

## Análisis sanguíneo y el rendimiento deportivo en el caballo



**Figura 1.** Toma de muestra para analítica sanguínea.

*Fuente de la imagen: Shutterstock*

### INTRODUCCIÓN

Las analíticas sanguíneas en caballos son una herramienta diagnóstica habitual en la práctica diaria. Su uso de forma rutinaria puede tener un gran interés para el control o la monitorización de la forma física y del ejercicio o el entrenamiento. La clínica equina se encuentra en gran parte enfocada al deporte ya que un gran número de caballos son atletas, por lo que este tipo de pruebas relacionadas con el estado de forma y el rendimiento deportivo tienen un gran interés.

A pesar de que existen ciertas diferencias en resultados de los estudios llevados a cabo acerca del uso de analíticas sanguíneas para el caballo de deporte, se ha comprobado que su uso, especialmente de forma seriada, puede ser muy interesante de cara a que la vida deportiva del caballo, así como su salud, sea la mejor posible.

### TOMA DE MUESTRAS

De cara a realizar análisis sanguíneos es importante ser consciente de que la precisión de las mediciones varía en función de las máquinas utilizadas y, por tanto, en muchas ocasiones, de los laboratorios. Por ello, si se busca llevar a cabo un estudio seriado o comparativo, se recomienda que el procesamiento de la muestra se realice en el mismo laboratorio.

La obtención de sangre para su posterior procesamiento se debe hacer de forma rápida y con el caballo lo más calmado posible para evitar las potenciales interferencias producidas por el estrés. Las muestras seriadas deben ser tomadas siempre en las mismas condiciones (horarios, trabajo previo, alimentación, etc.). Es importante también el mantenimiento de la muestra hasta que se procesa, que la temperatura a la que se exponga no sea extrema y, a poder ser, que no le incida luz solar directa.

## **PRUEBAS EN REPOSO VS PRUEBAS EJERCICIO**

Las pruebas en reposo y en ejercicio dan datos adecuados para conocer el estado de forma del caballo, además de su estado de salud. Las pruebas de ejercicio intenso inducen mayores cambios en ciertos aspectos, aunque depende del interés del estudio va a ser preferible una prueba en ejercicio o una prueba en reposo. Las muestras después de ejercicio intenso se deben tomar antes de que haya pasado un minuto del final del ejercicio, con una frecuencia cardíaca igual o superior a 100 lpm. A pesar de que hay muchos estudios con valores de referencia, lo más adecuado para llevar a cabo el seguimiento deportivo de un caballo es hacer estudios seriados, ya sea de las pruebas en reposo o de las pruebas en ejercicio, para poder evaluar los cambios de forma individualizada.

## **CAMBIOS EN LA ANALÍTICA PROVOCADOS POR EL EJERCICIO Y EL ENTRENAMIENTO**

Los cambios en la capacidad aeróbica de los caballos se reflejan en un aumento del consumo máximo de oxígeno, del volumen de sangre, del volumen de eritrocitos, de la capilarización y de la densidad mitocondrial y actividad oxidativa de enzimas.

El entrenamiento y el ejercicio inducen cambios en el hemograma. Los eritrocitos y la hemoglobina que contienen tienen un papel fundamental transportando oxígeno de los pulmones a los músculos y tejidos utilizados para hacer ejercicio. Además, la hemoglobina se ha correlacionado con el consumo máximo de oxígeno.

Además de los cambios en los eritrocitos, la hemoglobina y el hematocrito, se han visto alteraciones en el MCHC (concentración de hemoglobina corpuscular media), el MCV (volumen corpuscular medio) y la MCH (hemoglobina corpuscular media).

Durante el entrenamiento o sesión de trabajo equina se produce un fenómeno fisiológico, una contracción esplénica que produce la salida de eritrocitos del bazo a la corriente sanguínea. En este proceso los eritrocitos de un caballo pasan

de 35-45 % a 65 % en ejercicio máximo. El aumento de los eritrocitos produce una mejora de la capacidad de transporte de oxígeno y es uno de los puntos clave que contribuyen a la impresionante capacidad del caballo de aumentar el consumo de oxígeno en ejercicio. Después del ejercicio, el hematocrito tarda unos 10 minutos en volver a su estado basal. La capacidad esplénica se puede testar haciendo una toma de sangre en reposo y justo después de un ejercicio máximo. El resultado de esta prueba va a depender del tamaño del bazo, que aumenta con la edad y depende de la raza.

También se presentan cambios a corto plazo en los leucocitos tras un ejercicio intenso, produciéndose leucopenia.

