

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS VETERINARIAS**



**COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA ANTISÉPTICA DE CUATRO
PROTOCOLOS EN EXTREMIDADES DE EQUINOS**

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS VETERINARIAS

PRESENTA

DANIEL RICO ROMO

DIRECTOR DE TESIS

DR. MARTÍN FRANCISCO MONTAÑO GÓMEZ

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.

ENERO DE 2018.

Comparación de la eficiencia antiséptica de cuatro protocolos en extremidades de equinos. Tesis presentada por Daniel Rico Romo como requisito parcial para obtener el grado de maestro en ciencias veterinarias, que ha sido aprobado por el comité particular indicado:

Dr. Martin Francisco Montaña Gómez

Director

Dr. Tomas Benjamín Rentería Evangelista

Co-Director

M.C. Lourdes Carolina Pujol Manríquez

Asesora

MC. Luis Mario Muñoz del Real

Asesor

MC. Carlos Acuña Uscanga

Asesor

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA. MEXICO

ENERO DE 2018.

CONTENIDO

	pág
AGRADECIMIENTOS.....	5
DEDICATORIA.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	9
HIPÓTESIS.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
REVISIÓN DE LITERATURA.....	12
Alcohol.....	12
Cloruro de benzalconio.....	13
Clorhexidina.....	13
Yodo povidona.....	14
MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
Diseño del estudio.....	17
Unidades experimentales.....	17
Tratamientos.....	17
Obtención de muestras.....	18
Preparación de muestras.....	19

Conteo de unidades formadoras de colonias (UFC's).....	19
Análisis de resultados.....	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
CONCLUSIONES.....	23
LITERATURA CITADA.....	24

AGRADECIMIENTOS

A mi Director de Tesis Dr. Martín Francisco Montaña Gómez, por su apoyo, conducción y ejemplo como persona, Profesor e Investigador, entregado a la Ciencia y Educación Veterinaria en nuestra Universidad.

A mi Codirector de Tesis, Dr. Tomas B. Rentería Evangelista, por su gran e invaluable ayuda desinteresada y por su ejemplo de lo que es ser un verdadero Investigador, contribuyendo siempre al desarrollo de la profesión y del posgrado en el IICV.

A los M.C. Lourdes Carolina Pujo Manríquez, Luis Mario Muñoz del Real y Carlos Acuña Uscanga, integrantes de mi Comité Particular y de quienes me siento profundamente agradecido.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo recibido.

Y al Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma de Baja California, al que le rindo tributo de agradecimiento por haberme forjado como profesionista y darme la oportunidad de trabajar en favor de la Medicina Veterinaria y Zootecnia.

RESUMEN

Se elaboró un estudio prospectivo, aleatorizado y controlado con la finalidad de evaluar el efecto de cuatro protocolos de desinfección (P1: Alcohol etílico; P2: Yodo-povidona, solución al 10%; P3: Cloruro de benzalconio al 1%; P4: Clorhexidina solución al 2%), sobre el número de unidades formadoras de colonias (UFC's) que representa a la microbiota cutánea. Se utilizaron 8 caballos adultos de edad indefinida, libres de ulceraciones dérmicas, dermatitis o edema, localizados en caballerizas independientes, pertenecientes al Lienzo Charro Estado 29, en Mexicali, Baja California. A cada menudillo se le asignó 1 de 4 tratamientos, los cuales fueron aplicados sobre la cara lateral de cada menudillo. Las unidades experimentales fueron sedadas con xilacina al 10% con una dosis de 1.1 mg/kg. La recolección se llevó a cabo palmar/plantar al gran metacarpiano y 2 cm distal al 4to metacarpiano. La toma de la muestra se estandarizó posicionando lateralmente el hisopo y haciéndolo tener contacto con el pelo, se giró suavemente para quedar en contacto con la piel, y de ahí se rotó hasta dar una revolución completa. Para determinar el número de unidades formadoras de colonias (UFC's), el sobrenadante se diluyó en serie en 1:10, 1:100 y 1:1000, y subsecuentemente se aplicó 1ml en placas de agar sangre e incubó por 24 hrs. Las UFC's se contaron manualmente después de incubarse por 24 hrs. El porcentaje de reducción bacteriana se determinó con la siguiente fórmula $(UFC's \text{ antes de protocolo} - UFC's \text{ después de protocolo}) / (UFC's \text{ antes de protocolo}) \times 100$. Los datos fueron evaluados para significancia estadística utilizando ANOVA. Se observó diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) al comparar el grupo control vs el resto de los tratamientos. Al mismo tiempo, no se observó diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$) entre los tratamientos CB, YP y CL. En base a los resultados observados podemos concluir que en respuesta a la utilización de Cloruro de benzalconio, Yodo povidona o Clorhexidina como antiséptico bajo condiciones similares a las del presente estudio, se pueden esperar resultados similares, pudiéndose entonces utilizar cualquiera de ellos para tal fin.

