

Medición de los niveles de lactato sérico y frecuencia cardiaca en caninos (*Canis lupus familiaris*) braquicefálicos, mesocefálicos y dolicocefálicos sometidos a prueba de esfuerzo en trotadora motorizada

M. A. Saldivia-Paredes¹

Recibido: 06 de septiembre de 2020. Aprobado: 12 de julio de 2021

RESUMEN

Se analizaron los niveles de lactato sérico y de frecuencia cardiaca (FC) en 15 perros clínicamente sanos que fueron sometidos a pruebas de esfuerzo en trotadora motorizada, buscando verificar un grado de fatiga muscular frente a una prueba de esfuerzo intenso. Se consideraron pacientes con morfología craneana de tipo braquicefálico, mesocefálico y dolicocefálico. Las mediciones séricas de lactato fueron conseguidas por medio de un medidor portátil, mientras que las frecuencias cardiacas se obtuvieron a través de un oxímetro portátil a los tiempos 0, 10, 20 y 30 minutos, en los diferentes momentos de esfuerzo físico en la trotadora motorizada, la cual fue adaptada en su inclinación en 15% y a un máximo de velocidad de 10 km/h. Las medias de los niveles séricos entre perros mesocefálicos y dolicocefálicos fueron significativas, a diferencia de los perros braquicefálicos los cuales resultaron no significativos. Las medias de las frecuencias cardiacas no tuvieron diferencia significativa bajo un 95% de confianza.

Palabras clave: braquicefálicos, dolicocefálicos, fatiga, frecuencia cardiaca, lactato sérico, mesocefálicos, oxímetro.

Measurement of serum lactate levels and heart rate in canines (*Canis lupus familiaris*) Brachycephalic, Mesocephalic and Dolichocephalic submitted to a stress test on a motorized treadmill

ABSTRACT

Serum lactate and heart rate (HR) levels were analyzed in 15 clinically healthy dogs that were subjected to stress tests on a motorized treadmill, seeking to verify a degree of muscle fatigue compared to an intense exercise test. Patients with brachycephalic, mesocephalic and dolichocephalic type cranial morphology were considered. Serum lactate measurements were procured by means of a portable meter, while heart rates were obtained through a portable oximeter at the times 0, 10, 20, and 30 minutes at different moments of physical effort on the motorized treadmill, which was adapted in its inclination by 15% and at a maximum speed of 10 km/h. Mean serum levels between mesocephalic and dolichocephalic dogs were significant, unlike brachycephalic dogs, which were not significant. The mean heart rates did not have a significant difference under 95% confidence.

Keywords: brachycephalic, dolichocephalic, fatigue, heart rate, serum lactate, mesocephalic, oximeter.

¹ MV, M. Sc. Universidad Santo Tomás, Unidad de Fisiología Animal, Escuela de Medicina Veterinaria, Puerto Montt, Chile. vetmanuelch@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

El deporte canino ha ido cobrando popularidad en los últimos años. La diversidad de razas y su amplio espectro de habilidad atlética permite que se adapten a diversas actividades de trabajo, caza y deporte (Pellegrino *et al.* 2014). Dentro de las actividades que hacen populares los deportes caninos, se pueden incluir las pruebas de agilidad, pelota voladora y pruebas de disco (*frisbee*), búsqueda y rescate, salto de obstáculos y pruebas de cacería subterránea (Baltzer 2012). Al considerarlas, surge la necesidad de estandarizar programas de entrenamiento y pruebas de ejercicio aplicables en caninos que contribuyan a mejorar el rendimiento físico. Asimismo, propietarios, entrenadores y veterinarios necesitan parámetros fisiológicos que permitan evaluar la condición física de los perros (Ferasin y Marcora 2009). El uso de trotadora motorizada se muestra como una herramienta útil en la medicina del deporte canino (Ferasin y Marcora, 2007), pues permite controlar las condiciones del ejercicio —particularmente velocidad y duración—, lo que facilita la estandarización de pruebas de ejercicio y de programas de entrenamiento (Pellegrino *et al.* 2014).

