

Tolerancia al ejercicio submáximo en caninos obesos y braquiocefálicos en gran altura

Vera, V.¹; Quiroz, M.A.¹; Vargas, P.A.^{1,2}

¹Facultad Cs. Agropec., Progr. Med. Vet., Univ. La Salle, Bogotá, Colombia. ²Grupo Investig. Cs. Biomédicas y Veterinarias.
E-mail: pavargas@unisalle.edu.co

Resumen

Vera, V.; Quiroz, M.A.; Vargas, P.A.: Tolerancia al ejercicio submáximo en caninos obesos y braquiocefálicos en gran altura. *Rev. Vet.* 32: 2, 185-191, 2021. La prueba de marcha de 6 minutos (PM6M) se realizó para medir la tolerancia al ejercicio submáximo en pacientes con ciertas condiciones de salud y en la que se evalúan parámetros fisiológicos y distancia recorrida. Como parte del examen clínico, se realizó un estudio experimental de tipo transversal incluyendo tres grupos de animales: Grupo 1: braquiocefálicos, Grupo 2: obesos, Grupo 3: controles. Antes de comenzar se midieron las frecuencias cardíaca y respiratoria en cada individuo. Luego caminaron por seis minutos en un recorrido de 30 metros. Al final, los pacientes fueron reevaluados y se estableció la distancia recorrida (grupo 1: 349 +/- 65 m; grupo 2: 341 +/- 96 m; grupo 3: 414 +/- 65 m ($p < 0.05$). Frecuencia cardíaca en reposo: grupo 1: 98 +/- 15 lpm, grupo 3: 84 +/- 11 lpm ($p < 0.05$). No hubo diferencias entre grupos 1 y 2. Frecuencia cardíaca al final del recorrido: grupo 1: 112 +/- 12 lpm, grupo 2: 105 +/- 18 lpm, grupo 3: 88 +/- 11 lpm ($p = 0.001$). Frecuencia respiratoria: no hubo diferencias entre los 3 grupos antes de comenzar la prueba, pero sí al final del recorrido: grupo 1: 50 +/- 11 rpm con incremento de 15 +/- 7.7 rpm al finalizar el recorrido, grupo 2: 54 +/- 11 rpm con incremento de 18 +/- 7 rpm al finalizar el recorrido y grupo 3: 39 +/- 8.2 rpm con incremento de 5.8 +/- 4.4 rpm al finalizar el recorrido ($p < 0.05$ grupo 1 y 2 vs. 3). Braquiocefálicos y obesos no presentaron diferencias en las variables evaluadas y esto sugiere que los sistemas cardiovascular y respiratorio parecen estar sometidos a condiciones fisiopatológicas similares durante el ejercicio. Ello abre una puerta en la investigación sobre los efectos de la obesidad en caninos.

Palabras clave: obesidad, braquiocefálicos, prueba de marcha de 6 minutos, parámetros, ejercicio.

Abstract

Vera, V.; Quiroz, M.A.; Vargas, P.A.: Tolerance to the sub maximum exercise in obese and brachiocephalic canines in great height. *Rev. Vet.* 32: 2, 185-191, 2021. The 6-minute walk test (6MWT) is performed to measure tolerance to submaximal exercise in patients with certain health conditions and in which physiological parameters are measured, as well as the total distance walked. As part of the clinical exam, an experimental study was conducted in 3 groups of animals (Group 1: brachiocephalic. Group 2: obese. Group 3: control) before starting, heart and respiratory rates were measured. After that, they walked during six minutes in a 30-meters track. Right after that, dogs were reevaluated, and the distance walked was measured. Distance covered: group 1: 349 +/- 65m. Group 2: 341 +/- 96m. Group 3: 414 +/- 65m ($p < 0.05$). Resting heart rate: group 1: 98 +/- 15 bpm. group 3: 84 +/- 11 bpm ($p < 0.05$). There were no differences between groups 1 and 2. Heart rate at the end of the track: group 1: 112 +/- 12. Group 2: 105 +/- 18 bpm. Group 3: 88 +/- 11 bpm ($p = 0.001$). Respiratory rate: there were no differences in the 3 groups before the test started. Respiratory rate at the end of the route: Group 1: 50 +/- 11 bpm with an increase of 15 +/- 7.7 bpm at the end of the test. Group 2: 54 +/- 11 bpm with an increase of 18 +/- 7 bpm at the end of the test. Group 3: 39 +/- 8.2 bpm with an increase of 5.8 +/- 4.4 bpm at the end of the test ($p < 0.05$ groups 1 and 2 vs. 3). There were no differences between brachiocephalic and obese dogs in the physiological variables measured. These results suggest that the cardiovascular and respiratory systems are affected by similar pathophysiological conditions during exercise. Also, this study opens the door for more research about the effect of obesity in dogs.

