





Relevancia de los valores de referencia para evaluar la función renal en un *Panthera tigris tigris*

Cortés Pérez Ethel¹

 0009-0001-8533-3597

Leal Nieves Juliana Alejandra²

 0000-0002-2909-0607

Maldonado Reséndiz Ricardo Itzcoatl^{2*}

 0000-0002-5049-0672

¹Universidad Nacional Autónoma de México.
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
Departamento de Etología, Fauna Silvestre
y Animales de Laboratorio.
Programa de Especialización en Cirugía
y Medicina Veterinarias en Fauna Silvestre.

²Universidad Nacional Autónoma de México.
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
Departamento de Etología, Fauna Silvestre
y Animales de Laboratorio.

* Autor para correspondencia
Correo electrónico:
itzcoatl.maldonado@fmvz.unam.mx

Recibido: 2025-06-24

Aceptado: 2025-10-21

Publicado: 2025-12-01

Información y declaraciones adicionales
en la página 10

© Derechos de autor:
Cortés Pérez Ethel et al. 2025

acceso abierto 



Distribuido bajo una Licencia Creative Commons
Atribución 4.0 Internacional (CC-BY 4.0)

Resumen

Descripción del caso. En este reporte se evalúa a un tigre de Bengala (*Panthera tigris tigris*), macho de 16 años, con diagnóstico presuntivo inicial de enfermedad renal crónica, basado en una evolución clínica de aproximadamente un año. Dado que la exactitud del diagnóstico está condicionada, especialmente en especies de fauna silvestre, se subraya la importancia de determinar correctamente las fuentes de información y de realizar una investigación exhaustiva sobre la información disponible para cada especie, considerando sus limitaciones.

Hallazgos clínicos. El ejemplar forma parte del programa de condicionamiento operante del área de bienestar animal. Este tigre contribuye a la toma de muestras que se evalúan semestralmente. Se le toman muestras de sangre como parte de sus exámenes preventivos: uremia, creatinina elevada, hiperglucemia e hipercalcemia.

Tratamiento y evolución. Dieta basada en alimento húmedo para gato con enfermedad renal, quelantes de fósforo, lactobacilos y vitamina E. La condición corporal del animal se deterioró seis meses después de implementar ese tratamiento.

Pruebas de laboratorio. Química y hemograma trimestrales, dimetilarginina simétrica.

Relevancia clínica. Mediante una revisión sistemática de una base de datos actualizada sobre animales silvestres, se determinó que el paciente no presentaba enfermedad renal. Este hallazgo recalca la necesidad de investigar exhaustivamente la literatura disponible para mejorar la precisión diagnóstica y evitar errores en casos complejos o atípicos.

Palabras clave: Enfermedad renal crónica; ERC; Revisión sistemática; SDMA; Diagnóstico en fauna silvestre; Química sanguínea; Hemograma.

Una forma de citar este artículo:

Cortés-Pérez E, Leal-Nieves JA, Maldonado-Reséndiz RI. Relevancia de los valores de referencia para evaluar la función renal en un *Panthera tigris tigris*. Clínica Veterinaria: Abordaje Diagnóstico y Terapéutico. 2025;11:e1142025123. doi.org/10.22201/fmvz23958766e.2025.11.123.

Relevance of reference values for evaluating renal function in *Panthera tigris tigris*

Abstract

Case description. This report evaluates a 16-year-old male Bengal tiger (*Panthera tigris tigris*) with an initial presumptive diagnosis of chronic kidney disease, based on a clinical course of approximately one year. Given that diagnostic accuracy is limited, especially in wildlife species, the importance of correctly identifying information sources and conducting a thorough review of the available data for each species, while acknowledging its limitations, is emphasized.

Clinical findings. The specimen is part of the operant conditioning program in the animal welfare area. This tiger contributes to the sample collection that is evaluated every six months. Blood samples are taken as part of his preventive checkups: elevated blood urea nitrogen, elevated creatinine, hyperglycemia, and hypercalcemia

Treatment and evolution. A diet based on wet food for cats with kidney disease, phosphate binders, lactobacilli, and vitamin E. The animal's body condition deteriorated six months after implementing this treatment.

Laboratory tests. Quarterly chemistry panel and complete blood count, symmetric dimethylarginine.

Clinical relevance. A systematic review of the literature on wild animals found that the patient did not have kidney disease. This finding highlights the need to thoroughly investigate the available literature to improve diagnostic accuracy and avoid errors in complex or atypical cases.

Keywords: Chronic kidney disease; Systematic review; sDMA; Wildlife diagnosis; Blood chemistry; Complete blood count.

