



Efecto del bloqueo retrobulbar en la variabilidad de la frecuencia cardiaca durante la exenteración en vacas

Dario Alejandro Cedeño Q^{1*} ; Marcela Botina J¹ ; Camila Enriquez R¹ .

¹Universidad de Nariño, Facultad de ciencias Pecuarias, Departamento de Salud Animal, Grupo de investigación BUIATRIA, Pasto, Colombia.

*Correspondencia: dcedeno@udenar.edu.co

Recibido: Junio 2022; Aceptado: Diciembre 2022; Publicado: Enero 2023.

RESUMEN

Objetivo. Evaluar en vacas el efecto del bloqueo retrobulbar durante la exenteración sobre la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC). **Materiales y métodos.** Catorce vacas con carcinoma ocular de células escamosas se les realizó exenteración ocular bajo anestesia multimodal. Las vacas fueron sedadas con xilacina 2% y se bloqueó el nervio auriculopalpebral con lidocaína al 2%. Fueron asignadas al azar a dos grupos, uno con un bloqueo de cuatro puntos, ($n = 7$) y el segundo con bloqueo retrobulbar ($n=7$). Los electrocardiogramas (ECG) se registraron durante dos horas del procedimiento quirúrgico en seis momentos por medio de un Holter (Cardio Trak Digital Holter Recorder, Model CT-085). Los datos se analizaron por medio de métodos lineales en el dominio de frecuencia y tiempo. En el dominio del tiempo se evaluó la media de la frecuencia cardíaca (FC) y la duración media del intervalo latido a latido (RR). En el de frecuencia, incluyó baja (LF), alta frecuencia (HF) y el equilibrio simpatovagal (LF/HF) de la VFC. **Resultados.** En ambos grupos se presentó un aumento significativo de la frecuencia cardíaca durante la tracción del globo ocular. No hubo cambios significativos en cuanto a la VFC entre los distintos momentos del procedimiento. **Conclusiones.** Durante la manipulación del globo ocular y la exenteración no se detectó disminución de la FC asociada al reflejo óculo-cardíaco, pero si una activación simpática, como resultado de estímulos quirúrgicos dolorosos.

Palabras clave: Anestesia; reflejo; sistema nervioso autónomo (*Fuentes: CAB*).

ABSTRACT

Objective. To evaluate the effect of retrobulbar block during orbital exenteration on heart rate variability (HRV). **Materials and methods.** Fourteen adult cows with ocular squamous cell carcinoma were used. Ocular exenteration is performed under multimodal anesthesia. The cows were sedated (xylazine 2%) and the auriculopalpebral nerve was blocked (lidocaine 2%). They were randomly assigned to two groups, one with a four-point block ($n=7$) and the second with a retrobulbar block ($n=7$). Electrocardiograms were recorded during two hours of the surgery in six moments by means of

Como citar (Vancouver).

Cedeño QDA, Botina JM, Enriquez RC. Efecto del bloqueo retrobulbar en la variabilidad de la frecuencia cardiaca durante la exenteración en vacas. Rev MVZ Córdoba. 2023; 28(1):e2854. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2854>



©El (los) autor (es) 2023. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

a Holter monitor (Cardio Trak Digital Holter Recorder, Model CT-085, BENEWARE). The data obtained were analyzed using linear methods in the frequency and time domain. Mean heart rate (HR) and mean beat-to-beat interval (RR) duration were evaluated in the time domain. In domain frequency included low (LF), high frequency (HF) and sympathovagal balance (LF/HF) of HRV. **Results.** In both groups there was a significant increase in heart rate during ocular traction. There were no significant changes in HRV between the different moments of the procedure. **Conclusions.** During manipulation and exenteration of the eyeball, no decrease in HR associated with the oculocardiac reflex was detected, but sympathetic activation was detected as a result of painful surgical stimuli. No central nervous system (CNS) toxicity from local anesthetics occurred in the animals.

Keywords: Anesthesia; reflex; autonomic nervous system (*Fuente: MeSH*).

INTRODUCCION

La exenteración orbitaria es un procedimiento quirúrgico realizado en vacas lecheras del departamento de Nariño, Colombia (1). Es una cirugía sencilla de realizar, alivia una patología oftálmica dolorosa y detiene la progresión de neoplasias como el carcinoma ocular de células escamosas (2). Atenuar el estrés durante la cirugía y mejorar la función del sistema cardiovascular son factores claves en la calidad de la anestesia y bienestar del animal durante el procedimiento y la recuperación. Se recomienda un plano profundo de anestesia con el animal en decúbito, sin embargo, como la intervención quirúrgica se practica en campo, la anestesia general en bovinos no es el indicado debido al riesgo potencial de hipoventilación, hipotensión, timpanismo, miopatías, o recuperaciones traumáticas, así como el costo implicado (3). Por ello, en campo se realiza la cirugía con el animal en pie, con una anestesia multimodal (sedación y bloqueo local o regional) con el fin de evitar complicaciones cardiopulmonares y digestivas (4).