Key words: obesity, brachiocephalic, 6-minute walk test, parameters, exercise

INTRODUCCIÓN

La prueba de marcha de 6 minutos (PM6M) fue reportada inicialmente por Guyatt *et al.* en 1985. En esta prueba, se evaluó la tolerancia al ejercicio en pacientes humanos con enfermedades respiratorias crónicas como hipertensión pulmonar y en la actualidad es una herramienta de diagnóstico y pronóstico utilizada en medicina humana y animal, utilizada también para evaluar la respuesta a una intervención terapéutica en pacientes con falla cardíaca, entre otras enfermedades^{8,10}.

Por ejemplo, se reporta una disminución en la tolerancia al ejercicio durante la PM6M en perros con hipertensión pulmonar que habitan en grandes alturas^{2, 25}, después de la administración de una dosis terapéutica de *sildenafil* con aumento en la frecuencia respiratoria y una menor distancia recorrida post *sildenafil*.

La PM6M se basa en medir la distancia recorrida de un paciente en 6 minutos, sin ningún esfuerzo máximo, y posteriormente evaluar parámetros como distancia recorrida y parámetros fisiológicos como saturación de oxígeno, presión arterial, frecuencia cardíaca (FC) y frecuencia respiratoria (FR) entre otras⁶.

Esto hace que sea un método seguro, confiable, fácil de aplicar, de gran rendimiento y con una relación costo-beneficio muy alta, lo que la ha convertido en una prueba de gran utilidad clínica¹¹. Adicionalmente, es un buen predictor de morbilidad y mortalidad por enfermedades cardíacas y pulmonares en seres humanos. Esta prueba no evalúa la tolerancia a ejercicios de esfuerzo máximo, sino ejercicios leves como los que se hacen en la rutina diaria²².

Existe una gran cantidad de estudios sobre la PM6M realizados en seres humanos y en animales de compañía con publicaciones previas sobre valores de referencia. Por ejemplo, se reveló que en caninos la distancia recorrida durante la PM6M y la frecuencia cardíaca cambian cuando el animal sufre de insuficiencia cardíaca, partiendo de los valores de referencia de un grupo control, en donde la distancia recorrida disminuye significativamente yendo de 573 ± 85.5 metros en caninos sanos a 526 ± 99.4 metros en caninos con insuficiencia cardíaca⁵.

Asimismo, la frecuencia cardíaca incrementa significativamente en caninos sanos, pero aún más en caninos con insuficiencia cardíaca. La distancia recorrida es interesantemente similar a humanos en donde se encuentra que en niños sanos la distancia recorrida es de 470 ± 59 metros, hombres adultos 580 metros y mujeres adultas 500 metros²². En seres humanos y animales de compañía, la PM6M se ha utilizado para medir parámetros cardiopulmonares en pacientes obesos y evaluar la respuesta a cambios dietarios conducentes a la reducción de peso¹⁸.

De esta manera, la prueba puede entonces ser utilizada para evaluar la calidad de vida de pacientes que presenten patologías o que habiten en condiciones ambientales especiales tales como altura, ya que las constantes cardíacas, son susceptibles de ser modifica-

das por la permanencia en la gran altitud, debido a los cambios estructurales y autonómicos cardíacos dentro de los procesos de aclimatación de los individuos, variando según la altitud y el tiempo de permanencia^{25,26}. Asimismo puede ocurrir con las constantes respiratorias.

Está reportado que en seres humanos las grandes alturas producen estrés fisiológico. A mayor altura se produce una disminución proporcional en la presión barométrica y atmosférica del oxígeno generando hipoxia hipobárica que afecta en diferentes grados a todos los órganos, sistemas y funciones del organismo²⁴.

Es por esto, que a gran altura el organismo debe desarrollar adaptaciones y cambios que permitan que el sistema de transporte de oxígeno compense la hipoxia para mantener un nivel de oxígeno tisular adecuado para apoyar así las funciones del metabolismo. Cuando se trata de un organismo que habita a gran altura, éste se adapta al entorno hipóxico para mejorar el suministro y la utilización del oxígeno²⁴.

Hay factores que determinan la respuesta fisiológica del organismo al ejercicio en altitud, uno de ellos es la intensidad del ejercicio que se realice, esto va a causar diferentes cambios respiratorios, cardiovasculares, hormonales, y otros. Por ejemplo, cuando se realiza ejercicio con la misma intensidad en ambas alturas, se va a producir una mayor respuesta fisiológica y una alteración mayor de la homeostasis en grandes alturas, así como se requiere un mayor ajuste fisiológico y metabólico²⁰.

Esto se puede explicar porque al hacer ejercicio en grandes alturas, el consumo máximo de oxígeno aumenta, es por esto que hay reportes de atletas que tienen mayor rendimiento al entrenar en estas alturas, en comparación con atletas que se encuentran a menores alturas²¹. Por lo tanto, se han buscado nuevas alternativas como casas de altitud y equipos respiratorios que inducen hipoxia, para los atletas que habitan en bajas alturas, para simular la hipoxia y los resultados físicos que produce el ejercicio a mayor altura²¹.