Descripción del caso

Tigre de Bengala (*Pantera tigris tigris*), macho de 16 años y con un peso estimado de 150 kg. El individuo vive solo en un recinto de 1 × 0.7 m, con plantas tropicales y sustrato de tierra. Este hábitat tiene un puente y una tarima de madera. El área de la zona abierta es de aproximadamente 10 m² y tiene una casa de noche de 4 m². Consumía 156 g de alimento húmedo para gato con enfermedad renal (Hill's®/Royal Canin®), 700 g de croquetas para gato (Hill's®/Royal Canin®), 1 800 g de carne de res, 2 000 g de pollo cocido sin piel y 15 g de carbonato de calcio.

Como medicina preventiva, se realizan exámenes coproparasitológicos seriados dos veces al año y, cada tres meses, se le desparasita con Fipronil (Frontline® para perros de 40 kg). Asimismo, como parte del programa de condicionamiento operante, se evalúa cada seis meses su estado de salud mediante exámenes de sangre. En enero de 2023, en la bioquímica sanguínea se identificaron azotemia, aumento de la alanina aminotransferasa (ALT), hiperglucemia, hiperglobulinemia e hipercalcemia. El hemograma reflejó neutrofilia y linfopenia, esto se asoció a estrés (Cuadros 1 y 2).

Cuadro 1. Bioquímica sanguínea

Analito	Unidad	Resultado	Referencia de laboratorio (desconocida)
Glucosa	mmol/L	6.38↑	3.99–5.43
Urea	mmol/L	20.0↑	5.04–14.86
Creatinina	μmol/L	243↑	118–198
Colesterol	mmol/L	5.43	2.19–6.20
Bilirrubina total	μmol/L	1.7	<32.5
Bilirrubina directa	μmol/L	1.7	<16.8
Bilirrubina indirecta	μmol/L	0	–
ATL	UI/L	71↑	<49
AST	UI/L	26	<36
GGT	UI/L	1	–
CK	UI/L	126	<646
Amilasa	UI/L	3112	–
Proteínas	g/L	82	54–83
Albúmina	g/L	38	25–48
Globulinas	g/L	44↑	20–42
Calcio	mmol/L	2.59	1.87–1.66
Fósforo	mmol/L	1.58	1.45–2.23
Potasio	mmol/L	4.0	3.8–4.6
Sodio	mmol/L	147	146–154
Cloro	mmol/L	112	116–124
Triglicéridos	mmol/L	0.8	0.73–0.82
DIF	mmol/L	35	30–4
Osmolalidad	mOsm/kg	303	280–305

Cuadro 2. Hemograma

Analito	Unidad	Resultado	Referencia de laboratorio (desconocida)
Eritrocitos	10 ¹² /L	7.2	5–10
Hemoglobina	g/L	142	80–150
Hematocrito	L/L	0.4	0.24–0.45
vgm	fL	54	40–55
cgmh	g/L	355	320–370
Plaquetas	g/L	272	230–330
Sólidos totales	10 ⁹ /L	74	50–80
Leucocitos	10 ⁹ /L	12.8	2.8–14
Neutrófilos	109/L	11.5 ↑	0.73–8.12
Linfocitos	109/L	1.2 ↓	1.40–8.32
Monocitos	10 ⁹ /L	0	0–0.24
Eosinófilos	10 ⁹ /L	0.1	0–0.12
Basófilos	10 ⁹ /L	0	0–0.3

Debido a los hallazgos séricos, se sospechó enfermedad renal, por lo que se decidió realizar la prueba de dimetilarginina simétrica (SDMA, por sus siglas en inglés). Una prueba que categoriza enfermedad renal según la clasificación emitida por el laboratorio (Cuadro 3).

Cuadro 3. Dimetilarginina simétrica

Analitos	Resultados	Unidad
SDMA	20.1	µg/dL
SDMA < 14.1 µg/dL, normal 14.1–19.9 µg/dL, sospecha de enfermedad renal > 2 µg/dL, enfermedad renal		

Fecha del análisis: enero de 2023.

Por los resultados, se tomaron muestras sanguíneas trimestrales para el seguimiento en enero, febrero y noviembre.

Hallazgos clínicos e interpretación

Se realizó una búsqueda sistemática en “Google Académico”, utilizando las siguientes palabras clave: (Values AND hematologic AND tigers) y (Values AND serum biochemical AND tigers). En total, este buscador arrojó 284 y 183 resultados, respectivamente. Se tomaron en cuenta artículos de investigación que estuvieran en texto completo y con ejemplares que estuvieran bajo cuidado profesional en instituciones de conservación o colecciones zoológicas. Con el propósito de establecer una comparación adecuada con los resultados obtenidos en nuestro ejemplar, se llevó a cabo un proceso de refinamiento en la selección bibliográfica. Como criterio principal de exclusión, se consideraron únicamente aquellos estudios que descartaban la presencia de enfermedades en los individuos analizados, asegurando así que las referencias utilizadas correspondieran a animales clínicamente sanos.

