

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA

**MEDICIÓN DE ELECTROLITOS EN SANGRE: IMPORTANCIA EN PACIENTE CANINOS Y FELINOS
HOSPITALIZADOS**

ESTUDIANTE:

ANGELA JOHANA SANCHEZ RIVEROS

ID:21468

MONOGRAFÍA PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO

DOCENTE:

DAVID FERNANDO BALAGUERA QUINCHE

2024

Introducción

En el entorno hospitalario es común que el médico veterinario se enfoque en lo general de la patología y así mismo emplear un tratamiento, sin tener en cuenta como esas patologías así parezcan sencillas pueden llegar a causar un desbalance en los electrolitos los cuales son de vital importancia tener un correcto balance de los mismo, ya que estos cumplen con la función de transporte de nutrientes, funcionalidad neuronal entre otras, las cuales van a ser descritas a lo largo del documento (Bradley, 2020).

El uso de exámenes de laboratorio también debe ser de uso rutinario donde permita evaluar tanto las enzimas hepáticas, renales y pancreáticas que acerque al profesional a un diagnóstico, pero también exámenes que midan electrolitos ya sea por medio paneles que maneje el laboratorio de preferencia del médico veterinario, o mediante gases arteriales, estos exámenes deben ser tomados de forma consten cuando el paciente se encuentra en el hospitalario veterinario (Bradley, 2020).

Cuando se tiene un conocimiento claro de las diferentes patologías que puede llegar a causar un desbalance en los electrolitos y en la homeostasis del cuerpo, el médico veterinario podrá tomar alternativas de tratamiento para poder corregir el desbalance presente en ese momento, tomando así terapéuticas como infusiones endovenosas constantes, una mejor elección de soluciones estériles de uso endovenoso, medicamentos que ayuden a controlar los síntomas que estén presentes en el paciente (Nelson et al., 2020).

Objetivo general

Investigar y elaborar una monografía que describa las alteraciones y la importancia de medir electrolito en pacientes que se encuentran hospitalizados.

Objetivos específicos:

- Exponer la importancia de cuantificar los electrolitos en sangre tanto en caninos como felinos, usando exámenes de laboratorio.
- Mencionar como diferentes patologías pueden afectar el balance de los electrolitos.
- Realizar una revisión teórica, para entender cómo se puede evidenciar un desbalance de electrolitos y que lo puede generar.

Resumen

En la presente monografía se abordó un tema el cual trata de la importancia de medir electrolitos en sangre en pequeños animales en especial Caninos y felinos que se encuentran en el área de hospitalización, dando a conocer la existencia de patologías que pueden ocasionar dichos desbalances, y cuál es la forma adecuada que puede usar el médico veterinario para corregir y estabilizar un paciente, teniendo en cuenta los signos, anamnesis y antecedentes clínicos presente en el mismo.

Se empleó una búsqueda minuciosa de artículos y libros que se encuentren en un rango de años a partir del 2016 hasta la actualidad, se tienen en cuenta palabras claves que ayuden a facilitar la búsqueda, tales como electrolitos, canino, felino, fisiología de los electrolitos, entre otras, se descartan artículos o libros que no cumplan con el criterio de búsqueda.

Realizando la revisión de literatura y elaborando una monografía se evidencio que existen diferentes tipos de patologías que pueden llegar a producir un desbalance de electrolitos, que muchas veces el médico veterinario no tiene en cuenta que puede ocurrir, tales como alteraciones renales ya sean crónicas o aguda, enfermedades de origen hormonal, o enfermedades de origen gastrointestinal, teniendo en cuenta el presente trabajo el profesional tendrá herramientas que lo ayuden a guiar el diagnóstico y como puede corregir el desbalance electrolítico que presente el paciente.

Summary

This monograph addresses a topic that deals with the importance of measuring blood electrolytes in small animals, especially canines and felines, that are in the hospitalization area, making known the existence of pathologies that can cause such imbalances, and what is the appropriate way that the veterinarian can use to correct and stabilize a patient, taking into account the signs, anamnesis and clinical history present in the same.