Otro factor para considerar es si el individuo está aclimatado a la altitud. En seres humanos, una persona que habita al nivel del mar, cuando es sometido a ejercicio en mayores alturas responde fisiológicamente diferente a una persona ejercitándose en la altura a la que está aclimatado, y diferente a un individuo que está aclimatado a las grandes alturas; lo mismo sucederá con un individuo que habita a grandes alturas y realiza ejercicio a nivel del mar²⁰.

En caninos, se han observado diferencias en los valores de distancia recorrida y parámetros fisiológicos, las cuales dependen de varios factores como la metodología utilizada y las condiciones de la población de estudio, como por ejemplo obesidad, enfermedades pulmonares y cardíacas, predisposiciones de raza, entre otros⁶.

La obesidad es el trastorno nutricional más común en la medicina canina, y se presenta en un 20-40% de la población general¹⁸. Suele ser el resultado de una in-

gesta excesiva en la dieta o de un metabolismo energético inadecuado⁹. El peso corporal excesivo en perros es un problema creciente en el mundo que conlleva a una variedad de problemas médicos como ser: diabetes mellitus, impacto negativo en las funciones cardiovasculares y respiratorias, dislipidemia, enfermedades osteoarticulares, desórdenes endocrinos y metabólicos, intolerancia al ejercicio, urolitiasis e incremento del riesgo de hipertensión, entre otros²³.

Además, el peso corporal excesivo (ya sea sobrepeso u obesidad) está relacionado con la disminución de la longevidad y calidad de vida del animal^{3,10}. Hasta el momento, no se han descrito los efectos específicos de la obesidad en el sistema respiratorio de animales. Sin embargo, sí se ha reportado que la pérdida de peso en animales obesos se asocia a una mejor función respiratoria¹.

Los factores que más se asocian al peso corporal excesivo en perros son: predisposición de sexo (hembras), esterilización en machos y hembras, bajo nivel de actividad física, y además la predisposición de algunas razas como: Labrador Retriever, Golden Retriever, Beagle, Shetland Sheepdog, Cairn Terrier, Scottish Terrier, Cavalierking Charles, Cocker Spaniel y Dachshund^{23,27}.

La obesidad también incrementa con la edad de los perros, prevaleciendo en adultos. Ciertas investigaciones sugieren que la pérdida de peso aumenta la calidad de vida y genera una mejora de la vitalidad, las funciones físicas y el bienestar emocional gracias a la pérdida de peso en perros obesos¹⁸.

Dentro de los beneficios de la pérdida de peso en caninos, se ha reportado una disminución en la frecuencia respiratoria en reposo y una mengua en los jadeos de reposo, siendo estos los parámetros más significativos al momento del examen clínico de pacientes con sobrepeso que se sometieron a un programa de pérdida de peso¹⁸.

Además, durante la prueba de marcha de 6 minutos, la distancia recorrida de pacientes sometidos a un programa de pérdida de peso aumentó significativamente en comparación a la distancia que recorrían con sobrepeso, sin embargo, continuaban jadeando durante la realización de la prueba y en los próximos 5 minutos de recuperación. No se reportó ningún cambio en los valores de gasometría arterial después de la pérdida de peso¹⁸.

El diagnóstico de la obesidad se basa principalmente en la medición de la condición corporal y se considera como primer grado de la obesidad, es decir sobrepeso, cuando la masa corporal del animal supera el peso óptimo en un 15%⁹.

La lista de condiciones asociadas con esta enfermedad está aumentando a medida que nuevas investigaciones identifican relaciones entre la obesidad, con algunas afecciones que incluyen la intolerancia a la glucosa, baja tolerancia al calor, dificultad respiratoria, diabetes mellitus, hipertensión y osteoartritis²⁷, todo ello llegando a dificultar acciones simples del día a día

como caminatas¹² o ejercicios leves para los perros que padezcan de esta enfermedad.

Algunos no relacionan la frecuencia cardiaca con el peso corporal del perro si este es sano, solo reportan diferencias en tamaños de perros¹⁶. Sin embargo, en posteriores estudios se evidencia que se requiere una mayor energía de producción debido al aumento de masa corporal total y una función ventilatoria modificada, que puede llevar a un déficit de oxigenación y un aumento compensatorio de la frecuencia cardiaca en los pacientes obesos, tal y como ocurre con los seres humanos¹⁸.

La obesidad también puede empeorar subjetivamente signos clínicos en varios trastornos respiratorios como el síndrome de obstrucción braquicéfalo de las vías respiratorias¹⁸ y disminuye a su vez la función pulmonar, ya que la limitación del flujo de aire es marcada en estos dos casos¹.

Los perros braquicefálicos se caracterizan por su conformación física, principalmente de la cabeza, ya que con el paso del tiempo la longitud facial ha disminuido y el ancho del cráneo ha aumentado como resultado de los cruces y modificaciones genéticas de las razas, lo cual hace que posean otras características que empeoren su condición, como la deformación del tracto respiratorio superior, ya que los tejidos blandos de las vías respiratorias no se reducen proporcionalmente con el tamaño del cráneo¹⁷, o que puede desencadenar disnea inspiratoria, ronquidos, intolerancia al ejercicio y al calor, apneas del sueño y -en los peores casos- puede resultar en cianosis, colapso, episodios sincopales y muerte⁷.