ABSTRACT

A prospective, randomized and controlled trial was made in order to assess the effect of four disinfection protocols (P1: Ethyl Alcohol;) P2: Povidone-iodine, 10% solution; P3: Benzalkonium chloride 1%; P4: Chlorhexidine 2% solution), over the number of colony forming units (CFU) that represents the cutaneous microbiota. Eight adults horses of indefinite age were used. They were free of dermal ulcers, dermatitis, or oedema, and localized in independent stalls, belonging to the Lienzo Charro State 29, in Mexicali, Baja California. It were assigned to each fetlock 1 of 4 treatments, which were applied over the respective lateral face. The experimental units were sedated with xylazine 10% with a dose of 1.1 mg/kg. The sampling took place palmar / plantar to the large metacarpian and 2 cm distal to the 4th metacarpian. The sampling were standardized positioning the swab laterally and making it come into contact with the hair, twisting it gently until achievement contact with the skin, then it was rotated until achieving complete revolution. To determine the number of CFU's, the supernatant was diluted serially in 1:10 and 1:100 and 1:1000, and subsequently applied 1 ml on agar blood plates and incubated for 24 hrs. The CFU's were counted directly after incubated for 24 hrs. The bacterial reduction percentage was determined with the following formula $(100) [(CFU's \text{ before the protocol} - CFU's \text{ after the protocol}) / CFU \text{ before the protocol}]$. Data were evaluated for statistical significance using ANOVA. Statistically significant differences were observed ($P < 0.05$) to compare group control vs the rest of the treatments at the same time, there was not statistically significant difference ($P > 0.05$) among treatments CB, YP and CL. Based on the observed results we can conclude that in response to the use of benzalkonium chloride, iodine povidone or chlorhexidine under similar conditions to ones of the present study, similar results can be expected, therefore being able to use any of them to do so.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este estudio fue comparar la eficiencia antiséptica de cuatro protocolos en menudillos de caballos.

OBJETIVO ESPECÍFICO

Comparar el efecto de los protocolos (P1: Solución salina al .9%-Alcohol etílico al 70%; P2: Yodo-povidona al 10%- Alcohol etílico al 70%; P3: Cloruro de benzalconio al 1%- Alcohol etílico al 70%; P4: Clorhexidina solución al 2%- Alcohol etílico al 70%), sobre el número de unidades formadoras de colonias (UFC's) que representan a la microbiota cutánea de los menudillos de los caballos.

HIPÓTESIS

Los diferentes protocolos de desinfección a.)- P1: Solución salina- Alcohol etílico al 70%; b.)- P2: Yodo-povidona al 10%- Alcohol etílico al 70%; c.)- P3: Cloruro de benzalconio al 1%- Alcohol etílico al 70%; d.)- P4: Clorhexidina solución al 2%- Alcohol etílico al 70%, afectan de manera diferenciada el número de unidades formadoras de colonias (UFC's) en la piel de los menudillos de los caballos.

INTRODUCCIÓN

Las artrocentesis son procedimientos invasivos que conectan directamente al medio externo con un medio rico en nutrientes, lo que representa una situación perfecta para la entrada de patógenos y el subsecuente desarrollo de una sepsis articular.

El propósito de llevar a cabo un procedimiento de asepsia antes de cualquier tratamiento invasivo, es el de lograr la máxima reducción de microbiota cutánea alcanzable al tiempo que se evita la irritación de la epidermis. Lo anterior con el fin de tener acceso al tejido subyacente minimizando la probabilidad de inducir una sepsis.

Los antisépticos son biocidas o productos que destruyen o inhiben el crecimiento de microorganismos en o sobre el tejido vivo (McDonnell y Russell, 1999), su espectro y tiempo de acción son variables, así como su efectividad bajo las diversas condiciones en las que se empleen.