A thorough search was carried out for articles and books ranging in age from 2016 to the present, taking into account keywords that help facilitate the search, such as electrolytes, canine, feline, physiology of electrolytes, among others, and discarding articles or books that do not meet the search criteria.

By reviewing the literature and preparing a monograph, it was shown that there are different types of pathologies that can lead to an electrolyte imbalance, which the veterinarian often does not take into account, such as renal disorders, whether chronic or acute, diseases of hormonal origin, or diseases of gastrointestinal origin. Taking into account this work, the professional will have tools that help guide the diagnosis and how to correct the electrolyte imbalance that the patient presents.

Marco de referencia

El médico veterinario debe tener un concepto claro que lo ayude a orientarse al momento de tratar a un paciente, por tal motivo es fundamental tener conocimiento de cómo funciona la fisiología de los electrolitos y como el desbalance entre ellos nos pueden llegar a causar diferentes signos, o como ciertas patologías que el paciente ya tenga de base nos pueden llegar a alterar la homeostasis de los electrolitos en el organismo.

Los electrolitos tanto en animales como en humanos son importantes, ya que estos van a proporcionar un balance hídrico lo cual ayudará a las diversas funciones corporales como: la regulación de presiones osmóticas, excitabilidad neuromuscular y la transmisión de señales nerviosas, todo esto se lleva a cabo ya que estos iones se mantienen con cargas al circular en los fluidos corporales como la sangre, el plasma y líquido intersticial (Martínez y Oliver 2016).

Según lo citado por Bradley (2020), entendemos que la fisiología es una rama de la medicina que estudian los cambios que se tiene al interior del organismo tanto celulares como hormonales lo cual garantizará un buen funcionamiento del mismo, estos mecanismos van regulados por la sangre tratándose de un fluido que encontramos en todo el organismo, este se encarga de dar vitalidad como lo cita Forman et al (2016), en su artículo *What is the concentration of hydrogen peroxide in blood and plasma?*, donde su composición es amplia pero uno de los elementos más importantes son los eritrocitos, estos son encargados de ayudar al transporte de sustancias y también al transporte de hemoglobina, cuya sustancia se encuentra en su interior y nos llevará oxígenos a los tejidos generando a si su correcto funcionamiento.

Se debe tener claro que para que toda esta homeostasis del cuerpo debe ir ligado a que la sangre debe tener un balance ácido-base al cual tiene la capacidad de regular el pH y mantenerlo en equilibrio (Hamilton. P., et al 2021), al no ser así podemos llegar a causar el desbalance de diferentes constantes en el organismo, como lo son los electrolitos los cuales pueden llegar causar

diversas enfermedades en diferentes sistemas, tales como cardiaco, digestivo o endocrino, tratándose de una alteración en el funcionamiento o el desequilibrio como antes mencionado que tiene el organismo, llevándolo a una respuesta de injuria en algún órgano o sistema donde se va a desarrollar una pérdida o disminución de la función (Foo. K, 2019).

Los electrolitos ayudan a que el organismo funcione correctamente, ya que estos tienen la capacidad de generar una corriente eléctrica cuando se encuentran en una solución y tener cargas, con lo cual reciben el nombre de iones, (Estefan. E, 2019; Gaviria et al (2016), cita que en el cuerpo existen diferentes tipos de electrolitos los cuales tienen como propósito y función hacer que el organismo se encuentre en un correcto balance de todas sus funciones fisiológicas.

1. Sodio

El sodio, el cual es uno de los cationes más importantes a nivel extracelular ya que se encuentra en mayor cantidad y cumple con la función de mantener la presión osmótica extracelular adecuada, el cual cumple también la función de que la célula absorba los nutrientes (Zambrano E y Zambrano V. 2023).