Una de las mediciones utilizadas a nivel sérico para verificar un grado de fatiga muscular frente a una prueba de esfuerzo intenso es la del lactato, producto del metabolismo anaeróbico (Guyettel *et al.* 2011). El principal papel fisiológico de la producción del lactato es permitir la glucólisis y la producción de energía cuando la demanda de energía celular excede la capacidad de producción de energía mitocondrial aeróbica (Mooney *et al.* 2014).

La intensidad y duración del esfuerzo realizado determinan el metabolismo energético predominante durante el

ejercicio. Parámetros como la frecuencia cardíaca (FC), temperatura rectal (T°) y concentración de lactato sanguíneo son indicadores confiables para evaluar la respuesta fisiológica al ejercicio en trotadora motorizada en perros sin entrenamiento deportivo previo, como también para la planificación de rutinas de entrenamiento específicas (Piccione *et al.* 2012).

Algunas características morfológicas de las diferentes razas de caninos permiten categorizar la especie en braquicefálicos (cráneo corto y ancho), mesocefálicos (cráneo intermedio) y dolicocefálico (cráneo largo) (Shively 1993; Sisson y Grossman 1999; Köning y Liebich, 2005; Dyce *et al.*, 2012). Estos presentan, además, una morfología diferente en cuanto a textura y distribución muscular, como también a nivel de anatomía respiratoria superior. Por esta razón, el objetivo de la investigación fue realizar la medición sérica de lactato y la frecuencia cardíaca en pacientes caninos braquicefálicos, mesocefálicos y dolicocefálicos sometidos a prueba de esfuerzo en trotadora motorizada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tamaño de la muestra

Para la inclusión de los pacientes, se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia (Otzen y Manterola, 2017), buscando pacientes con características que cumplan con los criterios de inclusión. Se hizo barrido por las clínicas veterinarias de la ciudad de Puerto Montt, Chile. Una vez seleccionados los pacientes, se estableció una comunicación telefónica con los dueños para informarles acerca del estudio y, posteriormente, recibir su autorización firmada por escrito. Las pruebas se realizaron en la clínica veterinaria

Terravet, de la ciudad de Puerto Montt. El estudio fue autorizado por el Comité Ético -Científico Macrozona Sur de la Universidad Santo Tomás (ORD: N.º 132 – 2018).

Población de estudio

La investigación fue realizada en 15 perros clínicamente sanos, todos ellos al día en cuanto a manejos de sanidad y chequeos médicos rutinarios. Para su ejecución y participación, se consideraron ciertos criterios de inclusión entre los cuales destacamos: machos y hembras, sin distinción racial, de biotipo braquicefálicos, mesocefálicos y dolicocefálicos, según cálculo de índice cefálico, lo que permitió la selección 5 de pacientes con los caracteres cefálicos indicados. Los perros, además, requerían estar en un rango etario entre 2 y 5 años, su condición corporal debería estar entre 3 y 3,5 (escala de 1-5), ser de talla mediana o grande (entre los cuales destacaron pesos desde los 10 a 35 k), con actividad comprobada (mínimo 3 salidas de paseo por semana, con un promedio de 25 minutos), alimentación balanceada y esterilización realizada.

Muestras

Se tomaron muestras de sangre en horario diurno mediante venopunción cefálica, y se determinó la frecuencia cardiaca (FC) por medio de un oxímetro veterinario portátil a nivel de pabellón auricular en reposo y al descanso, una vez iniciada la prueba. La evaluación de la concentración de lactato sérico se hizo mediante las tiras de Accutrend Plus®

Prueba de esfuerzo

Los pacientes caninos fueron sometidos a una prueba de esfuerzo submáxima en

trotadora motorizada (tabla 1). El tiempo se ajustó de acuerdo con la frecuencia cardiaca submáxima observada por el oxímetro portátil Etco2® (rango máximo requerido: 140 latidos por minuto).

TABLA 1. Protocolo de la prueba de esfuerzo en cinta (*treadmill*) (15% de inclinación)

Tiempo (minutos)	Velocidad (km/h)
0	0
10	3
20	6
30	10

Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS

Los 15 pacientes llegaron a completar la prueba; sin embargo, dos braquicefálicos y dos mesocefálicos necesitaron mayor tiempo de adaptación a la trotadora motorizada, debido al nerviosismo y a la resistencia a caminar sobre la cinta. Por ello, se generó acostumbamiento en visitas previas.