Hay varias complicaciones asociadas con la anestesia local que incluyen: hemorragia orbital, perforación del globo ocular, lesión del nervio óptico, arritmias cardíacas (bradiarritmias) y muerte después de la inyección en las meninges del nervio óptico (5). Además, inconvenientes asociados a la cirugía ocular, como son la hipertensión o paro cardíaco causado por la estimulación del nervio vago durante la cirugía. Este fenómeno puede ser explicado por el reflejo óculo-cardíaco, que es una complicación conocida en la cirugía oftalmológica (6). Este reflejo es causado por una intensa manipulación y está mediada por un reflejo trigémino-vago-vagal a través de fibras que se originan en el nervio oftálmico. Parece haber diferencias significativas entre especies para el reflejo óculo-cardíaco (perros, gatos, caballos y aves), bien sea el componente

cardíaco, respiratorio o una combinación de ambos (7). Además de la bradicardia inducida, la depresión respiratoria concurrente puede ser más profunda. El reflejo puede iniciarse mediante una serie de manipulaciones oftálmicas, incluido el masaje de presión ocular para el glaucoma, inyecciones intraorbitales de anestésicos locales (que también se utilizan para bloquear este reflejo), tracción quirúrgica de los músculos extraoculares y manipulaciones de los músculos de los párpados (8).

En estos procedimientos anestésicos existe el riesgo de lesión del sistema nervioso central. Toxicidad del sistema nervioso central (SNC), que puede surgir por la inyección del anestésico local en las meninges del nervio óptico y nasofaríngeo (9). Signos clínicos de toxicidad del SNC por anestésicos locales, incluyendo hiperexcitabilidad, decúbito, opistótonos, convulsiones tónico-clónicas y paro cardiorespiratorios (10).

La técnica no invasiva ampliamente utilizada para evaluar la actividad del sistema nervioso autónomo es a través del monitoreo de la frecuencia cardiaca (FC) y la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) (11). La VFC es un factor sensible para obtener estimulaciones simpátovagales durante la anestesia multimodal (12). El análisis de la variabilidad de la frecuencia cardiaca incluye en el dominio del tiempo la media de la frecuencia cardiaca (FC) y la duración media del intervalo latido a latido (RR) y en el de frecuencia incluye baja (LF), alta frecuencia (HF) y el equilibrio simpátovagal (LF/HF) de la VFC. El patrón espectral de alta frecuencia, está asociado con actividad parasimpática y un rango de baja frecuencia, por la actividad simpática como parasimpática (13). En estudios con equinos (14) y bovinos (15,16) se demostró que la variabilidad cardiaca varía significativamente entre las condiciones basales y las situaciones de estrés psicológico y dolor.

La hipótesis del presente trabajo fue que la cirugía nociceptiva y la estimulación vagal durante la exenteración orbitaria, tendría efectos sobre la variabilidad de la frecuencia cardíaca y que estos serían atenuados o prevenidos con un bloqueo anestésico retrobulbar. El objetivo del estudio fue analizar y comparar la variabilidad de la frecuencia cardíaca en vacas sedadas y anestesiadas antes y durante la estimulación quirúrgica nociceptiva con o sin la presencia de un bloqueo retrobulbar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio. Se realizó un tipo de estudio experimental aleatorizado en vacas lecheras con presencia carcinoma ocular de células escamosas. El proyecto tiene la aprobación del comité bioético de la Universidad de Nariño y el consentimiento de los propietarios de la finca.

Localización. El estudio fue realizado en fincas lecheras de los municipios de Pasto, Pupiales y Tuquerres del Departamento de Nariño, Colombia. Las fincas están ubicadas a una altitud entre los de 2500 y 3000 msnm, con temperaturas promedio de 14°C, humedad relativa de 82%, precipitación de 800 mm anual, un brillo solar mínimo de 80 horas/mes y máximo de 107 horas/mes, un índice UV mínimo de 12.8 y máximo de 15.3.

Animales. Se utilizaron 14 bovinos hembra de raza Holstein (n=11) y criolla (n=3) con edades entre 6 y 12 años. Las vacas no tenían antecedentes médicos de problemas cardíacos o pulmonares. Presentaban lesiones oculares y periorbitales de carcinoma de células escamosas de tipo invasivo con un aspecto de coliflor agrietado, necrosis, cubierto de sangre, moco, fibrina y/o pus con base ancha que irrumpía en tejidos adyacentes de acuerdo al estudio histopatológico. Los animales fueron inmovilizados en bretes, donde eran introducidos 10 a 20 minutos antes de iniciar la sedación. En el brete se realizó un examen clínico detallado, se registró en una tabla los datos basales de la frecuencia cardíaca, respiratoria y temperatura corporal. Después de diez minutos se les colocó los electrodos y el Holter al cuerpo.

Anestesia multimodal. A medida que el ganadero solicitaba el servicio veterinario, se realizaba al azar la técnica quirúrgica hasta completar el número de cirugías en cada grupo. Los animales fueron sedados y se bloqueó el

nervio auriculopalpebral. El grupo 1, además recibió un bloqueo retrobulbar y el grupo 2 un bloqueo de cuatro puntos.

Protocolo 1.

Sedación. Se administró una dosis de sedación con xilazina al 2% a razón de 0.015- 0.03 mg/kg IV en la vena coccígea para asegurar que la vaca se mantenga en pie.

Bloqueo del nervio auriculopalpebral.