En la actualidad existe una gran variedad de antisépticos con los cuales se puede trabajar en la medicina equina, pero el yodo povidona y la clorhexidina, ambos trabajando en conjunto con alcohol, permanecen como los más utilizados. Diversos estudios han enfocado su atención en definir cuál de estos dos es más eficiente (Mimoz et al., 2015; Vestby y Nesse, 2015; Springel et al., 2017), dejando al alcohol en un plano secundario a pesar de que este forma parte fundamental en los protocolos de asepsia más aceptados que emplean al yodo o a la clorhexidina (Maiwald y Chan, 2012).

Un antiséptico que puede encontrarse en prácticamente cualquier centro de insumos médicos y que se posiciona muy por debajo de los precios de la clorhexidina y el yodo povidona, es el cloruro de benzalconio, eso y el espectro de actividad antimicrobiana que posee, lo convierten en una opción más para trabajar en conjunto con el alcohol y emplearse para llevar a cabo la asepsia previa a una artrocentesis.

REVISIÓN DE LITERATURA

En un estudio retrospectivo se determinó que el 22% de las artritis sépticas se desarrollaban debido a una artrocentesis. También se determinó que *Staphylococcus aureus* es el principal agente infeccioso presente en artritis sépticas por iatrogenia. En este mismo estudio, del total de caballos infectados después de una artrocentesis o cirugía, 69% de los cultivos en los cuales se pudo identificar un organismo resultaron ser *Staphylococcus* (Shneider et al, 1992).

En otro estudio, de 15 caballos con articulaciones infectadas post artrocentesis, el 100% de los aislamientos pertenecía al grupo de gram positivo, de los cuales el 86% resultaron ser *Staphylococcus* y de estos, 66% resultó en *Staphylococcus aureus* (Lapointe, 1992).

Se ha comprobado que 33 UFC de *Staphylococcus aureus* bastan para inducir una sepsis articular en un caballo (Gustafson et al, 1989).

En un estudio en Australia, se determinó que gracias a la implementación de protocolos de asepsia previos a una artrocentesis, la probabilidad de infectar una articulación oscila en el 0.00078% (Steel et al, 2013).

Alcohol

Los alcoholes demuestran actividad antimicrobiana rápida y de amplio espectro contra bacterias en estado vegetativo, virus y hongos pero no son considerados esporicidas (Ali Yosef et al, 2000).

Los principales tipos de alcohol utilizados como antiséptico son el etanol (alcohol etílico) y el propanol (alcohol isopropílico) (Morton, 1983), de los cuales el segundo tiene ligeramente mayor actividad bactericida (Coulthard y Skyes, 1936).

El mecanismo de acción de los alcoholes consiste en desnaturalizar las proteínas estructurales de la membrana bacteriana, lo cual, se ha demostrado, mejora al combinarse con agua (Morton, 1983; Ali et al, 2001).

En estudios sobre la relación entre la concentración y eficiencia germicida del alcohol etílico, se determinó que la concentración ideal para llevar a cabo su acción bactericida es de 60-90% (Morton, 1950; Ali et al, 2001).

Estudios sobre el tiempo de acción de los diversos tipos de alcoholes y sus concentraciones han demostrado que el alcohol etílico presenta acción bactericida a partir de los 10 segundos (Morton, 1950).

Cloruro de Benzalconio

Este es un agente catiónico del grupo de los compuestos de amonio cuaternario. Este antiséptico actúa pasando a través de la membrana bacteriana y ocasionando una desorganización de la misma (McDonnell, 2009).

Su almacenamiento con gases o combinación con agua dura, le restan efectividad antimicrobiana (McDonnell, 2009).

De los antisépticos derivados de este grupo, los surfactantes catiónicos (ej. Cloruro de benzalconio) poseen la mayor actividad antimicrobiana (McDonnell, 2009).

Clorhexidina

Pertenece al grupo de las biguanidas, las cuales son sales poco solubles en agua. De ellas, digluconato es la más utilizada y altamente soluble en agua (Jacobsen, 2017).

Su efecto se ve afectado por el pH y por presencia de materia orgánica (Russell y Day, 1993).

Presenta baja toxicidad hacia la piel, al emplearse como antiséptico tópico (Desrochers et al, 1996).

Yodo povidona

Este agente consta de la combinación de polivinilpirrolidona con yodo, lo cual mantiene la acción germicida al tiempo que reduce la toxicidad e irritabilidad del yodo (Gottardi, 1991; 2001).