En la tabla 2 se presenta la relación de los niveles de lactato sérico y frecuencia cardiaca en pacientes, de acuerdo con su morfología craneana. Se evidencia una fatiga mayoritariamente en perros braquicefálicos por medio del aumento de la FC, con parámetros cercanos a los 150 latidos por minuto. Sus niveles de lactato sérico alcanzaron rangos superiores cercanos a 3,9 mmol/l. El nivel de lactato sérico promedio fue de 3,26, 3,32 y 3,16 mmol/l, y el promedio de frecuencia cardiaca fue de 111,0, 107,8 y 108,0 para los perros braquicefálicos, mesocefálicos y dolicocefálicos, respectivamente.

TABLA 2. Niveles de lactato sérico y frecuencia cardiaca en pacientes caninos sometidos a la prueba de esfuerzo en *treadmill*

	Lactato sérico (mmol)				Frecuencia cardiaca (latidos por minuto)			
	0 min	10 min	20 min	30 min	0 min	10 min	20 min	30 min
Braquicéfálico								
1	2,6	3,4	3,6	4,2	90	110	135	150
2	3,0	3,4	3,3	3,5	100	111	130	150
3	3,5	3,7	3,7	3,8	80	95	120	136
4	3,4	3,8	3,6	3,9	90	110	120	130
5	2,4	3,2	3,4	3,6	70	90	95	120
Mesocefálico								
1	3,4	3,5	3,6	3,6	80	100	120	144
2	3,4	3,5	3,5	3,8	80	100	120	144
3	2,5	2,8	3,0	3,2	70	82	96	120
4	3,6	3,3	3,5	3,7	100	120	125	140
5	2,9	2,6	3,4	3,6	89	93	110	125
Dolicocefálico								
1	2,3	2,6	2,9	3,4	800	100	110	125
2	2,6	2,8	2,7	3,2	86	100	120	140
3	2,8	3,4	2,7	2,9	92	100	110	120
4	2,7	2,8	3,2	3,0	87	93	110	125
5	2,4	3,2	3,8	4,2	90	110	125	136

Discusión

Para la ejecución de la prueba, fue necesario la incorporación de medios de sujeción como arneses que permitieron asegurar al perro mientras corría, logrando un comportamiento adecuado y de tranquilidad y reduciendo los fracasos de este tipo de prueba, según lo planteado por Kittleson *et al.* (1996), quien señala que los pacientes no capaces de generar una adaptación por

medio de elementos de sujeción aumentan los fracasos en este tipo de actividad.

Una vez iniciada la prueba, todos los pacientes sin diferenciación de biotipo cefálico mostraron signos de agotamiento moderado. Esto fue observado a los 10 minutos por medio de la visualización de un incremento del jadeo, sialorrea y frecuencia cardiaca > 130 latidos por minuto (tabla 2), característica que fue superior en

perros braquicefálicos. Considerando que la prueba no fue diferente entre sexo y raza, tiempo e inclinación de no más de un 15%, los valores obtenidos fueron similares a los planteados por Ferasin y Marcora (2009), en su estudio con labradores.

Con respecto a las mediciones de lactato sérico de los diferentes pacientes caninos, se observaron niveles superiores en perros mesocefálicos, categorizándose, según González y Arboleda (2017), como un incremento leve de los niveles séricos de lactato (tabla 6). El 70% de estos pacientes fueron de fenotipo labrador Retriever. Este biotipo cefálico presentó una media $X^- = 3,32$ mmol/l, a diferencia de lo observado en los pacientes caninos dolicocefálicos que presentaron valores inferiores ($X^- = 3,16$ mmol/l). A pesar de presentar una mayor extensión de la cavidad nasal, estos resultados dan a entender que la capacidad de intercambio gaseoso no se relaciona directamente con esta zona anatómica. Esto conduce a realizar investigaciones relacionadas en la conformación morfológica de estructuras que participan en fuerza e intercambio gaseoso en pacientes caninos, con la idea de continuar potenciando el conocimiento sobre el entrenamiento de esta especie. El 80% de estos pacientes pertenecían a la raza Collie y el 20% a la raza galgo.