El bloqueo con la lidocaína del nervio auriculopalpebral quita la funcionalidad del párpado (bloqueo motor del músculo orbicular del ojo). Se traza una línea desde la base de la oreja al canto medial del ojo, a la mitad de esta línea, abajo del arco cigomático se inyecta a dos centímetros de profundidad de 5 a 10 mL de lidocaína (Figura 1A).

Bloqueo retrobulbar. Se utilizó una aguja espinal calibre 19 de 3^{1/2} pulgadas, que ha sido curvado para formar un arco con un radio de aproximadamente 10 cm. La aguja se dirige directamente por encima del globo ocular hasta que el punto está más allá del globo y luego se voltea hacia adentro para penetrar el cono muscular, donde los nervios emergen del foramen orbito rotundo (Figura 1B). Se inyecta 20 ml de solución de lidocaína.

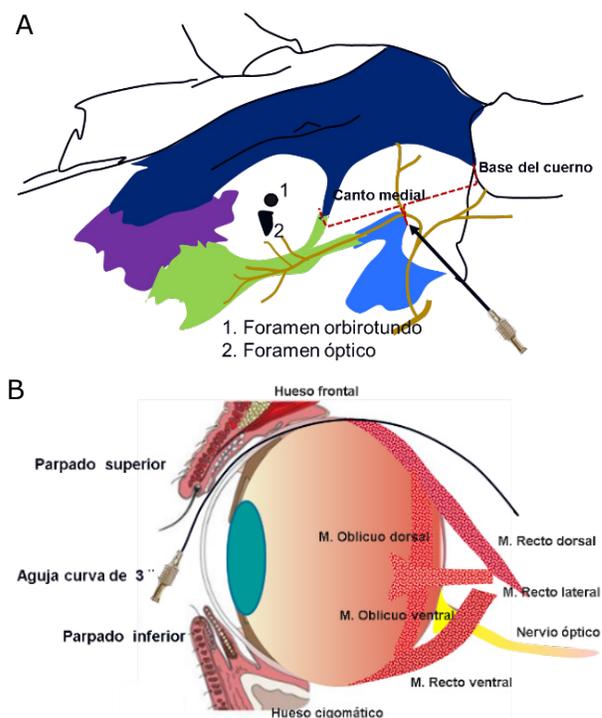


Figura 1. A. Bloqueo auriculo-palpebral **B.** Bloqueo retrobulbar.

Protocolo 2.

Sedación. A las vacas se les administró una dosis de sedación con xilazina al 2% a razón de 0.015- 0.03 mg/kg IV en la vena coccígea.

Bloqueo del nervio auriculopalpebral. La infiltración del nervio auriculopalpebral se realiza para quitar la funcionalidad del párpado ya que es un bloqueo motor en el músculo orbicular del ojo. Se traza una línea desde la base de la oreja al canto medial del ojo, a la mitad de esta línea, abajo del arco cigomático se inyecta a dos centímetros de profundidad de 5 a 10 mL de lidocaína.

Bloqueo de cuatro puntos. El bloque de cuatro puntos se inyecta a través los párpados, tanto dorsal como ventralmente (a las 6 y 12) y en los cantos lateral y medial (a las 3 y las 9 en punto) (Figura 2A). El objetivo es depositar unos 60 ml (repartidos entre los cuatro puntos) de anestésico local en el vértice de la órbita con agujas rectas de pulgada y media, calibre 18 (Figura 2B).

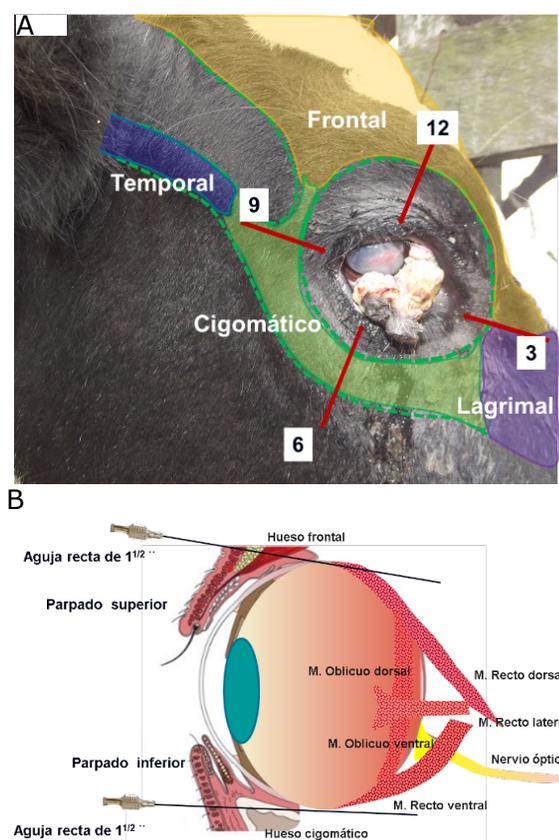


Figura 2. A. Bloqueo de cuatro puntos, distribución de 60 ml de solución de lidocaína repartidos en cada punto (12,3,6,9). **B.** introducción de la aguja recta entre el globo ocular y los huesos frontal (punto 12) y cigomático (punto 6).

Cirugía. A todos los animales se les realizó la exenteración utilizando un acceso transpalpebral, después de una tarsorrafia y una disección roma para retirar la conjuntiva, periórbita, músculos extraoculares, globo ocular y el tumor.