Se cree que su mecanismo de acción consiste en la penetración del yodo a través de la membrana bacteriana y subsecuente desorganización en la síntesis protéica (Rutala, 2008). Para que lo anterior se lleve a cabo, se requiere de la liberación del yodo de la solución en la que viene, por lo que diluciones de los iodóforos tienen una acción bactericida más rápida que una solución en su máxima concentración (Berkelman, 1981).

En un estudio donde se buscaba evaluar el efecto del cloruro de benzalconio y la clorhexidina, independientemente, sobre la formación de biofilmes bacterianos (ecosistema organizado, conformado por microorganismos asociados a una superficie viva o inerte, con características funcionales y estructuras complejas), se encontró que ambos lograban inhibir la formación de los biofilmes al aplicarse en dosis de concentración mínima inhibitoria (MIC). En este mismo estudio se observó que utilizando estos productos en dosis inferiores al MIC, se inducía el desarrollo de los biofilmes de algunas bacterias resistentes (Houari A. y Di Martino P., 2007).

Un estudio sobre la resistencia bacteriana hacia el digluconato de clorhexidina, reveló que esta está incrementando y que dosis inferiores al MIC (concentración inhibitoria mínima) estimulan el desarrollo de biofilmes (Ebrahimi et al, 2014).

Un estudio similar al anterior, pero sobre la resistencia bacteriana hacia el cloruro de benzalconio, reveló que esta está incrementando y que dosis

inferiores al MIC (concentración inhibitoria mínima) estimulan el desarrollo de biofilmes (Ebrahimi et al, 2015).

En una revisión sistemática y meta análisis sobre la eficacia y rol de la clorhexidina en la asepsia de la piel, se encontró que la clorhexidina trabajando en conjunto con alcohol resultaba más eficiente que otros antisépticos trabajando en conjunto con agua, pero no los superaba si estos también trabajaban en conjunto con alcohol (Maiwald y Chan, 2012). Esto abre campo a la posibilidad de emplear otros agentes como antiséptico principal y complementar su efecto con alcohol.

En un estudio comparativo entre el efecto de clorhexidina 2%-alcohol isopropílico 70% contra yodo povidona 5%-alcohol etílico 69% para la prevención de infección relacionada al catéter intravascular, se encontró que clorhexidina –alcohol isopropílico estaba asociado a una menor incidencia de infecciones relacionadas al catéter que yodo povidona- alcohol etílico, pero con un mayor índice de reacciones severas de la piel (Mimoz et al, 2015).

Recientemente se llevó a cabo un estudio donde se buscaba comparar el efecto biocida de clorhexidina, yodo povidona y cloruro de benzalconio sobre *Staphylococcus aureus* en heridas infectadas, resultando con el yodo povidona como el más eficiente, seguido de cloruro de benzalconio y finalizando con clorhexidina (Vestby y Nesse, 2015).

En una prueba controlada aleatorizada entre clorhexidina combinada con alcohol y, yodo povidona, se comprobó que no había diferencia entre el empleo de uno u otro para llevar a cabo la asepsia previa a una cesárea para disminuir el riesgo de infección postquirúrgica (Springel et al, 2017).

A pesar de no emplearse con alcohol, la clorhexidina puede proporcionar resultados aceptables. En un estudio comparativo entre la eficiencia de clorhexidina alcohólica y clorhexidina acuosa empleados para la asepsia de la piel para prevenir infecciones de la zona quirúrgica, se encontró que no había diferencia significativa entre el empleo de uno u otro para reducir

la probabilidad de una infección de la zona quirúrgica después de una escisión menor de piel (Charles et al, 2017).

A pesar de la carencia de información respecto al trabajo conjunto entre cloruro de benzalconio y alcohol, se han llevado a cabo estudios en los que se combina el efecto del cloruro de benzalconio con otras sustancias, como jabón de castilla (Conroy B. P. et al, 1999) y pronasas (Rodríguez P. et al, 2017), obteniendo resultados que indican un incremento en la eficiencia biocida del cloruro de benzalconio.

En un estudio en humanos, se evaluó el efecto irritante y sensitivo del cloruro de benzalconio, aplicando parches durante 48 hrs y evaluando la reacción de la epidermis en los 7 días subsecuentes. En este estudio se determinó que el cloruro de benzalconio puede llegar a ser irritante y ocasionar reacciones hipersensibles a la dermis ante exposiciones prolongadas (Isaac J. y Scheiman P., 2017).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo la recolección, procesamiento de muestras e interpretación de resultados, se optó por la capacitación de solo una persona. Lo anterior con el fin de tener un mayor control sobre los procedimientos y así reducir posibles errores o variaciones en la aplicación de tratamientos, que de otra forma podrían pasarse por alto (Sexton et al., 2000).