El sodio cumple con dos funciones la cual es la regulación del volumen sanguíneo y de la osmolaridad plasmática; la regulación del volumen sanguíneo está dirigida por el riñón ya que este órgano es uno de los encargados de activar el sistema renina angiotensina aldosterona, el cual se activa cuando las células yuxtglomerulares detectan una baja en perfusión sanguínea, donde enviarán una señal para que se forme aldosterona, la cual será la encargada de mantener activos los canales de sodio para la absorción del mismo junto con el cloro y el agua, la angiotensina cuya cual también se formara mediante la señal emitida por las células yuxtglomerulares, cumplirá la función de reabsorber sodio, cloro y agua en el túbulo renal y de estas dos forma se aumentara la presión sanguínea (Soriano 2024)

Se entiende que la osmolaridad plasmática es el reflejo del número de partículas de soluto que se encuentran activas, esto está regulado por el sodio, cloro, glucosa y urea, pero en mayor prevalencia por el sodio y el cloro, ya que estos dos electrolitos se encuentran en una mayor concentración en la circulación, por ende ocurre el efecto de a mayor concentración de agua menos concentración de sodio o viceversa, cuando esto ocurre el organismo mediante osmorreceptores que se encuentran en el hipotálamo van a activar dos mecanismos que son: el estímulo de la sed y la hormona antidiurética, con lo cual el organismo envía señales al riñón para aumentar la eliminación de agua o la reabsorción de la misma (Soriano 2024)

2. Calcio

Según Ramón, et., al en el 2022 comenta que el calcio es uno de los electrolitos más abundantes en el organismo dado que este tiene la función de generar varios procesos en el mismo como el buen funcionamiento neuromuscular, hormonal, mineralización de huesos, contractibilidad cardíaca y también es importante en la cascada de la coagulación (Zambrano E y Zambrano V. 2023).

También cumple funciones que tiene que ver con la excitabilidad neuromuscular con la se cumplirán funciones de abrir o cerrar canales que a grandes rasgos se evidenciara con un buen funcionamiento de la parte motora y metabólica del paciente, por otra parte en conjunto con el magnesio cumplen funciones fundamentales en la parte reproductiva de las hembras ya que estos se deben encontrar en rangos adecuada para que al momento de la gestación y el parto, no tengan problemas con la hipocalcemia que se produce por la lactancia y la formación de huesos del feto (Portilla et al., 2021)

3. Magnesio

En unión con los demás electrolitos anteriormente mencionados, está el magnesio este es esencial para el buen funcionamiento del sistema nervioso, ganancia y funcionamiento muscular,

regulador de los niveles de azúcar en sangre y formación de ADN, el cual también es útil para convertir los nutrientes que recibe el cuerpo en energía para cumplir las funciones antes mencionadas (López Villalba y Mesa Sanchez, 2016).

El magnesio a diferencia de los demás electrolitos para mantenerlo en rangos normales y que cumpla sus funciones, se debe suplementar mediante la dieta ya que el cuerpo no tiene la capacidad de producirlo en grandes cantidades, este electrolito se debe mantener en valor aptos cuando se quiere tener una buena reproducción, ya que las hembras lo utilizan en todo su proceso de fecundación y gestación (Portilla et al., 2021)

4. Potasio

James. L 2021, menciona que el potasio es uno de los electrolitos que necesita el cuerpo para el buen funcionamiento, estando centrado en órganos o sistemas como es el cardíaco y muscular, este al igual que el sodio es uno de los electrolitos más abundantes en el organismo, donde tiene el balance 1:1 si entra un ion de potasio debe salir un ion de sodio o viceversa.

Esta regulación de niveles de potasio esta manejada directamente por el riñón donde vuelve a tener función la aldosterona, la cual tendrá acción en las células de los túbulos colectores la cual tendrá la función de formar canales de sodio los cuales llevaran en su interior tres iones de sodio, pero para cumplir su función de salida deben ingresar dos iones de potasio dando así origen a la bomba sodio/potasio (Soriano 2024)

Según Soriano. A (2024), el flujo sanguíneo regula la cantidad de potasio en niveles plasmáticos, si se tiene un flujo bajo de será más fácil para riñón realizar la reabsorción del mismo en comparación a cuando se encuentras flujos elevados con lo cual se genera que el potasio se pierda más rápido.

Métodos y técnicas de trabajo

Los métodos y técnicas que se llevaron a cabo en la presente monografía tuvieron como finalidad un orden adecuado con un énfasis científico, donde se realizó una revisión detallada de artículos y libros que estuvieron acorde con la temática que se eligió.