Posoperatorio. Analgesia. Todos los animales con procedimiento quirúrgico se les administró ketoprofeno a dosis de 3 mg/kg vía intramuscular por tres días.

Antibioterapia. Se formuló un protocolo de antibiótico a base de penicilina procaínica, benzatínica y potásica a una dosis de 20.000 UI/kg vía intramuscular.

Electrocardiograma. El monitor utilizado tiene 2 canales y 5 electrodos. La colocación de los electrodos es el de derivaciones en las extremidades (17). Los electrodos se colocan ligeramente caudal (5-10 cm) a las extremidades anteriores, en una posición ligeramente ventral (precordial). En la figura 3 se muestra la ubicación del sitio donde se colocan los electrodos del lado izquierdo (Figura 3A) y derecho (Figura 3B).

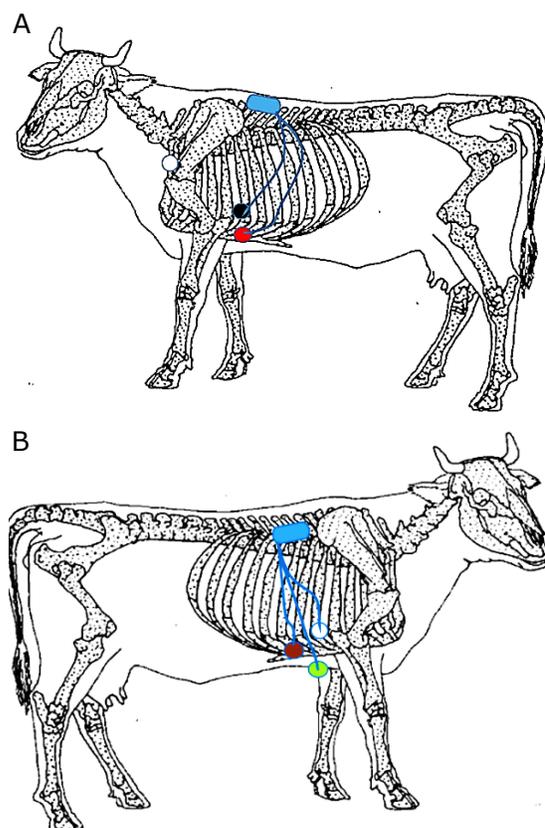


Figura 3. Colocación de los electrodos. **A.** Lado izquierdo: dos electrodos (negro y rojo) **B.** Lado derecho: tres electrodos (blanco, café y verde)

El sitio se rasuró, se desengraso con alcohol y se fijaron almohadillas autoadherentes para conectar los electrodos (Figura 4A) Finalmente, con una venda elástica de 10-15 cm de ancho se cubrieron los electrodos, cables y el monitor alrededor del pecho de la vaca. Además, se utilizó una banda extra para el monitor (Figura 4C).

Análisis de la variabilidad de la frecuencia cardiaca. En una tabla de Excel se anotó el tiempo de cada momento, antes, durante el procedimiento quirúrgico y en la recuperación. Por medio del Holter, Cardio Trak Digital Holter Recorder, Model CT-085 (Suzhou Beneware Medical Equipment Co. Ltd, Suzhou, China) se registraron los electrocardiogramas antes,

durante y después del procedimiento quirúrgico (Figura 4B). Los datos de los indicadores de la VFC se analizaron por medio de métodos lineales en el dominio de las frecuencias y tiempo. La VFC se analizó en el dominio del tiempo expresado como la media de la frecuencia cardíaca (FC) y la del intervalo de latido a latido (RR). Además, se examinó la variabilidad en el dominio de la frecuencia mediante un análisis espectral de potencia usando la Transformada Rápida de Fourier y calculada como la actividad en rangos de HF, LF y la relación LF/HF (18). Los umbrales del componente de frecuencia se establecieron en 0,01–0,07 Hz para baja frecuencia y 0,07–0,6 Hz para alta frecuencia (19). La LF y la HF fue calculada en unidades normalizadas, lo que permite la comparación de diferentes medidas.