También es común que se presenten trastornos gastrointestinales generalmente caracterizados por regurgitación y vómitos, y otros problemas como pioderma del pliegue cutáneo, órbitas oculares poco profundas, globos oculares protuberantes, mayor riesgo de úlceras corneales y de prolapso del globo ocular, hemivértebras, compresión de médula espinal, maloclusión dental y distocias, entre otros¹³. Al conjunto de estos signos clínicos se les denomina *síndrome braquiocefálico* (SB).

En algunos casos pueden no presentar problemas hasta los 2-3 años, pero se han reportado perros de razas braquicéfalas de 6 meses de edad con colapso laríngeo severo, y en algunos estudios se reporta mayor incidencia del SB en perros machos¹⁹.

Las razas de perros braquicefálicos son: pugs, bulldog inglés, bulldog francés, boston terrier, pekinés, maltés, shiltzu, bóxer, cavalierking charles spaniels, yorkshire terrier, pinscher miniatura y chihuahua¹⁹. La esperanza de vida media de estas razas puede llegar a ser 3 años menor a la de razas no braquiocefálicas¹⁷.

Este trabajo buscó establecer las posibles diferencias en tolerancia al ejercicio y en respuestas fisiológicas generadas por la ejercitación entre caninos jóvenes obesos versus caninos jóvenes braquiocefálicos habitantes de gran altura.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en Bogotá, Colombia. Esta ciudad está ubicada a 2600 metros sobre el nivel del mar y presenta condiciones de zona ligeramente húmeda. El estudio incluyó un total de 55 perros de ambos sexos, entre 1 y 10 años de edad, todos habitantes permanentes de la zona. Los animales se dividieron en 3 grupos: 1) braquicefalos, 2) obesos y 3) controles. Dentro de cada grupo las razas participantes fueron:

Grupo 1: Shih Tzu (7), Pug (5), Bulldog Inglés (3), Bulldog Francés (3), Boston Terrier (2).

Grupo 2: Cocker Spaniel (2), Golden Retriever (2), Pug (1), Springer Spaniel (1), Labrador (1), Husky (1), Samoyedo (1), Pastor Collie (1), Beagle (1), Schnauzer (1), Bull Terrier (1), Pinscher (1) y criollos (4). En este grupo se incluyeron inicialmente dos Bulldog inglés pero fueron retirados del análisis por presentar las dos condiciones estudiadas en este trabajo.

Grupo 3: Labrador (2), Pastor Alemán (2), Pitbull (1), French Poodle (1), Pomerania (1), Schnauzer (1), Golden Retriever (1), Pastor Ganadero Australiano (1) y criollos (7). La edad promedio de los animales fue: braquiocefálicos 6,35 +/- 2,5 años; obesos 8,05 +/- 2,6 años, y control 5,4 +/- 2,4 años. El peso promedio (kg) para los grupos fue: braquiocefálicos 11,4 +/- 5,4, obesos 27,0 +/- 7,9, y control 22,0 +/- 8,9 k. Condición corporal promedio: braquiocefálicos 5,2/9, obesos 7,7/9 y controles 5,2/9.

Adicional a la condición de obeso o braquicefálico, los criterios de exclusión incluyeron cualquier patología que impidiera un desplazamiento normal, enfermedad cardiorrespiratoria, preñez y consumo de medicamentos que afecten el funcionamiento del corazón. Los datos fueron obtenidos desde agosto de 2020 a diciembre de 2020.

El protocolo de prueba de marcha de seis minutos fue aprobado por el comité de bioética de la Universidad de La Salle. Los animales fueron divididos en tres grupos: grupo 1: perros braquiocefálicos (n=20), grupo 2: perros con condición corporal de 7 a 9/9^{14,15} (n=18) y grupo 3: perros sanos (n=17).

Los propietarios fueron convocados en parques y calles. Todos firmaron una carta de consentimiento autorizando que su mascota participara en el estudio. Los animales fueron llevados al sitio de evaluación donde se les permitió descansar por lo menos 10 minutos. Una vez terminado este tiempo, se les realizó un examen clínico y se registró su FC y FR.

Los animales caminaron por seis minutos en una pista plana sin obstáculos, con una longitud de 30 metros. La pista se encontraba ubicada en un parque y por lo tanto no tenía control de temperatura ni humedad. La pista fue medida con una cinta métrica, y la distancia recorrida por los animales se evaluó teniendo en cuenta que un recorrido fue sede del inicio de la pista, hasta llegar al otro extremo de ella.

