptable.

Este estudio no fue comparativo. Su finalidad consistió en averiguar si el adhesivo 2 cianoacrilato de N-butilo es útil y seguro para reparar lesiones penetrantes leves en hígado, bazo e intestino delgado. Un inconveniente del uso de este adhesivo es el costo: en el momento del estudio, un ampolla de Tysuacryl® costaba \$5,000.00 pesos mexicanos. Este trabajo puede servir de base para realizar más investigaciones sobre el uso del adhesivo en la cirugía de control de daños, para compararlo con otros cianoacrilatos y con suturas, para medir el tiempo y los costos y para averiguar si los beneficios superan el costo.

Conclusiones

El uso del adhesivo 2 cianoacrilato de N-butilo para afrontar los bordes de traumatismos penetrantes leves en hígado, bazo e intestino en un modelo canino es un método útil y seguro y no ocasiona daño tisular. Puede ser una herramienta más de la cirugía de control de daños.

Referencias

1. Eiseman B, Moore EE, Meldrum DR, Raeburn C. Feasibility of damage control surgery in the management of military combat casualties. *Arch Surg* 2000; 135(11): 1323-7.
2. Ghosh S, Banerjee G, Banerjee S, Chakrabarti DK. A logical approach to trauma – Damage control surgery. *Indian J Surg* 2004; 66(6): 336-40.
3. Fernandez L, Norwood S, Roettger R, Wilkins HE 3rd. Temporary intravenous bag silo closure in severe abdominal trauma. *J Trauma* 1996; 40(2): 258-60.
4. Fox VJ, Miller J, Nix AM. Temporary abdominal closure using an i.v. bag silo for severe trauma. *AORN J* 1999; 69(3): 530-5, 537, 539-41.
5. Cue JI, Cryer HG, Miller FB, Richardson JD, Polk HC Jr. Packing and planned reexploration for hepatic and retroperitoneal hemorrhage: critical refinements of a useful technique. *J Trauma* 1990; 30(8):1007-11; discussion 1011-3.
6. Hirshberg A, Mattox KL. Planned reoperation for severe trauma. *Ann Surg* 1995; 222(1): 3-8.
7. Carrillo C, Fogler RJ, Shaftan GW. Delayed gastrointestinal reconstruction following massive abdominal trauma. *J Trauma* 1993; 34(2): 233-5.

8. Espinoza GR. Cirugía de control de daño por trauma abdominal. Sus fundamentos, ¿cuándo y cómo? *Rev Chilena de Cirugía* 2004; 56(3): 204-9.
9. Holcomb JB, Jenkins D, Rhee P, Johannigman J, Mahoney P, Mehta S, et al. Damage control resuscitation: directly addressing the early coagulopathy of trauma. *J Trauma* 2007; 62(2): 307-10.
10. Petrone P, Kuncir EJ, Asensio JA. Surgical management and strategies in the treatment of hypothermia and cold injury. *Emerg Med Clin North Am* 2003; 21(4): 1165-78.
11. Feliciano DV, Mattox KL, Jordan GL Jr. Intra-abdominal packing for control of hepatic hemorrhage: a reappraisal. *J Trauma* 1981; 21(4): 285-90.
12. Yoo J, Chandarana S, Cosby R. Clinical application of tissue adhesives in soft-tissue surgery of the head and neck. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2008; 16(4): 312-7.
13. Cañizares ME, Carral JM, De la Torre JE. Recomendaciones para el uso del adhesivo místico Tisuacryl. *Rev Cubana Med Mil* 2000; 29(1): 57-60.
14. Strauss EJ, Weil WM, Jordan C, Paksima N. A prospective, randomized, controlled trial of 2-octylcyanoacrylate versus suture repair for nail bed injuries. *J Hand Surg [Am]* 2008; 33(2): 250-3.
15. Basaran M, Kafali E, Ugurlucan M, Kalko Y, Selimoglu O, Us MH, et al. Cyanoacrylate gluing increases the effectiveness of systemic antimicrobial treatment in sternal infection: experimental study in a rodent model. *Thorac Cardiovasc Surg* 2008; 56(1): 28-31.
16. Al-Belasy FA, Amer MZ. Hemostatic effect of n-butyl-2-cyanoacrylate (histoacryl) glue in warfarin-treated patients undergoing oral surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2003; 61(12): 1405-9.
17. Quinn J, Wells G, Sutcliffe T, Jarmuske M, Maw J, Stiell I, et al. A randomized trial comparing octylcyanoacrylate tissue adhesive and sutures in the management of lacerations. *JAMA* 1997; 277(19): 1527-30.
18. Blanco LP. Sutura del labio con isobutil cianocrilato. *Revista Argentina de Medicina y Cirugía del Trauma* 2002; 3(2): 72-8.
19. Pérez M, Fernández I, Márquez D, Bretaña RM. Use of N-butyl-2-cyanoacrylate in oral surgery: biological and clinical evaluation. *Artif Organs* 2000; 24(3): 241-3.
20. Papatheofanis FJ, Barmada R. The principles and applications of surgical adhesives. *Surg Annu* 1993; 25 Pt 1: 49-81.
21. Toriumi DM, Raslan WF, Friedman M, Tardy ME. Histotoxicity of cyanoacrylate tissue adhesives. A comparative study. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1990; 116(5): 546-50.
22. Osmond MH. Pediatric wound management: the role of tissue adhesives. *Pediatr Emerg Care* 1999; 15(2): 137-40.
23. Knight J. Proper use of skin adhesives for wound repair. *J Am Acad Nurse Pract* 2001; 13(1): 13-4.
24. Feretis C, Dimopoulos C, Benakis P, Kalliakmanis B, Apostolidis N. N-butyl-2-cyanoacrylate (Histoacryl) plus sclerotherapy versus sclerotherapy alone in the treatment of bleeding esophageal varices: a randomized prospective study. *Endoscopy* 1995; 27(5): 355-7.
25. Qureshi A, Drew P, Duthie G. N-butyl cyanoacrilate adhesive for skin closure of abdominal wounds: preliminary results. *Ann R Coll Surg Engl* 1997; 79(6): 414-5.
26. Giray CB, Atasaver A, Durgun B, Araz Z. Clinical and electron microscope comparison of sutures and n-butyl-cyanoacrilate in human mucosa. *Aust Dent J* 1997; 42(4): 255-8.
27. Singer AJ, Hollander JE, Valentine SM, Turque TW, McCuskey CF. Prospective, randomized, controlled trial of tissue adhesive (2-cyanoacrilate) vs. standard wound techniques for laceration repair. *Acad Emerg Med* 1998; 5(2): 94-9.
28. Sauaia A, Moore FA, Moore EE, Moser KS, Brennan R, Read RA, et al. Epidemiology of trauma deaths: a reassessment. *J Trauma* 1995; 38(2): 185-93.
29. Mattox KL. Introduction, background, and future projections of damage control surgery. *Surg Clin North Am* 1997; 77(4): 753-9.
30. De Waele JJ, Vermassen FE. Coagulopathy, hypothermia and acidosis in trauma patients: the rationale for damage control surgery. *Acta Chir Belg* 2002; 102(5): 313-6.
31. Pursifull NF, Morey AF. Tissue glues and nonsuturing techniques. *Curr Opin Urol* 2007; 17(6): 396-401.
32. Cañizares ME, Carral JM, De la Torre JE. Recomendaciones para el uso del adhesivo místico Tisuacryl. *Rev Cubana Med Mil* 2000; 29(1): 57-60.