Además, se valoraron las características específicas de los artículos seleccionados, tales como el tipo de contención durante la toma de muestras y la especie o subespecie de los sujetos de estudio. Por otra parte, la literatura consultada señala que las bases de datos, que superan los cien individuos, contribuyen significativamente a la homogeneidad de los datos, ya que reducen la influencia de valores atípicos y proporcionan resultados más consistentes y representativos de la población general.⁽¹⁾ Tras este proceso de selección, se identificaron seis artículos relevantes (Cuadro 4). De cada uno de ellos se analizaron variables clave como el perfil de los sujetos de estudio, el modelo estadístico utilizado, los métodos de contención aplicados y la descripción del estado físico de los individuos.

En cuanto a la especie, tres artículos trabajaron con tigres de Bengala, dos con tigres siberianos y uno no especificó la subespecie. Respecto a las características de los ejemplares, la mitad de los estudios detallaron la edad de los individuos, y uno de ellos incluyó también el rango de peso. En relación con los modelos estadísticos, tres artículos describieron de forma clara las pruebas utilizadas para el análisis de datos, mientras que los otros tres no especificaron esta información. En cuanto al tipo de contención para tomar muestras, la mitad de los estudios emplearon la contención química con anestésicos como ketamina, dexmedetomidina y xilacina. Los demás artículos optaron por la contención física mediante el uso de una manga restrictiva. Además, tres de los seis estudios confirmaron que los ejemplares analizados se encontraban clínicamente sanos. En ellos se señalan criterios de salud como la ausencia de condiciones corporales inadecuadas, signos de deshidratación, alteraciones del comportamiento, presencia de ectoparásitos o antecedentes patológicos.

Cuadro 4. Resultados de la búsqueda sistemática

Título	Autor y año	Sujetos de estudio	Modelo estadístico	Tipo de contención	Estado de salud
Studies on serum biochemical values in tigers (<i>Panthera tigris</i>)	Chandranai et al. 2010 ⁽²⁾	21 tigres, no se menciona subespecie	Valores de referencia: media, error y desviación estándar	Física	No menciona
Hematological and serum biochemical indices of captive Royal Bengal Tigers (<i>Panthera tigris</i>), Arignar Anna Zoological Park, Vanaloor, Chennai	Allwin et al. 2019 ⁽³⁾	30 tigres de Bengala	Valores de referencia: media y desviación estándar. Estadística inferencial: prueba t de Student	Física	No menciona
Haematological and Biochemical Parameters of Captive Siberian Tigers (<i>Panthera tigris altaica</i>) from the Heilongjiang Province, China	Liu et al. 2021 ⁽⁴⁾	112 tigres siberianos e individuos de entre 2 y 9 años de edad	Valores de referencia: rango, media, y desviación estándar. Estadística inferencial: prueba de Shapiro-Wilk para determinar la diferencia entre machos y hembras	Química: 10 mg/kg ketamina	Mencionan que no existieron cambios conductuales en el comportamiento antes y después de las muestras
Comparative hematological variables of Bengal tigers (<i>Panthera tigris tigris</i>) kept in Lahore Zoo and Lahore Wildlife Park, Pakistan	Sajjad et al. 2012 ⁽⁵⁾	10 tigres de Bengala, individuos de entre 1 y 4 años y peso de entre 140 a 170 kg	Valores de referencia: media y desviación estándar. Estadística inferencial: ANOVA y prueba t de Student	Física	No mencionan
Hematologic parameters of captive lions (<i>Panthera leo</i>) and Siberian tigers (<i>Panthera tigris altaica</i>)	Larsson et al. 2015 ⁽⁶⁾	12 tigres siberianos	Valores de referencia: media y desviación estándar. Estadística inferencial: prueba de t de Student	Química: xilazina y ketamina (no refiere dosis)	Clínicamente sanos
Hematological and biochemical references values in healthy captive tigers (<i>Panthera tigris</i>)	Proverbio et al. 2021 ⁽⁷⁾	22 tigres de Bengala e individuos de entre 1 y 17 años	Valores de referencia: rango, media y desviación estándar	Química: dexmedetomidina y ketamina	Clínicamente sanos

Para establecer la referencia principal en la comparación de este caso, se seleccionó el estudio de Liu *et al.*⁽⁴⁾ Este trabajo destaca por incluir un total de 112 tigres siberianos y por aplicar un nivel de confianza del 95% en la interpretación de sus resultados, lo que aporta una base estadística representativa para nuestra comparación (Cuadros 5–7). Finalmente, se comparó con la base de datos “ZIMS Species 360”.