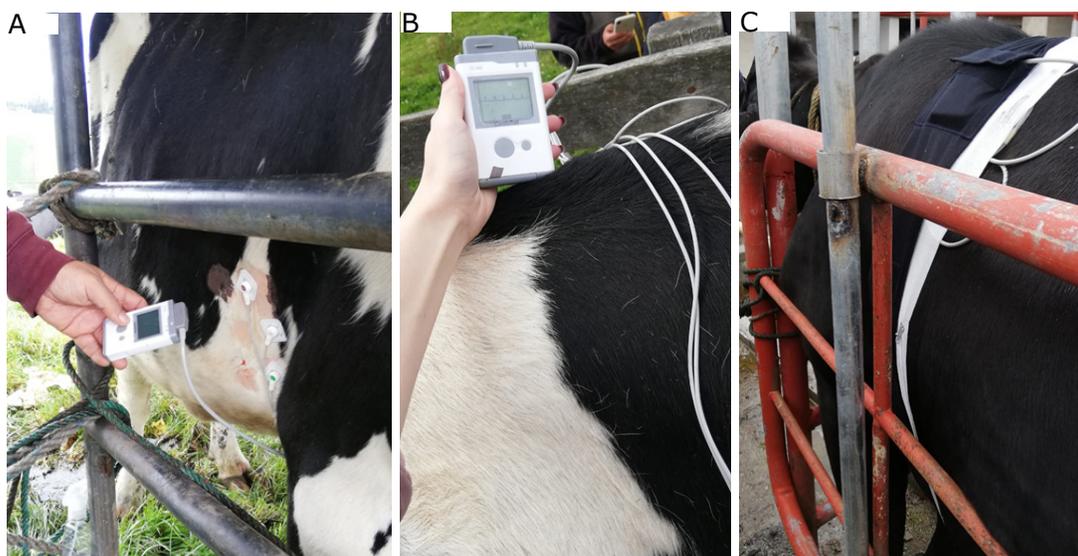


Figura 4. **A.** Sitios rasurados con almohadillas autoadhesivas para colocar los electrodos. **B.** Verificación de los registros del electrocardiograma del Holter. **C.** Colocación de la venda sobre los cables y electrodos y la banda del Holter.

El tiempo de monitoreo antes, durante y después del procedimiento quirúrgico aproximadamente fue de dos horas. Se analizaron secuencias de ECG de 5 minutos de duración (300 s) sin artefactos en cada momento. El proceso se dividió en 6 momentos: (T1) condición basal (prequirúrgico en el brete); (T2) durante la sedación; (T3) en el bloqueo en ausencia de estimulación nociceptiva; (T4) durante la estimulación quirúrgica; (T5) tracción intensa sobre el globo y los músculos oculares, (excenteración orbitaria) y (T6) una hora después de la cirugía (recuperación). Se compararon los valores de las vacas sin bloqueo retrobulbar con los de pacientes con bloqueo retrobulbar. Los registros de los intervalos de

latido a latido se importaron al software de análisis de VFC del Programa Beneware.

Análisis estadístico. Se realizó con el SPSS Statistics 17.0 (SPSS Inc., Chicago IL, EE. UU.). Se realizó una estadística descriptiva para calcular las medias y la desviación estándar (media, DE). Se comprobó la distribución normal de los datos mediante la prueba de Kolmogorov – Smirnov. En el caso de distribución normal (en cada momento de tiempo y en ambos grupos), para mediciones repetitivas con ANOVA. Se compararon en cada punto de tiempo los grupos (anestesia multimodal con bloqueo retrobulbar versus sin bloqueo retrobulbar). La correlación

se calculó por una prueba paramétrica en el caso de distribución normal (test t de dos muestras), y en caso de una distribución no normal, se optaron por pruebas no paramétricas (Test U de Mann-Whitney). El número mínimo de animales se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula, $N = (10 / k) + 1$, donde k es el número de grupos (20). Además, un cálculo de potencia estadística para el ANOVA y la comparación entre grupos se realizaron para verificar el tamaño apropiado del grupo de estudio. El tamaño del grupo, obtuvo una potencia de 1,1 con un nivel significativo. El nivel de significancia se definió en $p \leq 0.05$.

RESULTADOS

La edad promedio de las vacas del protocolo 1 (bloqueo retrobulbar) fue de 8.3 años, con peso corporal promedio de 602,3 kg, dos vacas estaban gestantes de tres meses y del protocolo 2 (bloqueo cuatro puntos) animales con una edad promedio de 9.4 años y peso corporal de 590,7 kg.

El promedio y desviación estándar (DS) de los valores de la frecuencia cardiaca (FC) e indicadores de la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) de los dos protocolos multimodales de anestesia se resumen en la Tabla 1. El comportamiento de la frecuencia cardiaca en las vacas anestesiadas con el protocolo 1 (bloqueo retrobulbar), desde el momento basal (T1) aumentan hasta el punto de tiempo que se manipula y empieza la tracción del globo ocular (T5). Después cae a los valores de base en la etapa de recuperación (T6). Las unidades normalizadas de baja frecuencia se mantienen similares con los valores de base hasta el momento T4, cuando comienzan a descender, mientras que la potencia de alta frecuencia y la relación LF/HF se mantiene durante las primeras cuatro etapas hasta la estimulación quirúrgica y disminuyen en el momento de la tracción del globo ocular (T5). Sin embargo, no hay diferencias estadísticamente significativas entre los valores de baja, alta frecuencia y relación baja frecuencia/ alta frecuencia durante los diferentes momentos.

En las vacas del grupo del protocolo 2 (bloqueo de cuatro puntos) el comportamiento de la frecuencia cardiaca mostro un aumento significativo ($p=0.04$) en el momento de la tracción del globo ocular (T5), en comparación con el momento prequirúrgico (T1) y con las etapas de sedación y bloqueos (T3 y 4). Las unidades normalizadas de potencia de baja

frecuencia disminuyo en el momento de T5. En cuanto a la alta frecuencia aumento ligeramente sin un significado estadístico hasta que llego el momento de la tracción, donde baja como un signo de estimulación vagal. La duración media del intervalo latido a latido fue significativamente menor en el momento T5 en comparación con las primeras etapas ($p=0.03$).

Tabla 1. Parámetros (promedio \pm DS) de variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) en diferentes etapas quirúrgicas en vacas con el protocolo (1) retrobulbar (n=7) y protocolo (2) cuatro puntos (n=7).