Cada recorrido equivalió a 30 metros. Si al finalizar los 6 minutos, el canino en la prueba no había llegado

al otro extremo de la pista, se medían los metros que caminó al iniciar el último recorrido, y se sumaban. En los resultados todo fue pasado a metros. Todas las evaluaciones fueron realizadas en momentos del día similares para tener condiciones medioambientales parecidas. Los datos fueron tomados antes de las 11 am y después de las 3 pm, para tener temperaturas oscilando entre los 13,4 y 14,4°C⁴.

Se evitó realizar la prueba al mediodía teniendo en cuenta que a estas horas la temperatura tiende a ser mayor en la ciudad de Bogotá llegando a la temperatura máxima⁴ y esto podría provocar cambios en la tolerancia al ejercicio de los caninos produciendo jadeo o mayor fátiga y afectando así los resultados de la prueba.

Cada animal fue acompañado por su propietario y guiado por collar para que permaneciera en línea recta en el recorrido. Sin embargo, cada uno caminó a su propio ritmo. Ninguno fue forzado a ir más rápido o más lento de lo que quería. Cuando se presentó cansancio, los animales redujeron su velocidad y algunos se detuvieron. Estas señales de agotamiento fueron incluidas en el reporte final de cada participante.

Una vez finalizados los seis minutos, se volvieron a medir las FC y FR en cada paciente, así como la distancia recorrida. La frecuencia cardíaca fue medida mediante auscultación torácica con un fonendoscopio y la frecuencia respiratoria fue observada con el movimiento de la respiración. Ambas frecuencias fueron registradas durante 1 minuto.

Para el análisis estadísticos, los datos fueron tabulados y promediados. Todos ellos fueron sometidos a la prueba *Shapiro-Wilk* para establecer normalidad. Los grupos fueron comparados mediante *ANOVA* para muestras no pareadas y se les realizó post-test de múltiple comparación de *Bonferroni*. El software utilizado fue *GraphPad Prism*.

RESULTADOS

Las Figuras 1 al 7 indican las distancias recorridas por los 3 grupos (Figura 1), la frecuencia cardíaca en reposo (Figura 2), post-marcha (Figura 3), inicial-final (Figura 4), respiratoria en reposo (Figura 5), respiratoria al terminar la prueba (Figura 6) y la diferencia entre respiración inicial y final (Figura 7).

La Figura 1 revela que las distancias recorridas por los animales del grupo 1 (349 +/- 65 m) y 2 (341 +/- 96 m) fueron más bajas que las registradas en el grupo control (414 +/- 65 m). Adicionalmente, no se observaron diferencias entre los animales obesos y braquicefálicos.

En cuanto a la evaluación de los diferentes parámetros fisiológicos y sus respuestas, se pudo observar que la FC en reposo (Figura 2) fue mas alta en el grupo 1 (98 +/- 15 lpm) que en los controles (84 +/- 11 lpm) sin presentarse diferencias entre los grupos 1 y 2.

Adicionalmente, la frecuencia cardíaca al final del recorrido (Figura 3) fue más alta en los grupos 1 y 2 (112 +/- 12 y 105 +/- 18 lpm respectivamente) versus los controles (88 +/- 11 lpm).

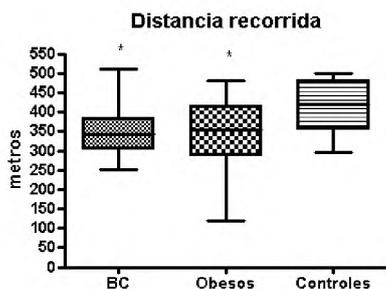


Figura 1. Distancia recorrida por los tres grupos de animales. Los grupos 1 y 2 caminaron una distancia menor que los controles (* $p < 0,05$). BC: braquicefálicos.

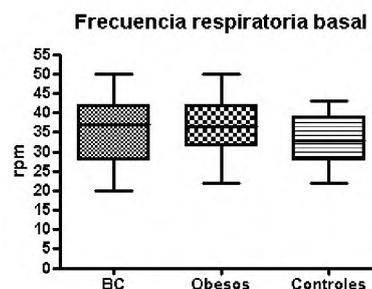


Figura 5. La frecuencia respiratoria en reposo fue similar en los diferentes grupos evaluados. BC: braquicefálicos.

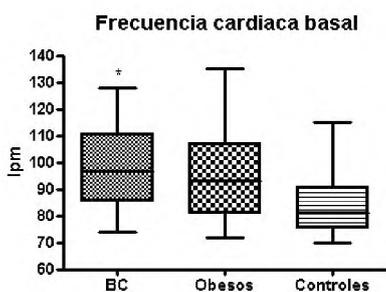


Figura 2. La frecuencia cardiaca en reposo fue más alta en el grupo 1 comparado con los controles (* $p < 0,05$). BC: braquicefálicos.