Diseño del estudio

Se elaboró un estudio prospectivo, aleatorizado y controlado en el cual se aplicaron 3 protocolos de asepsia y un control, en los menudillos de caballos estabulados de un lienzo charro, empleando un antiséptico distinto para cada menudillo y solución salina en el menudillo restante como control. Los antisépticos fueron asignados aleatoriamente a cada menudillo, así cada caballo fue expuesto a todos los antisépticos y tuvo un menudillo como control.

Unidades Experimentales

Se utilizaron 8 caballos adultos de edad indefinida, libres de ulceraciones dérmicas, dermatitis o edema, localizados en caballerizas independientes, pertenecientes al Lienzo Charro Estado 29, en Mexicali, Baja California

Tratamientos

A cada menudillo se le asignó 1 de 4 tratamientos, los cuales fueron aplicados sobre la cara lateral de cada menudillo.

Tratamiento 1 (Control)

Se realizaron 3 series de 30 segundos tallando en forma circular con 2 gasas de 3"x 3" bañadas en solución salina al 0.9%, alternadas con una gasa

bañada en alcohol etílico. Antes de tomar la muestra se secó el alcohol remanente utilizando una gasa estéril ejerciendo presión durante 10 segundos.

Tratamiento 2

Se realizaron 3 series de 30 segundos tallando en forma circular con 2 gasas de 3"x 3" bañadas en yodo-povidona solución al 10%, alternadas con la remoción del exceso de yodo utilizando una gasa bañada en alcohol etílico. Antes de tomar la muestra se secó el alcohol remanente utilizando una gasa estéril ejerciendo presión durante 10 segundos.

Tratamiento 3

Se realizaron 3 series de 30 segundos tallando en forma circular con 2 gasas de 3"x 3" bañadas en cloruro de benzalconio solución al 1%, alternadas con la remoción del exceso de cloruro de benzalconio utilizando una gasa bañada en alcohol etílico. Antes de tomar la muestra se secó el alcohol remanente utilizando una gasa estéril ejerciendo presión durante 10 segundos.

Tratamiento 4

Se realizaron 3 series de 30 segundos tallando en forma circular con 2 gasas de 3"x 3" bañadas en clorhexidina solución al 2%, alternadas con la remoción del exceso de clorhexidina utilizando una gasa bañada en alcohol etílico. Antes de tomar la muestra se secó el alcohol remanente utilizando una gasa estéril ejerciendo presión durante 10 segundos.

Recolección de muestras

Todas las recolecciones se llevaron a cabo en el mismo espacio físico. Se les posicionó sobre un tapete limpio con antiderrapante, posicionado bajo un techo de aluminio y resguardado del viento por dos hileras paralelas de caballerizas. Todos fueron sedados con xilacina al 10% con una dosis de 1.1 mg/kg. Se pasó un trapo húmedo por todo el cuerpo del caballo a excepción de las porciones distales a los metacarpos/metatarsos, con el fin de reducir la

posibilidad de contaminar las muestras al momento de efectuar su recolección. En este momento se tomó la muestra previa a la asepsia (método descrito anteriormente) y se prosiguió con el resto de los procedimientos. Cada menudillo se talló por la cara lateral del tercio distal de la caña al tercio proximal de la cuartilla con un cepillo duro hacia proximal y después hacia distal por 1 serie de 5 repeticiones, subsecuentemente se repitió la operación con un cepillo blando. Lo anterior con el fin de reducir en su mayor posibilidad la contaminación fuertemente adherida.

Para la toma de muestras previas y posteriores a la asepsia, se utilizaron guantes de exploración limpios. Se tomó un hisopo estéril que fue previamente sumergido en 1ml de solución salina al 0.9% localizada en un tubo estéril para recolección de sangre, cuyo excedente de solución salina fue removido del hisopo presionándolo suavemente contra las paredes del tubo al tiempo de retirarlo, y se utilizó para tomar la muestra. La recolección se llevó a cabo palmar/plantar al gran metacarpiano y 2 cm distal al 4^{to} metacarpiano. La toma de la muestra se estandarizó posicionando lateralmente el hisopo y haciéndolo tener contacto con el pelo, se giró suavemente para quedar en contacto con la piel, y de ahí se rotó hasta dar una revolución completa. Se utilizó un marcador de punta fina para poder identificar cuando se completase una revolución. El hisopo se introdujo nuevamente en el tubo con solución salina, se agitó por 30 segundos y se exprimió contra la pared del tubo para después ser descartado. La muestra permaneció en una hielera con refrigerantes hasta su arribo al laboratorio.