Cuadro 5. Comparación: valores de referencia y resultados

Analito	Unidad	Resultados	Referencia laboratorio desconocida	Liu <i>et al.</i> ⁽⁴⁾ (machos)		ZIMS 2025
				Media	Confianza 95%	
Glucosa	mmol/L	6.38	3.99–5.43	9.61	4.68–12.13	3.49–11.71
Urea	mmol/L	20	5–14.86	10.6	9.43–11.77	5.7–17.2
Creatinina	μmol/L	243	118–198	255.27	49.26–461.2	71–362
Globulinas	g/L	44	20–42	41.29	32.34–50.24	22–60
Calcio	mmol/L	2.59	1.87–1.66	2.64	2.45–2.83	8.6–11.4
Triglicéridos	mmol/L	0.32	0.73–0.82	0.4	0.19–0.61	12–71

Fecha: enero de 2023.

Cuadro 6. Comparación entre valores de referencia y resultados

Analito	Unidad	Resultados	UTCVM gato doméstico*	Liu <i>et al.</i> ⁽⁴⁾ (machos)		ZIMS 2025
				Media	Confianza 95%	
Creatinina	mmol/L	286	79.5–176.8	255.27	49.2–461.3	71–362

*Laboratorio de Patología Clínica de la Facultad de Medicina Veterinaria (UTCVM) de la Universidad de Tennessee.

Fecha: febrero de 2023.

Cuadro 7. Comparación entre valores de referencia y resultados

Analito	Unidad	Resultados	UTCVM gato doméstico*	Liu <i>et al.</i> ⁽⁴⁾ (machos)		ZIMS 2025
				Media	Confianza 95%	
Urea	mmol/L	15	6.79–13.93	10.6	9.4–11.7	5.7–17.2
Creatinina	mmol/L	204	79.5–176.8	255.27	49.3–461.3	71–362

*Laboratorio de Patología Clínica de la Facultad de Medicina Veterinaria (UTCVM) de la Universidad de Tennessee.

Fecha: noviembre de 2023.

Al analizar los resultados correspondientes a enero, febrero y noviembre de 2023, de acuerdo con Liu *et al.* y Zims 2025, en enero se observó únicamente un ligero aumento de la urea (Cuadro 5), y según Liu *et al.*, también en noviembre (Cuadro 7). En cuanto a los demás valores alterados: glucosa, creatinina, globulinas, calcio y triglicéridos, estaban dentro de los rangos normales.

Discusión y relevancia clínica

La enfermedad renal crónica (ERC) es el daño estructural o funcional de uno o ambos riñones de un individuo durante tres meses o más. El resultado de este daño es la pérdida de la capacidad del riñón para filtrar los desechos de la sangre, lo que afecta directamente la calidad de vida del individuo que la padece.^(8,9) En gatos domésticos de cualquier grupo etario, la literatura reporta que la enfermedad puede presentarse en un 30%; en los gatos gerontes, esta cifra puede aumentar hasta un 60%.⁽¹⁰⁾ En cuanto a los felinos silvestres, Junginger *et al.* (2015), señalan en un estudio retrospectivo sobre enfermedades en tigres, que el 86% de los ejemplares presentaron lesiones renales, donde la ERC es una causa común de mortalidad en tigres gerontes bajo cuidado profesional.

Esto resalta la importancia de realizar evaluaciones periódicas para permitir un diagnóstico temprano en estos individuos. En este caso, el ejemplar superaba la edad promedio de la especie en vida libre, convirtiéndolo en candidato para tener algún tipo de afección renal; sin embargo, establecer el diagnóstico de un paciente con ERC, conlleva exámenes clínico minucioso y paraclínicos, que ayuden a la evaluación específica y general del individuo para establecer un plan de tratamiento y pronóstico.

El diagnóstico de la enfermedad renal se basa en los exámenes paraclínicos: hemograma, química sanguínea, densidad urinaria, ultrasonografía y medición de la presión arterial. Los cambios estructurales en el riñón y los cambios en el volumen y la filtración de orina son parte de la evaluación integral de pacientes con ERC; sin embargo, en este caso se limitó a los estudios de sangre, lo que pudo repercutir en la confirmación o el estado del diagnóstico.^(9,11) Por otra parte, entre los signos clínicos compatibles con enfermedad renal se encuentran deshidratación, anorexia, polidipsia, poliuria, depresión, vómitos,⁽¹¹⁾ azotemia persistente y disminución de la concentración de orina, siendo estos últimos fuertes indicativos de esta enfermedad.^(9,12) Excluyendo el incremento de urea, el animal no tuvo otros signos clínicos sugerentes de enfermedad renal.