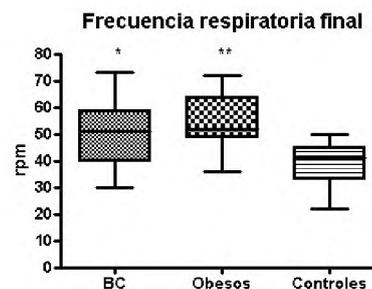


Figura 6. La frecuencia respiratoria fue más alta en los grupos 1 y 2 vs. Los controles después de terminar la prueba de marcha (* $p < 0,05$, ** $p < 0,001$). BC: braquicefálicos.

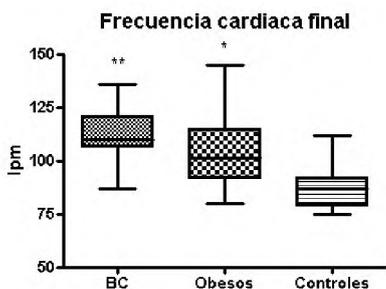


Figura 3. La frecuencia cardiaca fue más alta en los grupos 1 y 2 vs los controles después de terminar la prueba de marcha (* $p < 0,05$, ** $p < 0,001$). BC: braquicefálicos.

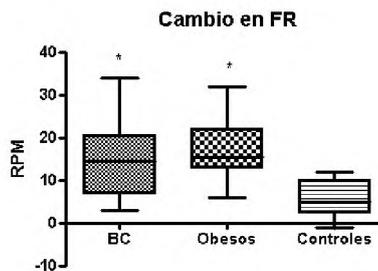


Figura 7. La diferencia entre la frecuencia respiratoria inicial y la final fue mayor en los grupos 1 y 2 comparados con los controles (* $p < 0,05$). BC: braquicefálicos.

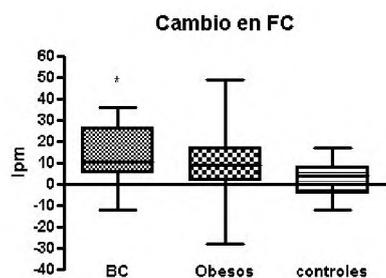


Figura 4. La diferencia entre la frecuencia cardiaca inicial y la final fue mayor en el grupo 1 comparado con los controles (* $p < 0,05$). BC: braquicefálicos.

Es importante notar que en este último grupo no se presentó un cambio en la FC después del recorrido. Sin embargo, el grupo 1 reveló un incremento de la FC de 14 ± 13 lpm versus $3,2 \pm 8$ lpm del grupo control (Figura 4). Una vez más no se observó diferencia entre los grupos 1 y 2.

La Figura 5 muestra que no se presentaron diferencias en la FR entre los tres grupos antes de empezar la prueba. Por otro lado, una vez finalizada la prueba, la FR aumentó en el grupo 1 (50 ± 11 rpm) y grupo 2 (54 ± 11 rpm) mientras que los controles presentaron $39 \pm 8,2$ rpm (Figura 6). Esta diferencia ocurrió porque el grupo control presentó un incremento de $5,8 \pm 4,4$

rpm mientras que en los grupos 1 y 2 se presentaron incrementos de 15 +/- 7.7 y 18 +/- 7 rpm, respectivamente.

Todos los caninos braquicefálicos jadeaban al final de la PM6M y durante los minutos siguientes. De los caninos obesos, 7 jadearon al final del ejercicio (Figura 7).

DISCUSIÓN

Con los resultados obtenidos tras la PM6M nos dimos cuenta del impacto (tanto en caninos con obesidad, como en caninos braquiocefálicos) de su condición fisiológica y morfológica, bien sea por consecuencia de enfermedad o naturaleza de la raza, y que este daño en la calidad de vida es el mismo en las dos condiciones, para los caninos que las presentan.

Se observó el efecto de la obesidad en los parámetros medidos en esta prueba: distancia recorrida, FC y FR; y como la limitación respiratoria es similar tanto en un perro que presenta síndrome braquiocefálico, por su raza, que desencadena en limitaciones del tracto respiratorio por la deformidad en su morfología dadas las modificaciones genéticas que se han hecho en estas razas a lo largo de los años, así mismo como en los caninos obesos presentando igual esta limitación respiratoria marcada.

Este hallazgo indica que, en ambos casos, bien sea para compensar la limitación respiratoria dada por la función ventilatoria modificada, o por otra razón, la función cardíaca se veía notablemente más aumentada, así fuera en reposo.

Tanto los caninos que sufren de síndrome braquiocefálico como los perros obesos, mantienen el mismo cambio en las variables de la PM6M, a comparación de los caninos sanos, aumentando en estos: FC, FR y disminuyendo la distancia de recorrido.

En el caso del grupo 1 y 2 la distancia recorrida fue menor a la del grupo 3, y los caninos del grupo 1 y 2 a mitad de la prueba se podían observar con un agotamiento más marcado, habiendo unos que empezaban a jadear, aunque fueran a su paso, indicando así con este hallazgo, que la condición de los caninos braquiocefálicos, a pesar de haber sido modificada en la historia por el hombre, es "natural", y aun así su tolerancia al ejercicio es igual a la de un canino obeso por enfermedad.