Objetivos	Establecer los objetivos de elaboración y que se espera de la monografía
Revisión de bibliografía	Realizar una revisión de bibliografía inicial sobre el tema determinado discriminar entre artículos
Criterios de exclusión	Tomar palabras claves que ayuden a tener una búsqueda más detallada y específica del tema
Búsqueda de literatura	Con ayuda de las palabras claves reunir artículos de utilidad sobre el tema a tratar en la monografía. Se tomaron los artículos y se organizaron por año de publicación, no menor al año 2016 hasta la actualidad.
Fuentes	Se tomó las fuentes más confiables para la recolección de los artículos necesarios, que se encuentren dentro de la actualidad.
Organización	Se organizó la información suministrada por las fuentes de búsqueda, utilizando esquemas que ayuden a orientar la monografía con la temática actualizada
Síntesis de la monografía	Se elaboró un documento de carácter explicativo de forma coherente, utilizando las fuentes anteriormente seleccionadas

Tabla número 1: Explicación sistemática en la elaboración de la monografía, de autoría propia

Teniendo los documentos seleccionados se tomó lo más relevante de cada uno y que aportara ideas claves, con las cuales se realizó un documento que le sirviera de guía al médico

veterinario, de cómo abordar los posibles desequilibrios de electrolitos que pueden llegar a tener los pacientes.

La elección de artículos y libros que se utilizaron en el presente trabajo estuvieron en un rango de fechas de publicación a partir del 2016 hasta la actualidad, utilizando como palabras claves; electrolitos en caninos y felinos, canino, felino, desbalance, osmolaridad, patologías, exámenes de laboratorio, toma de muestra sanguínea, tratamiento

Revisión sistemática y analítica

El uso de herramientas de laboratorio como los son exámenes de sangre evaluando cuadro hemático, bioquímicas sanguíneas como panel renal, hepático, medición de gases arteriales, uroanálisis, entre otros, todo depende del laboratorio clínico con el cual el médico veterinario va a trabajar, lo cual aportara herramientas para generar un tratamiento indicado de forma intra hospitalario que ayuden a la estabilización del paciente, también se podrán usar pruebas diagnósticas como ecografía para tener una herramienta que ayude a la estabilización del paciente (Marquina. J, 2016) (López villalba y Mesa Sánchez, 2016).

Comparando lo descrito por el autor Galan A et al., 2020, en su libro *medicina interna en pequeños animales*, cita que los desbalances de electrolitos pueden ser generados cuando los pacientes tienen perdidas como vómitos, diarrea o baja ingesta de alimento, los cuales son los síntomas más comunes por los cuales los propietarios acuden al servicio veterinario, dando puntos de vista similares donde se observa que uno de los tratamientos a lección es el uso de fluido como terapia vía endovenosa, así como también el uso de fármacos como se mencionaron a lo largo de la monografía (los antieméticos, analgésicos, diuréticos, protectores gástricos, entre otros), que minimicen los signos presentes en el paciente.

Se debe entender que el cuerpo se rige por un funcionamiento normal que se basa en un equilibrio que se genera por una buena homeostasis, para que se genere esto se debe tener en cuenta el buen funcionamiento de los electrolitos ya que estos ayudan a que se puedan tener un buen transporte y funcionamiento de diferentes sustancias u órganos, por tal motivo el médico veterinario no deberá dejar de lado el análisis o realizar pruebas que lo guíen si se encuentra algún desbalance de los diferentes electrolitos que tiene un paciente. (Bradley G, 2020)

Saber qué tipo de pruebas diagnósticas y lo que se busca es de vital importancia para de este modo poder tratar al paciente como se debe sin pasar por alto ningún desequilibrio, o tratar de forma adecuada la patología que esté generando dicho desbalance. (Galán et al., 2019).