La creatinina y la urea son los biomarcadores más relevantes para detectar enfermedad renal en tigres. Sin embargo, se debe considerar la sensibilidad y la variabilidad por factores extrarrenales que contribuyen a la elevación de estos analitos. Ahora bien, la producción endógena en los músculos, una dieta alta en proteínas y la fisiología del individuo, como la edad y el sexo, favorecen el incremento de la creatinina.⁽⁸⁾ Por otra parte, la urea, es el producto final del metabolismo proteico y su excreción no solo depende de volumen de filtrado glomerular, además, es reabsorbida por los túbulos renales con la finalidad de proporcionar un gradiente osmótico favorable para la reabsorción de agua; por esta razón, sus niveles en sangre se pueden ver fuertemente influenciados por el estado hídrico del paciente,⁽¹³⁾ lo que justifica el aumento de la urea en noviembre (Cuadro 7).

Por otra parte, debido a que las pruebas de gabinete para el diagnóstico de la enfermedad renal son solo orientativas, ha surgido la necesidad de contar con pruebas de mayor sensibilidad. En felinos domésticos, la SDMA es el producto del catabolismo de las proteínas metiladas de arginina, secretada libremente por los riñones a través de los glomerulos renales.⁽¹⁴⁾ Esta prueba ha sido validada para la detección temprana de enfermedad renal, porque la tasa de filtración glomerular

(TFG) indica que el riñón ha perdido en promedio 40% de su funcionalidad. A diferencia de la creatinina, que se eleva hasta que las alteraciones en la TFG son del 75 por ciento.⁽¹⁵⁾

Sin embargo, el uso de SDMA en grandes felinos es un campo nuevo en el que hay poca investigación. En un estudio donde se comparó la creatinina sérica, la SDMA y la histopatología de muestras de tigres congeladas de 38 años, se sugirió una relación directa entre la creatinina y la SDMA: por cada unidad de SDMA, la creatinina sérica aumenta 82 %. Por otra parte, esta investigación también señala diferencias significativas en los niveles de estos analitos entre las subespecies Sumatra y Amur, así como entre la edad y el sexo. Finalmente, este estudio menciona que en solo tres tigres la SDMA estaba elevada y, en la histopatología, era compatible con lesiones renales; por lo que, estos hallazgos se necesitarían comparar con tigres sanos para identificar si la relación creatinina sérica-SDMA es un marcador temprano de enfermedad renal.⁽¹⁶⁾

Aunque la SDMA es un biomarcador confiable en gatos, en grandes felinos no está justificado, así, el resultado de este tigre de Bengala podría estar sesgado para hacer pensar que hay alteraciones en el filtrado glomerular. Finalmente, es necesario medir la densidad urinaria, realizar un ultrasonido para identificar posibles alteraciones en la estructura renal y medir la presión arterial. En este caso, los resultados de la química sanguínea, el hemograma y el examen físico no sugieren alteraciones. La enfermedad renal es una patología muy común en felinos bajo cuidado profesional. Sin embargo, su diagnóstico suele verse limitado por la dificultad para tomarle muestras.

Por otro lado, la búsqueda de información para comparar los valores obtenidos en este tigre revela una notable disparidad entre los resultados y los valores de referencia proporcionados por los laboratorios, que suelen basarse en otras especies. Se ha descrito la relación entre la expresión de la proteína SMP30, la regulación celular de las células epiteliales renales, los hepatocitos y el daño crónico de las células en ratones.⁽¹⁷⁾ Recientemente, se evaluó la expresión de la proteína SMP30 en dos cadáveres de tigres siberianos de entre 20 y 26 años. Según la necropsia, ambos fueron diagnosticados con enfermedad renal crónica; los resultados histopatológicos revelaron fibrosis renal intersticial, hiperuricemia y aumento de la creatinina, lo que indicó daño renal patológico y disfunción renal.