Parámetro	PR	(T1)	(T2)	(T3)	(T4)	(T5)	(T6)
FC (l/m)	1	62.4 ± 2.4	59.8 ± 2.7	62.8 ± 1.8	71.6 ± 4.8	79.2 $\pm 5.5^*$	62.2 ± 2.5
	2	62.2 ± 2.3	61.2 ± 2.4	64.4 ± 2.6	73.2 ± 5.1	99.6 ± 7.7	65.8 ± 4.1
RR (ms)	1	984 ± 61.2	942 ± 96.2	917 ± 15	837 ± 25.6	740 ± 122.3	951.2 ± 42.8
	2	959.2 ± 43.9	950.8 ± 63.6	942 ± 31.3	846 ± 34.5	662.8 ± 96.5	913.4 ± 36.5
LF (un)	1	77.7 ± 5.3	77.1 ± 10.1	83.06 ± 7.15	89.32 $\pm 7.27^*$	89.95 $\pm 1.39^*$	71.74 $\pm 2.91^*$
	2	79.3 ± 43.9	73.5 ± 11.9	84.6 ± 10.8	75.8 ± 8.6	66.8 ± 3.2	84.08 ± 4.4
HF (un)	1	13.5 ± 0.6	14 ± 0.38	14.14 ± 0.9	14.38 ± 1.44	12.92 ± 1.28	14.96 $\pm 0.46^*$
	2	13.4 ± 0.8	13.8 ± 1.07	14.34 ± 0.82	14.24 ± 1.04	13.98 ± 2.63	16.8 ± 1.82
LF/HF	1	2.41 ± 0.44	2.5 ± 0.15	2.4 ± 0.34	2.2 ± 0.15	3.8 $\pm 0.28^*$	2.4 ± 0.35
	2	2.4 ± 0.16	2.4 ± 0.25	2.5 ± 0.25	2.4 ± 0.64	2.7 ± 0.71	2.3 ± 0.37

*($p < 0.05$) entre vacas con/sin bloqueo retrobulbar; PR: Protocolo; FC- frecuencia cardiaca; RR- media del intervalo latido a latido; LF- baja frecuencia; HF- alta frecuencia; LF/HF- relación entre baja y alta frecuencia: un- unidades normalizadas: ms- milisegundos; l/m- latidos por minuto. T1- En el brete (prequirúrgico); T2- Sedación; T3- Bloqueo; T4- Estimulación quirúrgica; T5- Tracción globo ocular; T6- Recuperación (posquirúrgico).

En relación con la frecuencia cardiaca se presentó una diferencia significativa ($p=0.05$) entre ambos grupos en el momento de la manipulación y tracción del globo ocular (T5). Las vacas del protocolo 2 manifestaron significativamente una mayor frecuencia cardíaca durante la manipulación y tracción del globo ocular (T5) en comparación con T1 ($p < 0.001$), T2 ($p=0.002$), T3 ($p < 0.001$) y T4 ($p < 0.001$). Pero la potencia de alta y baja frecuencia fueron similar que las condiciones de base (prequirúrgicas). Se observaron diferencias no significativas

estadísticamente durante la estimulación quirúrgica y la tracción global al comparar la media de valores espectrales de potencia (alta frecuencia, baja frecuencia y relación alta frecuencia/baja frecuencia) entre vacas con y sin bloqueo retrobulbar.

Los valores medios de la frecuencia cardiaca de todas las vacas fueron de 59.8 ± 2.7 l/min como mínimo y máximo de 99.6 ± 7.7 l/min. No se detectó valores por debajo 50 l/min (Figura 5).

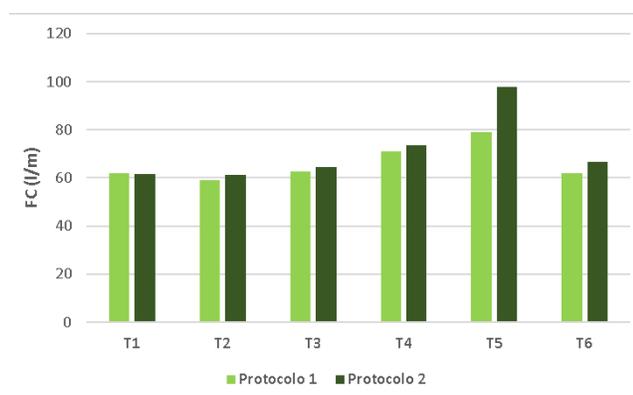


Figura 5. Comportamiento de la frecuencia cardiaca antes, durante y después del procedimiento quirúrgico expresado en latidos por minuto.

DISCUSIÓN

El carcinoma ocular de células escamosas (COCE) es considerado una de las principales enfermedades neoplásicas con mayores tasas de morbilidad y mortalidad en bovinos en Nariño, comúnmente observado en la raza Holstein, la cual es la principal raza de aprovechamiento (2).

Este estudio se diseñó para evaluar el efecto de un procedimiento quirúrgico oftálmico bajo una anestesia multimodal sobre los componentes espectrales de la VFC. La VFC puede ser utilizada durante la anestesia para evaluar y caracterizar la actividad del SNA (11,12). La anestesia está influenciada por muchos factores, ya que resulta de la compleja interacción entre la estimulación quirúrgica, analgesia y los efectos cardiovasculares directos de los fármacos (14).