La corta distancia de recorrido en la PM6M en los perros obesos y braquiocefálicos puede reflejar cambios pulmonares y cardíacos perjudiciales y se puede asociar con la disminución del bienestar respiratorio y de la calidad de vida.

Otro hallazgo fue que la FC en reposo es mayor en caninos braquiocefálicos, con lo que podemos ver que su condición no solo afecta el sistema respiratorio, seguidos de los obesos. Esto es dado por la mayor energía necesitada debido al aumento de masa corporal, y adicionando que ambos presentan variación en la función ventilatoria, llevando a déficit de oxigenación y un aumento compensatorio en ambos grupos 1 y 2. Por otro lado, al terminar la prueba, estos presentaron un aumento adicional en su FC, a comparación del grupo 3.

Finalmente, la FR, aunque en reposo fue similar en los 3 grupos, tras la prueba, se pudo observar que aumentó marcadamente en caninos obesos (grupo 1), seguida por los caninos braquiocefálicos (grupo 2).

Las diferencias anatómicas en perros obesos pueden estar implicadas, como en los humanos, en la disminución de la tolerancia al ejercicio, ya que cuando hay un aumento de masa abdominal, por el tejido graso, se disminuye el movimiento descendente del diafragma, limitando que el pulmón se expanda, haciendo que sea más difícil para ellos continuar con la caminata de manera normal.

A diferencia de seres humanos, se han encontrado estudios en los cuales sujetos con obesidad severa muestran menor saturación arterial de oxígeno como consecuencia de la disminución de la reserva de volumen espiratorio y la anormal distribución de la ventilación¹⁸.

Durante la PM6M hubo caninos del grupo 1 y 2 que jadearon durante y después de la prueba. El comportamiento de jadeo en algunos perros (los que resultaban más cansados en la prueba), la alteración hallada puede compararse con las técnicas de ventilación usada en humanos para mejorar la eficiencia del intercambio de gases¹⁸.

Como en personas, un peso y condición saludable en perros refleja por medio de la PM6M una mejor respuesta cardiopulmonar, al contrario de los perros obesos o con limitación por presentar síndrome braquiocefálico.

La limitación respiratoria es marcada por igual en ambos grupos, así como el aumento de la frecuencia cardíaca anterior y posterior a la prueba, a comparación del grupo control, siendo raza y condición corporal los factores que implican cambios notables en los resultados de la PM6M, reflejando que tanto caninos obesos como braquicefálicos tienen disminuida su tolerancia al ejercicio a comparación del grupo control y reflejando así funciones pulmonares perjudiciales y una disfunción cardíaca, que se asocian a la disminución de la calidad de vida en ambos grupos.

La PM6M fue una manera fácil y segura de realizar el estudio a estos caninos, y nos puede dar idea de la función cardíaca y respiratoria de estos ya que ha sido usada en otros estudios de caninos con enfermedad pulmonar grave²² o insuficiencia cardíaca inducida⁵. Ya había sido puesta en marcha en caninos obesos, pero no braquiocefálicos, indicando así con los resultados obtenidos que estos últimos poseen similares afectaciones cardiopulmonares que los caninos que padecen de obesidad.

En conclusión, este estudio se realizó con el objetivo de saber si habría diferencias en el desempeño de estos caninos (braquiocefálicos y obesos) al realizar tareas simples como una caminata normal en el día, llegando con los resultados y estudios a la conclusión de que tanto caninos braquiocefálicos, que tienden a sufrir de distintas deformaciones en el tracto respiratorio superior, desencadenando patologías subsecuentes a la

falta de oxígeno por la conformación de su cráneo, y otros problemas incluidos los cardíacos, como caninos obesos, que por su condición de peso corporal excesivo presentarán dificultad respiratoria que los llevará a compensar con frecuencias cardíacas más altas, intolerancia al ejercicio.

Entre otros, al ser puestos a prueba en la PM6M presentan ambos resultados sin diferencias, ya que en ambos casos la limitación del aire es marcada, y por esto mismo las frecuencias cardíacas permanecen en mucho mayor aumento antes y después de la prueba. Además, la tolerancia al ejercicio es mucho más disminuida dada sus condiciones, ya que durante el ejercicio el paso fue más lento, con jadeo, y las distancias mucho más cortas a comparación del grupo control.

Ambas condiciones (braquicefalia y obesidad) influyen en el grado de deterioro de la calidad de vida de estos animales, conllevando a enfermedades futuras tanto cardíacas como respiratorias, pero sin embargo, la obesidad puede ser tratada fácilmente, por medio de un programa de pérdida de peso que incluya dieta y ejercicio, lo cual va a demostrar cambios positivos en los parámetros fisiológicos de estos animales y aumento en la distancia recorrida de la PM6M¹⁸. En cambio, la condición de los caninos braquiocefálicos es más difícil de tratar, ya que es un problema netamente genético y de raza, por lo cual es más probable que la condición de braquicefalia afecte más la calidad de vida de los caninos a largo plazo.