El entrenamiento (ejercicio continuado durante un tiempo concreto a lo largo de varios días o semanas) afecta al sistema inmune de los caballos (Tabla 1), modificando el recuento de los leucocitos, según estudios realizados en caballos de carreras jóvenes. Dichas alteraciones producidas por el ejercicio son, en ocasiones, comparadas a reacciones similares a inflamación, considerándose que durante el ejercicio se producen cambios fisiológicos que afectan al sistema inmune. El entrenamiento de forma regular de velocidad o sprints está asociado con una leucocitosis por un aumento de los linfocitos, como se observó también en un reciente estudio en caballos de carreras al inicio de su entrenamiento. El aumento en los neutrófilos de igual forma se ha visto en caballos de carreras tres meses después de comenzar su entrenamiento, así como un aumento en los monocitos y eosinófilos. El aumento en los eosinófilos del mismo modo fue visto en otro estudio, añadiendo además en éste, el hallazgo de un aumento de los basófilos. Se ha observado, de la misma manera, un aumento de los leucocitos en caballos de raid y de escuelas hípicas. En el entrenamiento de raid se produce un aumento de los neutrófilos, disminución de los linfocitos y un marcado descenso de los eosinófilos (que también son cambios típicos producidos por estrés).

**Tabla 1.** Comparativa de los resultados obtenidos en los estudios revisados (columna de la izquierda) y los cambios en leucocitos, linfocitos, neutrófilos, eosinófilos, monocitos y basófilos registrados en los mismo por el ejercicio.

Estudios	Leucocitos	Linfocitos	Neutrófilos	Eosinófilos	Monocitos	Basófilos
Clayton, 1991	Aumento	Aumento				
Miglio y col, 2021		Aumento	Aumento	Aumento		Aumento
Witkowska-Piłaszewicz y col, 2020		Aumento				
Capelli y col, 2020		Aumento	Aumento	Aumento	Aumento	Aumento
Masko y col, 2020	Aumento	Disminución	Aumento	Disminución		

## EL SOBREENTRENAMIENTO

El sobreentrenamiento se produce por un ejercicio excesivo o bien por un inadecuado reposo o una inadecuada nutrición. Uno de los signos más característicos del sobreentrenamiento grave es el daño muscular, que suele observarse con dolor muscular, rigidez y sudoración. Para medir el daño muscular se utilizan las enzimas aspartato aminotransferasa (AST), creatinquinasa (CK)

y lactato deshidrogenasa (LDH). Estas tres enzimas suben de forma muy brusca tras el daño muscular y descienden a distinta velocidad (Tabla 2). Por ello, al obtener los datos y, sobre todo al hacer un seguimiento de las enzimas se puede evaluar el momento en el que se encuentra el caballo con respecto al momento en el que se produjo el daño. Es importante apuntar que, aunque no en la misma medida, la CK y la AST pueden aumentar por otras causas.

**Tabla 2.** Enzimas musculares y daño muscular: pico máximo (h) y velocidad de descenso de enzimas aspartato aminotransferasa (AST), creatinquinasa (CK) y lactato deshidrogenasa (LDH).

Enzima	Pico máximo (h)	Velocidad descenso
CK	4-6	Rápida
LDH	12	Media
AST	24	Lenta

Sin llegar al daño muscular, se han observado aumentos en la AST en caballos sobreentrenados. También se han visto aumentos en la LDH en las primeras fases del entrenamiento en caballos de carreras sanos, sin tener otros signos de sobreentrenamiento. De la misma manera se han visto aumentos en la CK y la AST en caballos sanos de raid tras una sesión de entrenamiento. Por otro lado, algunos veterinarios utilizan la ratio neutrófilos – linfocitos, que está directamente relacionada con el estrés, aunque ésta no es siempre indicativa. La eosinopenia es otro de los factores que ha sido utilizado,

proponiéndose como más sensible que la ratio anterior. De la misma manera, el descenso del pH durante el ejercicio es otro punto clave de fatiga y se debe recordar que en caballos, la hemoglobina actúa como tampón permitiendo que toleren unas altas concentraciones de lactato, haciendo que sea un parámetro interesante de evaluar. En definitiva, todo ello implica que se necesitan más estudios con una mayor población de caballos para poder discernir realmente qué alteraciones de la analítica están correlacionadas con el sobreentrenamiento.

## CONCLUSIÓN

Llevar a cabo estos análisis de forma rutinaria en caballos atletas, permite en muchos casos la prevención de lesiones y otras patologías, así como un ajuste más acertado del entrenamiento, reposo o incluso la dieta. Este interés hace que el estudio de perfiles seriados, así como el desarrollo de biomarcadores sea muy interesante de cara a continuar mejorando el estado físico y el rendimiento de los caballos de deporte. Se ha sugerido que la monitorización de los parámetros sanguíneos y de coagulación durante los programas de entrenamiento, al menos en caballos de carreras, puede ser útil para evaluar el estado de forma y ajustar los planes de entrenamiento.