Preparación de las muestras

Cada muestra se mezcló por 5 segundos para dispersar las bacterias en la solución salina. Para determinar el número de unidades formadoras de colonias (UFC's), el sobrenadante se diluyó en serie en 1:10, 1:100 y 1:1000, y subsecuentemente se aplicó 1ml en placas de agar sangre e incubó por 24 hrs.

Conteo de las unidades formadoras de colonias

Las UFC's se contaron directamente después de incubarse por 24 hrs.

Análisis de resultados

El porcentaje de reducción bacteriana se determinó con la siguiente fórmula $(\text{UFC's antes de protocolo} - \text{UFC's después de protocolo}) / (\text{UFC's antes de protocolo}) \times 100$. Los datos fueron evaluados para significancia estadística utilizando ANOVA.

La información se analizó mediante el paquete estadístico SAS, procedimiento GLM, mediante una prueba de rango estudentizado de Tukey para comparación de medias con un nivel de significancia de $P < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de los tratamientos sobre la variable de respuesta se presenta en la Tabla 1. Se observó diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) al comparar el grupo control vs el resto de los tratamientos. Al mismo tiempo, no se observó diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$) entre los tratamientos CB, YP y CL, lo cual concuerda con lo observado por (Maiwald y Chan., 2012).

Tabla 1. Efecto de los tratamientos sobre número de colonias

Animal ¹	Tratamientos				Pr > F 0.003 ⁶
	Control ²	CB ³	YP ⁴	Cl ⁵	
1	40	300	80	270	
1	10	0	0	10	
2	1100	1200	330	200	
2	20	0	0	0	
3	2400	300	900	1200	
3	230	0	0	0	
4	6000	130	440	910	
4	100	0	10	0	
5	8200	600	700	9000	
5	80	10	0	0	
6	350	1300	580	420	
6	10	0	0	0	
7	12500	9000	2700	800	
7	20	0	0	10	
8	1050	3500	370	920	
8	0	0	0	0	

¹ Para cada animal, el primer renglón presenta el número de colonias antes de aplicar el tratamiento; el segundo renglón presenta la cuenta después de aplicarse el tratamiento.

² Alcohol

³ Cloruro de benzalconio

⁴ Yodo povidona

⁵ Clorhexidina

⁶ Se observó diferencia entre Control vs CB, YP y Cl. No se observó diferencia entre CB, YP y Cl, ($P > 0.05$).

Houari y Di Martino (2007), al estar comparando el uso cloruro de benzalconio y la clorhexidina sobre la formación de biofilmes bacterianos, observaron que ambos inhibieron la formación de los biofilmes al aplicarse en dosis de concentración mínima inhibitoria (MIC).

Cuando Mimos et al. (2015), realizaron un estudio comparativo entre clorhexidina 2%-alcohol isopropílico 70% y yodo povidona 5%-alcohol etílico 69% sobre la prevención de infección relacionada al catéter intravascular, observaron que clorhexidina-alcohol isopropílico se asoció a una menor incidencia de infecciones relacionadas al catéter que yodo povidona- alcohol etílico, pero con un mayor índice de reacciones severas de la piel, diferencias que pudieron originarse debido al tipo de alcohol utilizado.

Vestby y Nesse (2015), realizaron un estudio donde se buscaba comparar el efecto biocida de clorhexidina, yodo povidona y cloruro de benzalconio sobre la disminución de la presencia específica de *Staphylococcus aureus* en heridas infectadas. Estos autores observaron que el yodo povidona resultó ser el más eficiente, seguido de cloruro de benzalconio y por último clorhexidina.

En cuanto a la comparación de clorhexidina combinada con alcohol contra yodo povidona, se observaron resultados similares que los obtenidos por Springel et al. (2017), quienes no observaron diferencia entre el empleo de uno u otro para llevar a cabo la asepsia previa a una cesárea para disminuir el riesgo de infección postquirúrgica.