REFERENCIAS:

1. **Bach JF et al.** 2007. Asociación de disfunción de las vías respiratorias espiratorias con obesidad marcada en perros adultos sanos. *Rev EU Investig Vet* 68: 6, 670-675.
2. **Barón Ó, Díaz, G.** 2016. Caminata de seis minutos: propuesta de estandarización del protocolo y aplicación práctica para la evaluación de la hipertensión pulmonar con especial referencia a la de los niños. *Rev Colombiana Cardiol* 23: 1, 59-67.
3. **Bartges J, Kushner RF, Michel KE, Sallis R, Day MJ.** 2017. One health solutions to obesity in people and their pets. *Journ Comp Pathol* 156: 4, 326-333.
4. **Bernal GH, Cadena MC, Montealegre MC.** 2007. Estudio de la caracterización climática de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelo. <http://www.ideam.gov.co>.
5. **Boddy KN, Roche BM, Schwartz DS, Nakayama T, Hamlin RL.** 2004. Evaluation of the six-minute walk test in dogs. *Am J Vet Res* 65: 3, 311-313.
6. **Casanova C et al.** 2011. Six minute walk distance project (ALAT). The 6-min walk distance in healthy subjects: reference standards from seven countries. *Eur Respir J* 37: 1, 150-156.
7. **Dupré G, Heidenreich D.** 2016. Brachycephalic syndrome. *Vet Clin North Am: Small Anim Pract* 46: 4, 691-707.
8. **Espinell CD, Ortiz RN, Vargas PP.** 2019. Six-minute walk test does not affect blood pressure in healthy dogs at high altitude. *Journ Pharm & Toxicol Meth* 99: 106-95.
9. **German AJ.** 2006. The growing problem of obesity in dogs-cats. *J Nutr* 1940-1946.
10. **German SL et al.** 2012. Quality of life is reduced in obese dogs but improves after successful weight loss. *The Vet Journal* 192: 3, 428-434.
11. **González NF, Anchique CV, Rivas AD.** 2017. Test de caminata de 6 minutos en pacientes de rehabilitación cardíaca de altitud moderada. *Rev Colomb Cardiol* 24: 6, 626-632.
12. **Gutiérrez CM et al.** 2009. Prueba de caminata de seis minutos. *Revista Chil Enferm Respirat* 25: 1, 15-24.
13. **Ladlow J, Liu NC, Kalmar L, Sargan D.** 2018. Brachycephalic obstructive airway syndrome. *Vet Record* 182: 13, 375-378.
14. **Laflamme DP.** 1997. Development and validation of a body condition score system for dogs. *Canine Pract* 22: 10-15.
15. **Laflamme DP, Kealy RD, Schmidt DA.** 1994. Estimation of body fat by body condition score. *J Vet Intern Med* 8:154.
16. **Lamb AP, Meurs KM, Hamlin RL** 2010. Correlation of heart rate to body weight in apparently normal dogs. *Rev Cardiol Veterin* 12: 2, 107-110.
17. **Liu NC et al.** 2017. Conformational risk factors of brachycephalic obstructive airway syndrome (BOAS) in pugs, french bulldogs and bulldogs. *Plos One* 12: 8.
18. **Manens J et al.** 2013. Effect of body weight loss on cardiopulmonary function assessed by the 6-minute walk test and arterial blood gas analysis in obese dogs. *J Vet Intern Med* 28: 2, 371-378.
19. **Meola SD.** 2013. Brachycephalic airway syndrome. *Topics in Compan Anim Med* 28: 3, 91-96.
20. **Mazzeo RS.** 2008. Physiological responses to exercise at altitude. *Sports Med* 38: 1, 1-8.
21. **Rusko H, Tikkanen H, Peltonen J.** 2004. Altitude and endurance training. *J Sports Sci* 22: 10, 928-945.
22. **Swimmer RA, Rozanski EA.** 2011. Evaluation of the 6-minute walk test in pet dogs. *J Vet Intern Med* 25: 2, 405-406.
23. **Usui S, Yasuda H, Koketsu Y.** 2016. Characteristics of obese or overweight dogs visiting private japanese veterinary clinics. *Asian Pacif Journ Trop Biomed* 6: 4, 338-343.
24. **Vargas OC.** 2014. Exercise and training at altitudes: physiological effects and protocols. *Rev Cienc Salud* 12: 1, 107-122.
25. **Vargas PP, Galindo ZV, Pedraza TA, Pinto PV.** 2018. Effect of training on agility at high altitude in border collie dogs on some electrocardiography variables. *Rev Investig Vet del Peru* 29: 1, 41-54.
26. **Vargas PP, Pedraza TA, Betancourt E, González C, Pinto PV.** 2016. Tolerancia al ejercicio en perros con hipertensión pulmonar tratados con sildenafil. *Rev de Investig Vet del Perú* 27: 3, 421-426.
27. **Zoran DL.** 2010. Obesity in dogs and cats: a metabolic and endocrine disorder. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 40: 2, 221-239.