1. Sodio

El sodio cuando se evidencia una alteración en este electrolito se puede ver de dos formas: cuando existe una elevación del mismo el cual recibe el nombre de hipernatremia, donde la osmolaridad a nivel plasmático está en un promedio por encima de 350 mOsm/kg tanto en perros como en gatos, con concentraciones de sodio superiores a 170 mEq/l en gatos y de 155 mEq/l en perros, el médico veterinario deberá tener en cuenta este desbalance cuando se presenta un paciente con pérdidas gastrointestinales como lo son el vómito y la diarrea, cuando se tiene paciente con fallo renal, en estas patologías existe ese desbalance ya que hay una pérdida tanto de agua como de sodio con predominio de agua, pero hay que tener en cuenta que en la patología de diabetes insípida también podemos llegar a tener un paciente con hipernatremia ya que en ella la pérdida de agua es mayor sin tener pérdida de electrolitos, cuando se da este aumento podemos llegar a tener pacientes con diferente sintomatología en su mayoría asociada a sistema nervioso central (SNC), se observara a pacientes con ataxia, estupor, debilidad muscular, convulsiones, desorientación e incoordinación, estupor y coma, para entender más a fondo por que ocurren estos síntomas es necesario entender que por este desbalance ocurre una deshidratación neuronal debido a una salida de fluidos del espacio intracelular al espacio extracelular generando así que los vasos sanguíneos meníngeos tengan un daño llegando a romperse y haciendo que el cerebro disminuya su volumen, a nivel sistémico en los vasos sanguíneos podemos llegar a tener injuria que lleve al pacientes a tener hematomas, infarto cerebral e isquemia, hemorragias o trombosis venosas (Nelson et al., 2020)

Para llegar a un diagnóstico el médico veterinario deberá tener en cuenta los exámenes sanguíneos como lo es un hemograma, o químicas sanguíneas donde evalúen cómo se encuentran los electrolitos del paciente, pero también existe otro examen que puede implementar el cual es un uroanálisis, ya que este mostrará cual es la densidad urinaria que tiene el paciente y podría proporcionar una pista de donde se está derivando este desbalance hidroelectrolítico, ya que como se había mencionado anteriormente este desbalance se puede dar por que influye en la liberación de vasopresina, entonces se tendría que un paciente tanto perro como gato que tenga una densidad urinaria menor a 1,008 se sospecharía de una diabetes insípida, por el contrario un perro con una densidad urinaria mayor a 1,030 indica que el eje túbulo renal vasopresina funciona con normalidad, el gato tendrá una densidad urinaria mayor a 1,035, estos valores también son resultado de un paciente que tiene pérdidas de agua a nivel gastrointestinal, cuando se tiene resultados en gatos 1,035 y en perros entre 1,008 y 1,030 deberá sospecharse de una alteración renal primaria o una deficiencia parcial de vasopresina. (Nelson et al., 2020)

MECANISMOS, CAUSAS Y CONSECUENCIAS CLÍNICAS DE LA HIPERNATREMIA

Mecanismos	Causas	
<i>Pérdida de agua libre sin reemplazo adecuado</i>		
Pérdida normal de agua insensible sin reemplazo adecuado	Falta de acceso al agua Incapacidad para beber	
Alteraciones en la sensación de sed	Hipodipsia primaria Neoplasia del sistema nervioso central	
Pérdida incrementada de agua insensible sin reemplazo adecuado	Situaciones de jadeo (fiebre, taquipnea, golpe de calor)	
Pérdidas urinarias de agua libre	Diabetes insípida central y nefrógena	
<i>Pérdida de fluidos hipotónicos sin reemplazo adecuado</i>		
HIPERNATREMIA	Pérdidas renales	Administración de diuréticos osmóticos (glucosa, manitol) o químicos (fármacos) Insuficiencia renal Diuresis postobstructiva
	Pérdidas no renales	Pérdidas gastrointestinales (vómitos, diarreas, obstrucción del intestino delgado) Pérdidas hacia el tercer espacio (peritonitis, pancreatitis) Pérdidas cutáneas (quemaduras)
<i>Consumo incrementado de Na</i>		
	Administración de fluidos hipertónicos (suero hipertónico, bicarbonato sódico, enemas de fosfato sódico) Alimentación parenteral total Hiperaldosteronismo Hiperadrenocorticismismo	
Consecuencias clínicas de la hipernatremia	Deshidratación celular en sistema nervioso central	