Al comparar la etapa de estabilidad anestésica con la etapa de estimulación quirúrgica se encontró que en ambos protocolos hay aumento de la frecuencia cardiaca, sin embargo, se puede inferir que en el grupo 1 el cambio fue significativo en la FC debido a la estimulación simpática presente

durante la tracción severa del globo ocular, ya que la exenteración orbitaria implica la extracción con desbridamiento agresivo de las estructuras periorbitales. El aumento de la FC en ambos grupos se puede explicar por una activación simpática, mostrada por un aumento de las unidades normalizadas de la potencia de baja frecuencia (LF), debido al trauma quirúrgico a los tejidos oculares durante la exenteración orbitaria. Esta activación simpática, como resultado de estímulos quirúrgicos dolorosos probablemente se superpone al impulso vagal (21).

El reflejo óculo-cardíaco se define como una disminución de la frecuencia cardiaca en al menos veinte por ciento del valor básico. El reflejo puede iniciarse por tracción de los músculos oculares externos, presión sobre el globo ocular, presión iatrogénica sobre la almohadilla de grasa orbitaria (como una ayuda a la homeostasis después de la exenteración), la presencia de hematoma intra-orbitario e inyecciones para realizar los bloqueos, como el bloqueo retrobulbar (22). Sin embargo, en ambos grupos no se registró una disminución significativa de la FC (bradicardia), por lo que no podemos concluir que el bloqueo retrobulbar puede prevenir la cardiopatía por disminución de la frecuencia y bradiarritmias causadas por la estimulación vagal, que se produce durante la exenteración del ojo como en caninos y caballos (6,7). En el presente estudio, no aparecieron complicaciones aparentes en conjunto con la inyección retrobulbar (Protocolo 2), pero si se observó disminución ligera de las unidades normalizadas de potencia de alta frecuencia cuando se realizó el bloqueo como signo de estimulación parasimpática leve (23).

La sedación para trabajar con el animal de pie, es la mejor opción, ya que un plano profundo de anestesia en bovinos el riesgo de hipoventilación, hipotensión, timpanismo, miopatías, recuperaciones prolongadas o traumáticas de la anestesia, así como el costo implicado están presentes. No se detectaron los efectos de la xilacina como bradicardia, disminución del gasto cardiaco, así como bloqueos auriculoventriculares de primer o segundo grado. Estas situaciones inducidas normalmente por un incremento del tono vagal (24). Esto puede deberse por la dosis baja que se administró vía vena coccígea para mantener el animal en pie. Sin embargo, dos animales con el bloqueo cuatro puntos y uno con bloqueo retrobulbar, mostraron inquietud con movimientos de signos de dolor durante el procedimiento quirúrgico. Esto

puede deberse a que los animales presentaban un tumor agresivo e invasivo de los tejidos adyacentes peri-orbitarios. En presencia de inflamación y tumores se disminuye los efectos de los anestésicos locales. La inflamación provoca acidosis metabólica que reduce el pH de los tejidos afectados, lo que altera la farmacocinética y la farmacodinámica de los anestésicos locales al reducir sus interactividades con las bicapas lipídicas y/o los lípidos de membrana (25).

No se presentó en los animales toxicidad del SNC por anestésicos locales, incluyendo hiperexcitabilidad, decúbito, opistótonos, convulsiones tónico-clónicas o paro cardio respiratorios, lo cual en la experiencia del autor son extremadamente raros (4).

En las vacas se presentó un aumento de la FC en ambos grupos, lo cual se puede explicar por una activación simpática como resultado de estímulos quirúrgicos dolorosos, probablemente superpuesto al impulso vagal. No obstante, podemos concluir que el comportamiento de la frecuencia cardiaca fue estable en el protocolo

2, ya que el aumento no fue significativo en el momento de la exenteración. Esta cirugía se puede realizar en campo con una anestesia multimodal, sedando el animal con una dosis para que se mantenga en pie. Durante las cirugías en el momento de la manipulación y tracción del globo ocular no se detectó disminución de la FC ni bradiarritmias, asociada al reflejo óculo-cardiaco, contrario a lo reportado por otros autores en otras especies (6,7).

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la vicerrectoría de investigaciones posgrados y relaciones internacionales de la universidad de Nariño por el apoyo económico al proyecto. Igualmente, a los ganaderos que confiaron y facilitaron el trabajo con los animales.