La medición de la SMP30 disminuyó en las células epiteliales tubulares renales en ambos casos. Sin embargo, aunque la medición de esta proteína podría ser un nuevo indicador de ERC, no existen estudios en modelos vivos de grandes felinos ni otra evidencia que lo respalde en esta especie. Además, su valor diagnóstico es inespecífico, ya que también se han descrito variaciones en sus analitos cuando el individuo tiene daño hepático.⁽¹⁸⁾

El programa "*International Species Information System*", actualmente conocido como "*Zoological Information Management System*" (ZIMS), fue creado en 1976 por los doctores Ulysses S. Seal y Dale Makey con el objetivo de centralizar y estandarizar los registros zoológicos en el mundo ante la carencia de datos sistematizados sobre especies en cautiverio.⁽¹⁹⁾ Actualmente, ZIMS se vincula con asociaciones de parques y zoológicos en más de ciento dos países.⁽²⁰⁾ Aunque la información generada por ZIMS recopila variables como especie, número de individuos, ubicación, fecha, detalles de la recolección de datos y persona o institución que los registra,⁽²¹⁾ es importante tener en cuenta que, para considerar parámetros sanguíneos, no basta con la creación de una base de datos, se requiere la integración de diferentes contextos científicos como confiabilidad, validez, reproductibilidad, evaluación estadística, revisión por pares y aplicabilidad clínica. Todo ello para obtener un mayor grado de evidencia.⁽²²⁾

Esta diferencia puede conducir a diagnósticos presuntivos incorrectos, por lo que es fundamental determinar qué tipo de estudio es adecuado para la comparación, utilizando criterios de inclusión y exclusión apropiados. En la literatura consultada, se recurrió a la contención química y física para analizar la sangre de los tigres en los zoológicos. No obstante, se ha discutido poco sobre el uso del condicionamiento operante como método alternativo para la obtención de mues-

tras y la exploración física. El condicionamiento operante constituye una excelente herramienta etológica. Un estudio con ciento veintiocho chimpancés sanos en cautiverio (*Pan troglodytes*) sugiere que el entrenamiento con refuerzo positivo reduce significativamente el estrés agudo, medido mediante el recuento de glóbulos blancos al administrar inyecciones intramusculares.⁽²³⁾

En grandes felinos, una investigación refiere la implementación de condicionamiento por refuerzo positivo con cuatro tigres de Sumatra (*Panthera tigris sumatrae*) para recolectar muestras sanguíneas y observar el comportamiento estereotipado. El estudio demostró que los animales se mantuvieron tranquilos dentro de la jaula de restricción mediante el entrenamiento y que hubo una diferencia estadísticamente significativa en la relación neutrófilo/linfocito comparada con el uso de la manga restrictiva. Además, se redujo 33.33 % el comportamiento estereotipado, específicamente la deambulación repetitiva.⁽²⁴⁾

Otro análisis refiere el refuerzo positivo como una alternativa eficaz para la recolección de muestras vaginales y sanguíneas en seis leonas africanas (*Panthera leo*) nacidas en cautiverio. En este estudio se reportó que, después de veinte semanas de entrenamiento, durante dieciocho meses, las leonas cooperaron en la recolección de aproximadamente setecientas cincuenta muestras vaginales y seiscientas cincuenta muestras de sangre.⁽²⁵⁾ Como conclusión, la cooperación voluntaria de los ejemplares cuando se les extrae sangre puede tener un impacto significativo sobre los valores hematológicos, lo que generaría un sesgo en su interpretación. Además, el refuerzo positivo reemplaza el uso de sedantes, reduce el riesgo de efectos secundarios de los tranquilizantes y mejora la experiencia de los individuos, cuyo resultado es mayor bienestar animal.

Es crucial reflexionar sobre la necesidad de realizar pruebas diagnósticas para la detección temprana de la enfermedad renal en tigres. Establecer exámenes físicos de rutina anuales, estudios sanguíneos, examen general de orina⁽²⁶⁾ y la utilización de ultrasonografía para detectar cambios morfológicos que generalmente no se identifican con estudios sanguíneos y de orina para determinar enfermedad renal en etapas iniciales.⁽²⁷⁾

Aún queda mucho por investigar en cuanto a su correlación con individuos sanos y con una población más amplia. En enfermedades renales en felinos, como los tigres, la evidencia científica permite guiar la elección de pruebas diagnósticas y el uso de protocolos clínicos adaptados a las características específicas de cada especie. Esto es especialmente relevante cuando discrepan los valores de referencia y los métodos de diagnóstico. Mediante un análisis científico riguroso, los datos validados pueden mejorar el diagnóstico minimizando el riesgo de errores y favoreciendo una atención personalizada y efectiva para cada animal.

Financiamiento

Este caso fue financiado con recursos del Centro de Interpretación y Convivencia con la Naturaleza Yumka'.

Agradecimientos

Agradecemos a todo el personal del Centro de Interpretación y Convivencia con la Naturaleza Yumka'.

Conflictos de interés

Los autores declaramos no tener ningún conflicto de interés.