CONCLUSIONES

- 1).- Los resultados del presente estudio demostraron que la utilización tanto de Cloruro de benzalconio, Yodo povidona o de Clorhexidina como antiséptico bajo las condiciones protocolarias del presente estudio, cumplen con los requisitos de antisepsia para ser utilizados la práctica médica de los Equinos.
- 2).- Es importante sumar este grupo de herramientas a la práctica médico - quirúrgica de las articulaciones de los equinos en condiciones de campo.
- 3).- La efectividad germicida de estos antisépticos quedo demostrada en este estudio. La opción del Médico Veterinario Zootecnista por cualquiera de ellos puede basarse en su experiencia, conveniencia económica, o algún otro factor, pero teniendo siempre en cuenta las concentraciones o diluciones en que se aplican para evitar lesiones en piel.

LITERATURA CITADA

- Adams Mackenzie K., Hendrickson Dean A., Rao Sangeeta, Popelka Francisco Olea y Bolte Denise. 2010. The Bacteria Isolated from the Skin of 20 Horses at a Veterinary Teaching Hospital. *J Equine Vet Scie.* 30: 687-695.
- Ali Yosef, Dolan Michael J., Fendler Eleanor J., Larson Elaine L. 2001. Alcohols. In: *Disinfection, Sterilization and Preservation.* 5th Ed. p. 229-54. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
- Berkelman RL, Lewin S, Allen JR, Anderson RL, Budnick LD, Shapiro S, Friedman SM, Nicholas P, Holzman RS, Haley RW. 1981. Pseudobacteremia attributed to contamination of povidone-iodine with *Pseudomonas cepacia*. *Ann. Intern. Med.* 1981;95:32-6.
- Charles Daniel, Heal Clare F., Delpachitra Meth, Wohlfahrt Michael, Kimber Debbie, Sullivan Julie, Browning Sheldon, Saednia Sabine, Hardy Alexandra, Banks Jennifer, and Buttner Petra. 2017. Alcoholic versus aqueous chlorhexidine for skin antiseptics: the AVALANCHE trial. *CMAJ: Canadian Medical Association Journal.*;189(31):E1008-E1016.
- Conroy B.P., Anglen J.O., Simpson W.A., Christensen G., Phaup G., Yeager R., Gainor B.J. Comparison of castile soap, benzalkonium chloride, and bacitracin as irrigation solutions for complex contaminated orthopaedic wounds. *J Orthop Trauma.* 1999 Jun-Jul;13(5):332-7.
- Coulthard C E, Skyes G. 1936. Germicidal effect of alcohol. *Pharm J.* pp.137:79-81.
- Desrochers A1, St-Jean G, Anderson DE, Rogers DP, Chengappa MM. 1996. Comparative evaluation of two surgical scrub preparations in cattle. *Vet Surg.* 25(4):336-41.

- Ebrahimi A, Hemati M, Shabanpour Z, Habibian Dehkordi S, Bahadoran S, Lottfalian S, Khubani S. 2015. Effects of benzalkonium chloride on planktonic growth and biofilm formation by animal bacterial pathogens. *Jundishapur J Microbiol.* Feb 20;8(2):e16058.
- Gustafson S. B., McIlwraith C. W., Jones R. L. 1989. Comparison of the effect of polysulfated glycosaminoglycan, corticosteroids, and sodium hyaluronate in the potentiation of a subinfective dose of *Staphylococcus aureus* in the midcarpal joint of horses. *Am J Vet Res.* 50: 2014- 2017. (abstract)
- Gottardi W. 1991. Iodine and iodine compounds. In: Block SS, ed. *Disinfection, sterilization, and preservation.* Philadelphia: Lea & Febiger. pp.152-66.
- Gottardi W. 2001. Iodine and iodine compounds. In: Block SS, ed. *Disinfection, sterilization, and preservation.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Pp. 159-84.
- Hague B. A., Honnas C. M., Simpson R. B. y Peloso J. G. 1997. Evaluation of skin bacterial flora before and after aseptic preparation of clipped and non clipped arthrocentesis sites in horses. *Vet Surg* 26: 121- 125.
- Houri A. y Di Martino P. 2007. Effect of chlorhexidine and benzalkonium chloride on bacterial biofilm formation. *Lett Appl Microbiol.* 2007 Dec;45(6):652-6. Epub 2007 Oct 17.
- Jacobsen Stine. 2017. *Equine wound management: Topical Wound Treatments and Wound-Care Products.* Pp. 83-84
- Lapointe J. M., Laverty Sheila y Lavoie J. P. 1992. Septic arthritis in 15 Standardbred racehorses after intra-articular injection. *Equine Vet J.* 24: 430- 434.
- Maiwald Matthias and Chan Edwin S. Y. 2012. The Forgotten Role of Alcohol: A Systematic Review and Meta-Analysis of the Clinical Efficacy and