En relación con las frecuencias cardíacas, se observó que mayoritariamente perros braquicefálicos (99% de raza bóxer y 1% Boston Terrier) presentaron niveles superiores en estado reposo > 80 latidos por minuto, lo que dio una media de $X^- = 111$ latidos por minuto. Esto se modificó una vez iniciado el esfuerzo físico en los pacientes, incrementando su frecuencia cardíaca sobre 100 latidos por minuto, resultado que se asimila a lo planteado por González *et al.* (2017), quienes indican que los perros aumentan su frecuencia

cardíaca en respuesta al ejercicio como un mecanismo adaptativo, debido a un aumento del gasto cardíaco para facilitar el aporte de sangre a los tejidos y así satisfacer el mayor requerimiento de oxígeno y demandas energéticas.

Las respuestas del sistema circulatorio al ejercicio tienen como fin adaptar el flujo sanguíneo a los músculos activos (Olmos 2010), están dirigidas a aumentar el aporte de O_2 , tanto en músculo esquelético como en el sistema cardíaco, con el fin de sostener el aumento del metabolismo y facilitar la remoción de los productos metabólicos de desecho (García *et al.* 1999).

Las medias de los niveles de lactato sérico no fueron significativas entre las tres categorías. A igual que lo planteado por Pellegrino *et al.* (2013), los resultados obtenidos posiblemente correspondan a un entrenamiento aeróbico de los animales. El equilibrio observado en los niveles de lactato sérico podría reflejar una adaptación de los perros a la intensidad y duración del esfuerzo exigido en este trabajo.

CONCLUSIONES

- Es importante considerar el esfuerzo físico al cual son sometidos los pacientes caninos destinados a planes de entrenamiento o a ejercicio rutinarios con sus dueños.
- Los resultados obtenidos se relacionan con un entrenamiento aeróbico aplicados en animales. El equilibrio observado en los niveles de lactato sérico podría reflejar una adaptación de los perros a la intensidad y duración del esfuerzo exigido en este trabajo.
- Las mediciones de los niveles de lactato sérico y frecuencia cardíaca en caninos braquicefálicos, mesocefálicos y dolicocefálicos sometidos a prueba de esfuerzo

en cinta (*treadmill*) presentaron variaciones no significativas entre los diferentes biotipos cefálicos. Las medias obtenidas no permiten concluir que el grado de fatiga muscular presenta una relación directa entre los biotipos sometidos a la prueba de esfuerzo.

- Dentro de la mediciones y comparaciones aplicadas de manera particular entre cada biotipo se observaron que los perros mesocefálicos fueron los que presentaron mayor diferencia en las variables evaluadas, se observó una media de lactato sérico de 3,32 mmol.
- En relación con las frecuencias cardíacas, se observó que mayoritariamente los perros braquicefálicos presentaron una media de 111 latidos por minuto. A pesar de que estos pacientes presentaron un mayor esfuerzo físico al momento de realizar las pruebas no existe relación directa con sus niveles de lactato, el cual presentó una media 3,26 mmol/l. Es decir, estos pacientes, en el tiempo de la prueba, no presentaron índices de fatiga que permitan concluir relación directa con su submáxima de frecuencia cardíaca y niveles de lactato sérico.
- Se necesitan más estudios en mayor número de animales que permitan establecer, entre otras cosas, valores de lacto sérico y su relación con la frecuencia cardíaca en caninos sometidos a pruebas de esfuerzo físico, con la intención de saber y conocer más sobre la incorporación adecuada de un plan de entrenamiento físico en pacientes caninos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores presentan agradecimientos por el apoyo a la investigación a la clínica veterinaria Terravet y tutores de mascotas que participaron de este estudio.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

Este trabajo de investigación no implicó ningún tipo de gasto económico por parte de los autores en su elaboración, ya que forma parte de la tesis de grado para obtener el título de Magíster en Ciencias de la Actividad Física y Deporte Aplicadas al Entrenamiento, Rehabilitación y Reintegro Deportivo.