Contribución de los autores

Conceptualización: E Cortés-Pérez, JA Leal Nieves, RI Maldonado-Reséndiz.

Curación de datos: E Cortés-Pérez, JA Leal Nieves, RI Maldonado-Reséndiz.

Análisis formal: E Cortés-Pérez, JA Leal Nieves, RI Maldonado-Reséndiz.

Adquisición de fondos: JA Leal Nieves.

Investigación: E Cortés-Pérez, JA Leal Nieves, RI Maldonado-Reséndiz.

Metodología: E Cortés-Pérez, JA Leal Nieves, RI Maldonado-Reséndiz.

Administración del proyecto: I Maldonado-Reséndiz.

Recursos: JA Leal Nieves.

Software: E Cortés-Pérez, JA Leal Nieves, RI Maldonado-Reséndiz.

Supervisión: I Maldonado-Reséndiz.

Validación: E Cortés-Pérez, JA Leal Nieves, RI Maldonado-Reséndiz.

Visualización: E Cortés-Pérez, JA Leal Nieves, RI Maldonado-Reséndiz.

Escritura-borrador original: E Cortés-Pérez, JA Leal Nieves, RI Maldonado-Reséndiz.

Redacción, revisión y edición: E Cortés-Pérez, JA Leal Nieves, RI Maldonado-Reséndiz.

Referencias

1. Sampieri RH, Fernández-Collado C, Baptista-Lucio P. Selección de una muestra. En: Metodología de la Investigación. 6a edición. DF, México: McGraw-Hill; 2014. pp. 142–64.
2. Chandranaiik YR, Nagaraju M, Ramesha K, Kumar PR, Ramesh K, Lokesha C, *et al.* Studies on serum biochemical values in tigers (*Panthera tigris*). *Zoos' Print Journal*. 2010;25(7). <https://zoosprint.org/index.php/zp/article/view/2019>
3. Allwin B, Kalaigan PA, Kanniappan S, Vairamuthu S, Jayathangaraj MG, Yasodha K. Hematological and serum biochemical indices of captive Royal Bengal tigers (*Panthera tigris*) from Arignar Anna Zoological Park, Vandaloor, Chennai. *Indian Journal of Animal Research*. 2019;53(12). doi.org/10.18805/ijar.B-3718.
4. Liu H, Cao Z, Zhao X, He X, Pan H, Yan L, *et al.* Haematological and biochemical parameters of captive Siberian tigers (*Panthera tigris altaica*) from the Heilongjiang Province, China. *Veterinary Medicine Science*. 2021;7:1015–1022. doi.org/10.1002/vms3.395.
5. Sajjad M, Akbar Z, Rabbani I, Ansari MS. Comparative hematological variables of Bengal tigers (*Panthera tigris tigris*) kept in Lahore Zoo and Lahore. *Veterinary Animal Science*. 2012;36(4):346–51. doi.org/10.3906/vet-1102-757.
6. Larsson MHMA, Santo PLE, Mirandola RMS, Fedullo JDL, Ito FM, Itikawa PH, *et al.* Hematologic parameters of captive lions (*Panthera leo*) and Siberian tigers (*Panthera tigris altaica*). *Acta Scientiae Veterinariae*. 2015;43:1311. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20163045091>