- Perceived Role of Chlorhexidine in Skin Antisepsis. PLoS One. 2012; 7(9): e44277. Published online 2012 Sep 5. doi: 10.1371/journal.pone.0044277
- McDonnell Gerald. 2009. Sterilization and Disinfection. Applied Microbiology: Industrial. Pp. 529-548.
- McDonnell Gerald y Russell A. Denver. 1999. Antiseptics and Disinfectants: Activity, Action, and Resistance. J. Clinical Microbiology Reviews. 12: 147-179.
- McIlwraith C. W., Frisbie D. D. y Kawcak C. E. 2012. The horse as a model of naturally occurring osteoarthritis. Bone Joint Res. 11: 297- 309.
- Mimoz Olivier, Lucet Jean-Christophe, Kerforne Thomas, Pascal Julien, Souweine Bertrand, Goudet Véronique, Mercat Alain, Bouadma Lila, Lasocki Sigismond, Alfandari Serge, Friggeri Arnaud, Wallet Florent, Allou Nicolas, Ruckly Stéphane, Balayn Dorothée, Lepape Alain, Timsit Jean-François. 2015. Skin antisepsis with chlorhexidine–alcohol versus povidone iodine–alcohol, with and without skin scrubbing, for prevention of intravascular-catheter-related infection (CLEAN): an open-label, multicentre, randomised, controlled, two-by-two factorial trial. The Lancet Volume 386, Issue 10008, 21–27 November 2015, Pages 2069-2077.
- Morton H E. 1983. Alcohols. In: Bloch S S, editor. Disinfection, sterilization, and preservation. 3rd ed. Philadelphia, Pa: Lea & Febiger;. pp. 225–239.
- Morton HE. 1950. The relationship of concentration and germicidal efficiency of ethyl alcohol. Ann N.Y. Acad. Sci.;53:191-96.
- Russell A D, Day M J. 1993. Antibacterial activity of chlorhexidine. J Hosp Infect. 25:229–238.
- Rutala William A., Weber David J., Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. 2008. Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities, 2008. Pp. 38-53.

- Schneider R. K., Bramlage L. R., Moore R. M., Mecklenburg L. M., Kohn C. W. y Gabel A. A. 1992. A retrospective study of 192 horses affected with septic arthritis/tenosynovitis. *Equine Vet J.* 24: 436- 442.
- Sexton J. Bryan, Thomas Eric J., Helmreich Robert L. 2000. Error, stress, and teamwork in medicine and aviation: cross sectional surveys. *BMJ.* Mar 18; 320(7237): 745–749.
- Springel E. H., Wang X-Y, Sarfoh V. M., Stetzer B. P., Weight S. A., Mercer B. M.. 2017. A Randomized Open-Label Controlled Trial of Chlorhexidine-Alcohol versus Povidone-Iodine for Cesarean Antisepsis: The CAPICA Trial, *American Journal of Obstetrics and Gynecology.* doi: 10.1016/j.ajog.2017.05.060.
- Stashak Ted S. y Theoret Christine L. 2017. *Equine wound management.* Tercera ed. Pp. 82-84.
- Steel C. M., Pannirselvam R. R. y Anderson G. A. 2013. Risk of septic arthritis after intra-articular medication: a study of 16,624 injections in Thoroughbred racehorses. *Austr Vet J.* 91: 268-273.
- Tarbox B. B., Conroy B. P., Malicky E. S., Moussa F. W., Hockman D. E., Anglen J. O., Simpson W. A., Adelstein E. H., Christensen G., Gainor B. J. 1998. Benzalkonium chloride. A potential disinfecting irrigation solution for orthopaedic wounds. *Clin Orthop Relat Res.* 346: 255-61.
- Vestby Lene K. and Nesse Live L. 2015. Wound care antiseptics - performance differences against *Staphylococcus aureus* in biofilm. *Acta Vet Scand.* 57(1): 22.
- Zubrod Chad J., Farnsworth Kelly D., Oaks J. Lindsay. 2004. Evaluation of Arthrocentesis Site Bacterial Flora before and after 4 Methods of Preparation in Horses with and without Evidence of Skin Contamination. *Veterinary Surgery* 33:525–530.