REFERENCIAS

- Baltzer W. 2012. Lesiones deportivas. *Medicine veterinary*, 7(1) [internet]. [Consultado 2021, 5 de marzo] Disponible en: https://www.vetmedicinespanol.com.mx/articulo/645.lesiones_deportivas_en_perros
- Dyce KM, Sack WO, Wensing CJ. 2012. *G. Anatomía Veterinaria*. 4.ª ed. Ciudad de México, El Manual Moderno.
- Ferasin L, Marcora S. 2007. A pilot study to assess the feasibility of a submaximal exercise test to measure individual response to cardiac medication in dogs with acquired heart failure. *Vet Res Commun* 31:725-737. DOI: 10.1007/s11259-0073566-7
- Ferasin L, Marcora S. 2009. Reliability of an incremental exercise test to evaluate acute blood lactate, heart rate and body temperature responses in Labrador retrievers. *J Comp Physiol B* 179:839-845. DOI: 10.1007/s00360-009-0367-z
- García M, Guzmán R, Cabezas I, Merino V, Palma C, Pérez R. 1999. Evaluación del entrenamiento tradicional del caballo criollo chileno de rodeo mediante el análisis de variables fisiológicas y bioquímicas sanguíneas. *Arch Med Vet*. 31:167-176.
- González A, Arboleda A. 2017. Variación del biomarcador lactato en sangre en caninos con neuropatías de Pereira [internet]. [Consultado 2018, 15 de junio] Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/>

- handle/11059/8420/6367G643.pdf?s equence=1
- Guyettel F, Suffoletto B, Castillo, JL. 2011. Prehospital serum lactate as a predictor of outcomes in trauma patients: a retrospective observational study. *J Trauma*. 70(4):782-786.
- Kittleson MD, Johnson LE, Pion PD. 1996. Submaximal exercise testing using lactate threshold and venous oxygen tension as endpoints in normal dogs and in dogs with heart failure. *J Vet Intern Med*. 10:21-27.
- Köning H, Liebich H. 2005. Anatomía de los Animales Domésticos. 2.ª ed. Madrid: Médica Panamericana.
- Mooney E, Raw C, Hughes D. 2014. Plasma Lactate Concentration as a Prognostic Biomarker in Dogs with Gastric Dilation and Volvulus. En: *Top Companion Anim Med*, 29(3): 71-76.
- Olmos ZR. 2010. Sistema circulatorio, hemodinamia, circulaciones especiales y respuesta del sistema cardiovascular al ejercicio y la hemorragia. En: Caballero CSC, editor. Fisiología veterinaria e introducción a la fisiología de los procesos productivos. FMVZ-UNAM, p. 347-374.
- Otzen T, Manterola C. 2017. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int J Morphol*. 35(1):227-232.
- Pellegrino F, Risso A, Arias D. 2014. Optimización del rendimiento deportivo en caninos. *SciELO*. 25(4):449-454.
- Pellegrino FJ, Risso A, Ponce L, Arizmendi A, Blanco PG, Arias D, Corrada Y. 2013. Área de Entrenamiento Canino. Facultad de Cs Veterinarias, UNLP, 2CONICET.
- Piccione G, Casella S, Panzera M, Giannetto C, Fazio F. 2012. Effect of moderate treadmill exercise on some physiological parameters in untrained beagle dogs. *Exp Anim*. 61:511-515.
- Sisson S, Grossman J. 1999. Anatomía de los Animales Domésticos. 5.ª ed. Barcelona: Masson.
- Shively, M. 1993. Anatomía Veterinaria Básica, Comparada y Clínica. Ciudad de México: El Manual Moderno.

Forma de citación del artículo:

SALDIVIA-PAREDES MA. 2022. Medición de los niveles de lactato sérico y frecuencia cardíaca, en caninos (*Canis lupus familiaris*) braquicefálicos, mesocefálicos y dolicocefálicos sometidos a prueba de esfuerzo en trotadora motorizada. *Rev Med Vet Zoot*. 69(1):33-39. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v69n1.101531>