*Autora: Atocha Calvo Santesmases, DVM*

## BIBLIOGRAFÍA

1. Pedlar, C. R., Newell, J., & Lewis, N. A. (2019). Blood Biomarker Profiling and Monitoring for High-Performance Physiology and Nutrition: Current Perspectives, Limitations and Recommendations. In *Sports Medicine (Vol. 49, pp. 185–198)*. Springer. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01158-x>
2. Miglio, A., Cappelli, K., Capomaccio, S., Mecocci, S., Silvestrelli, M., & Antognoni, M. T. (2020). Metabolic and biomolecular changes induced by incremental long-term training in young thoroughbred racehorses during first workout season. *Animals*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/ani10020317>
3. McGowan, C. (2008). Clinical Pathology in the Racing Horse: The Role of Clinical Pathology in Assessing Fitness and Performance in the Racehorse. In *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice (Vol. 24, Issue 2, pp. 405–421)*. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2008.03.001>
4. Miglio, A., Falcinelli, E., Mezzasoma, A. M., Cappelli, K., Mecocci, S., Gresele, P., & Antognoni, M. T. (2021). Effect of first long-term training on whole blood count and blood clotting parameters in thoroughbreds. *Animals*, 11(2), 1–13. <https://doi.org/10.3390/ani11020447>
5. Maško, M., Domino, M., Jasiński, T., & Witkowska-piłaszewicz, O. (2021). The physical activity-dependent hematological and biochemical changes in school horses in comparison to blood profiles in endurance and race horses. *Animals*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/ani11041128>
6. McGowan, C., & Hodgson, D. R. (2014). Hematology and Biochemistry. In D. R. Hodgson, K. Harrington McKeever, & C. McGowan (Eds.), *The Athletic Horse. Principles and practice of equine sports medicine. (Second Edition, pp. 56–68)*. Elsevier
7. Carlson GP. Haematology and body fluids in the equine athlete: a review. In: Gillespie JR, Robinson NE, editors. *Equine exercise physiology 2*. Davis (CA): ICEPP Publications; 1987. p. 393–425.
8. Cappelli, K., Amadori, M., Mecocci, S., Miglio, A., Antognoni, M. T., & Razuoli, E. (2020). Immune response in young thoroughbred racehorses under training. *Animals*, 10(10), 1–13. <https://doi.org/10.3390/ani10101809>
9. Clayton, H. M. (1991). The Cardiovascular System. In *Conditioning Sport Horses (pp. 3–18)*. Sport Horse Publications.
10. Weibel ER, Taylor CR, Hoppeler H. The concept of symmorphosis: a testable hypothesis of structure-function relationship. *Proc Natl Acad Sci USA* 1991;88(22):10357–61
11. Ekblom B, Goldbarg AN, Gullbring B. Response to exercise after blood loss and reinfusion. *J Appl Physiol* 1972;33(2):175–80.
12. Ekblom B, Wilson G, Astrand PO. Central circulation during exercise after venesection and reinfusion of red blood cells. *J Appl Physiol* 1976;40(3):379–83
13. LYKKEBOE, G.; H. SCHOUGAARD and K. JOHANSEN (1977). Training and Exercise Changes Respiratory Properties of Blood in Race Horses. *Respiration Physiol*. 29:315-325.
14. PERSSON, S.G.B. (1987). On blood volume and working capacity in, horses. *Acta. Vet. Scand. Suppl.* 18:1-189.
15. PERSSON, S.G.B. and J. ULLBER (1974). Blood volume in relation to exercise tolerance. *JL. S. Afric. Vet. Assoc.* 45: 293-299
16. Witkowska-Piłaszewicz, O., Maško, M., Domino, M., & Winnicka, A. (2020). Infrared thermography correlates with lactate concentration in blood during race training in horses. *Animals*, 10(11), 1–13. <https://doi.org/10.3390/ani10112072>
17. Fazio F, Assenza A, Tosto F, Casella S, Piccione G, Caola G. Modifications of some acute phase proteins and the white blood cell count in thoroughbreds during training. *Vet Rec.* 2010 Sep 4;167(10):370-3. doi: 10.1136/vr.c3761. PMID: 20817897.
18. Persson SGB. Blood volume, state of training and working capacity of racehorses. *Equine Vet J* 1968;1(2):52–62
19. Persson SG, Osterberg I. Racing performance in red blood cell hypervolaemic standardbred trotters. *Equine Vet J Suppl* 1999;30:617–20.
20. Golland LC, Evans DL, McGowan CM, et al. The effects of overtraining on blood volumes in standardbred racehorses. *Vet J* 2003;165(3):228–33.
21. Hamlin MJ, Shearman JP, Hopkins WG. Changes in physiological parameters in overtrained Standardbred racehorses. *Equine Vet J* 2002;34(4):383–8.
22. Rosedale P.D., Burguez P.N., Cash R.S.G. (1982). Changes in blood neutrophils/lymphocyte ratio related to adrenocortical function in the horse. *Equine Vet. J.*, 14: 293–298.
23. Tyler-McGowan CM, Golland LC, Evans DL, Hodgson DR, Rose RJ. Haematological and biochemical responses to training and overtraining. *Equine Vet J Suppl.* 1999 Jul;(30):621-5. doi: 10.1111/j.2042-3306.1999.tb05297.x. PMID: 10659331.