7. Proverbio D, Perego R, Baggiani L, Ravasio G, Giambellini D, Spada E. Hematological and biochemical reference values in healthy captive tigers (*Panthera tigris*). *Animals*. 2021;11(12):3440. doi.org/10.3390/ani11123440.
8. Mack RM, Hegarty E, McCrann DJ, Michael HT, Grauer GF. Longitudinal evaluation of symmetric dimethylarginine and concordance of kidney biomarkers in cats and dogs. *The Veterinary Journal*. 2021;276:105732. doi.org/10.1016/j.tvjl.2021.105732.
9. Polzin DJ. Chronic kidney disease in small animals. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2011;41(1):15–30. doi.org/10.1016/j.cvsm.2010.09.004.
10. Junginger J, Hansmann F, Herder V, Lehmecker A, Peters M, Beyerbach M, et al. Pathology in captive wild felids at German zoological gardens. *PLoS One*. 2015;10(6). doi.org/10.1371/journal.pone.0130573.
11. Conroy M, Brodbelt DC, O'Neill D, Chang YM, Elliott J. Enfermedad renal crónica en gatos que asisten a un consultorio de atención primaria en el Reino Unido: estudio de VetCompass™ (Epub). *Veterinary Record*. 2019(Apr);184(17):526. doi.org/10.1136/vr.105100.
12. Brans M, Daminet S, Mortier F, Duchateau L, Lefebvre HP, Paepe D. Symmetric dimethylarginine and creatinine plasma concentrations and glomerular filtration rate in cats with normal and decreased renal function. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2020. doi.org/10.1111/jvim.15975.
13. Zotta E, Ochoa F, Levy Yeyati N, Ibarra C. El manejo de la urea y su mecanismo de adaptación durante la enfermedad renal. *Revista de Nefrología, Diálisis y Trasplante*. 2009;29(1). <http://revistarenal.org.ar/index.php/rndt/article/view/323>
14. Cushing AC, Murphy R, Szlosek D, Gauger V, Coyne MJ, et al. Method comparison for measurement of symmetric dimethylarginine in tigers (*Panthera tigris*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 2022;53(1):200–203. doi.org/10.1638/2021-0067.
15. Hall JA, Yerramilli M, Obare E, Yerramilli M, Jewell DE. Comparison of serum concentrations of symmetric dimethylarginine and creatinine as kidney function biomarkers in cats with chronic kidney disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2014. doi.org/10.1111/jvim.12445.
16. Mota SM, Brandão J, Guthrie A. Comparison of symmetric dimethylarginine and creatinine in blood as endogenous markers of renal function in captive tigers (*Panthera tigris*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 2021;52(2):628–37. doi.org/10.1638/2020-0032.
17. Okada H, Senmaru T, Fukui M, Kondo Y, Ishigami A, Maruyama N, Obayashi H, Yamazaki M, Nakamura N, Hasegawa G. Senescence marker protein-30/gluconolactonase deficiency exacerbates diabetic nephropathy through tubular injury in a type 1 diabetes mouse model. *Journal of Diabetes Investigation*. 2015;6(1):35–43. doi.org/10.1111/jdi.12252.
18. Jung Y, Yim J, Lee Y, Lee S, Heo S, Bae S, Kim K, Park S, Park J, Kim T. Decreased SMP30 expression is related with (*sic.*) EMT in the kidneys of two Siberian tigers with CKD. *In Vivo*. 2024;38(1):226–234. doi.org/10.21873/invivo.13429.
19. Fleisness N. International Species Information System (ISIS): over 25 years of compiling global animal data to facilitate collection and population management. *International Zoo Yearbook*. 2003;38:61–75.
20. De Bont R. A computerised ark: The International Species Information System (ISIS) and the laborious re-ordering of the zoo world. *Journal of Global History*. 2025;20(2):199–216. doi.org/10.1017/S1740022824000226.
21. Schwartz K. Integration of *In Situ* Data Management for Biodiversity Conservation via the ISIS Zoological Information Management System [tesis doctoral]. Virginia, EE.UU: Mason University; 2014.
22. Djulbegovic B., Guyatt GH. Progress in evidence-based medicine: a quarter century on. *The Lancet*. 2017(Jul);390(10092):415–423. doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31592-6.

23. Lambeth SP, Hau J, Perlman JE, Martino M, Schapiro SJ. Positive reinforcement training affects hematologic and serum chemistry values in captive chimpanzees (*Pan troglodytes*). *American Journal of Primatology* 2006;68(3):245–56. doi.org/10.1002/ajp.20148.
24. Kiranaputri G, Sjahfirdi L, Tumbelaka LI, Yana A, Priyanto SK, Anggarsari LY, Marizal. Positive reinforcement conditioning as Sumatran tiger's (*Panthera tigris sumatrae*) social enrichment at Tambling Wildlife Nature Conservation Rescue Centre, Lampung, Indonesia. *Biodiversitas*. 2022;23(1):55–61. doi.org/10.13057/biodiv/d23010.
25. Callealta I, Lueders I, Luther-Binoir I, Ganswindt A. Positive reinforcement conditioning as a tool for frequent minimally invasive blood and vaginal swab sampling in African lions (*Panthera leo*). *Journal of Applied Animal Welfare Science*. 2019;22(5):508–19. doi.org/10.1080/10888705.2019.1709066.
26. Plan de Supervivencia de Especies de Tigres en asociación con el Grupo Asesor de Taxón de Félidos de la AZA. Manual para (sic.) cuidado de tigres (*Panthera tigris*) [PDF]. Silver Spring, Maryland, US: Asociación de Zoológicos y Acuarios en asociación con el Comité de Bienestar Animal de la AZA; 2016. https://assets.speakcdn.com/assets/2332/tiger_care_manual_spanish_alpza.pdf
27. Huaijantug S, Manatpreprem K, Manatpreprem S, Yatmark P. Ultrasonographic evaluation of the renal dimensions in captive tigers. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2017;78(12):1759–1763. doi.org/10.1292/jvms.15-0635.