REFERENCIAS

1. Cedeño Quevedo DA, Calpa CA, Córdoba V, Ibarra AF. Tratamiento quirúrgico en las etapas de desarrollo del carcinoma ocular de células escamosas en bovinos del trópico alto del departamento de Nariño. Rev CES Med Zootec. 2019; 14(3):98-109. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.14>
2. Cedeño Quevedo DA, Calpa CA, Guerron T, Mera G. Estudio retrospectivo del carcinoma de células escamosas en bovinos en el departamento de Nariño. Colombia. Rev Med Vet. 2020; 39:75-84 <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss39.8>
3. Schulz K. Field surgery of the eye and para-orbital tissues. Vet Clin North Am Food Anim Pract 2008; 24:527-34. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.07.003>
4. Cedeño Quevedo DA. Anestesia y cirugías en campo de bovinos de leche del trópico alto en el departamento de Nariño. 1era Edición. Editorial Navegante: Bogotá. Colombia; 2021.
5. Brooks DE. Complications of ophthalmic surgery in the horse. Vet Clin North Am Equine Pract. 2008; 24(3):697-734. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2008.08.001>
6. Oel C, Gerhards H, Gehlen H. Effect of retrobulbar nerve block on heart rate variability during enucleation in horses under general anesthesia. Vet Ophthalmol. 2014; 17(3):170-174. <https://doi.org/10.1111/vop.12061>
7. Vézina R, Steagall P, Gianotti G. Prevalence of and covariates associated with the oculocardiac reflex occurring in dogs during enucleation. J Am Vet Med Assoc. 2019; 255(4):454-458. <https://doi.org/10.2460/javma.255.4.454>
8. Shaw-Edwards R. Surgical treatment of the eye in farm animals. 2010: Vet Clin North Am Food Anim Pract. 2010; 26(3):459-476. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.09.007>

9. Stewart K, Dominic A. Regional anaesthesia of the bovine head. *Livestock*. 2016; 21(6):354-360. <https://doi.org/10.12968/live.2016.21.6.354> _
10. Edmondson MA. Local and regional anesthesia in cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 2008; 24(2):211-226. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.02.013> _
11. Kovács L, Jurkovich V, Bakony M, Szenci O, Póti P, Tózsér J. Welfare implication of measuring heart rate and heart rate variability in dairy cattle: literature review and conclusions for future research. *Animal* 2014; 8:316-330. <https://doi.org/10.1017/S1751731113002140> _
12. Gaidica M, Dantzer B. Quantifying the Autonomic Response to Stressors—One Way to Expand the Definition of “Stress” in Animals. *Integr Comp Biol*. 2020; 60(1):113–125. <https://doi.org/10.1093/icb/icaa009>
13. Wierig M, Mandtler LP, Rottmann P, Stroh V, Müller U, Büscher W, Plümer L. Recording Heart Rate Variability of Dairy Cows to the Cloud—Why Smartphones Provide Smart Solutions. *Sensors (Basel)*. 2018; 18:2541. <https://doi.org/10.3390/s18082541>
14. Stuckea D, Große M, Lebelta RD. Measuring heart rate variability in horses to investigate the autonomic nervous system activity – Pros and cons of different methods. *Appl Anim Behav Sci*. 2015; 166:1-10. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.02.007>
15. Stewart M, Stafford KJ, Dowling SK, Schaefer AL, Webster JR. Eye temperature and heart rate variability of calves disbudded with or without local anaesthetic. *Physiol Behav*. 2008; 93:89-797. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.11.044> _
16. Pieler D, Peinhopf W, Becher A, Aurich JE, Rose-Meierhöfer S, Erber R, Möstl E, Aurich C. Physiological and behavioral stress parameters in calves in response to partial scrotal resection. orchidectomy. and Burdizzo castration. *J. Dairy Sci*. 2013; 96:6378–6389. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-6683> _
17. Cedeño Quevedo DA, Lourenço ML, Daza CA, Alfonso A, Ulian C, Chiacchio S. Maternal, fetal and neonatal heart rate and heart rate variability in Holstein cattle. *Pesq Vet Bras*. 2019; 39(4):286-291. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5757>
18. Task Force of the European Society of Cardiology and North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation J Am Heart Assoc*. 1996; 93(5):1043–1065. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.93.5.1043>
19. Pessoa RB, Batista CF, Santos CR, Bellinazzi JB, Melville AM, Matiko ML, Larsson A. Holter Monitoring (24-h Electrocardiography) of Holstein Calves. *Acta Sci Vet*. 2016; 44(1374):1-5. <http://dx.doi.10.22456/1679-9216.81081>
20. Ceyhan CS, Murat C, Doğan Y, Muhittin AS. Sample size, power and effect size revisited: simplified and practical approaches in pre-clinical, clinical and laboratory studies. *Biochem Med*. 2021; 31(1):1-27. <https://doi.org/10.11613/BM.2021.010502> _
21. Aoki T, Itoh M, Chiba A, Kuwahara M, Nogami H, Ishizaki H, Yayou KI. Heart rate variability in dairy cows with postpartum fever during night phase. *PLoS One*. 2020; 15(11):1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.024285>
22. Gelatt KN, Gelatt JP, Plummer C. *Veterinary Ophthalmic Surgery*. 1 Edition. Elsevier Saunders. 2011.
23. Frondelius L, Hietaoja J, Pastell M, Hänninen L, Anttila P, Mononen J. Influence of postoperative pain and use of NSAID on heart rate variability of dairy cows. *J Dairy Res*. 2018; 85:27–29. <https://doi.org/10.1017/S0022029917000760>
24. Lumb WV, Jones EW. *Preanesthetics and Anesthetic Adjuncts*. En: Thurmon JC, Tranquilli WJ, Benson GJ, editors. *Veterinary Anesthesia*. Philadelphia: Williams and Wilkins; 2015.
25. Ueno T, Tsuchiya H, Mizogami M, Takakura K. Local anesthetic failure associated with inflammation: verification of the acidosis mechanism and the hypothetic participation of inflammatory peroxy-nitrite. *J Inflamm Res*. 2008; 1:41–48. <https://doi.org/10.2147/jir.s3982> _