Tabla número 2: Patologías que causan hipernatremia

Nota: Adaptado de hipernatremia, medicina interna de pequeños animales sexta edición, 2020, Nelson. R. et al. Tabla explicativa de cómo las diferentes patologías que no pueden generar una hipernatremia

El tratamiento a emplear para la hipernatremia será basado en la sintomatología con la que llegó el paciente principalmente y después se deberá tratar la causa subyacente si la llega a tener, si la hipernatremia se deriva de una pérdida no renal como vómitos o diarreas el tratamiento será la administración de fármacos de preferencia para problemas gastrointestinales, como el citrato de maropitant el cual es un antiemético, su dosis será 1mg/kg cada 24h ya sea por vía s.c o i.v, otro antiemético que se puede usar es el ondansetron a dosis de 0.5 a 1mg/kg cada 6-8h por vía i.v, pero este tiene contraindicación si se sospecha que paciente puede tener alguna enfermedad renal (Lopez Villalba y Mesa Sanchez, 2016).

También se deberá tener en cuenta el uso de protectores gástricos ya que el vómito nos puede alterar la estructura de la mucosa gástrica, entre ello se encuentra el omeprazol 1-2mg/kg cada 12-24h por vía i.v en su preferencia dado que muchas veces la vía oral no es permeable para suministrar medicamentos de forma oral, sucralfato en perros a dosis de 0,5-1 g/perro cada 6-8h vía oral y en gatos a dosis de 0,25 g/ gato cada 6-8h vía oral (López villalba y Mesa Sánchez, 2016).

Se deberá restaurar el volumen del líquido extracelular el cual es necesario para cumplir las funciones fisiológicas que estos otorgan al cuerpo, como el transporte de nutrientes, oxígenos y sacar toxinas que la célula no necesita, para ello se realiza empleando soluciones que tengan un equilibrio adecuado de NaCl, se podría realizar una combinación a la cual a una solución base (ringer lactato con 2,5% de dextrosa, dextrosa al 5% o cualquier solución cristaloides de mantenimiento), se le añade NaCl al 23,4% esto se debe realizar con precaución, ya que se pueden llegar a causar otros efectos a nivel cerebral que no se desean como convulsiones, edema cerebral, hasta llegar a provocar la muerte cerebral de paciente, se deberá realizar a una velocidad de flujo de 1mEq/l/h en caso de hipernatremia leve a moderada y en caso de una hipernatremia grave se deberá realizar a una velocidad de flujo de 0,5mEq/l/h. (Nelson et al., 2020) (Formiga. F y Ruiz, D 2016)

Se deberá corregir el déficit de sodio en un 50% en las primera 24h y después se deberá corregir en las próximas 24-48h, a medida que el paciente va recibiendo la hidratación se evaluará los niveles de sodio en sangre estos deberá ir disminuyendo gradualmente, por lo general los pacientes con hipernatremia por lo general no tienen un incremento en la volemia (volumen de líquido extracelular), entonces se debe tener la precaución en el manejo de los fluidos ya que se puede llegar a causar un edema pulmonar o congestión pulmonar, fármacos que se pueden utilizar para ir disminuyendo lentamente las concentraciones de sodio y que se vaya eliminando la acumulación del mismo el médico veterinario podrá emplear diuréticos de asa por ejemplo la furosemida a dosis de 1-2 mg/kg vía I.V cada 8-12h, esto será un factor de favorecimiento a la eliminación por la orina (Nelson et al., 2020) (López Villalba y Mesa Sánchez, 2016).

Tipo de fluidos y concentración de Na

Fluidos	Concentración de Na (mEq/l)	Osmolaridad (mOsm/kg)
NaCl 0,9 %	154	308
Normosol R	140	295
Plasmalyte A	140	294
Ringer Lactato	130	273
NaCl 0,45 %	77	154
NaCl 0,45 % + dextrosa 2,5 %	77	280
Dextrosa 5 % en agua	0	252

Tabla número 3: Tipos de fluidos que se pueden emplear en medicina veterinaria

Nota: Adaptado de alteraciones electrolíticas, Guía práctica de interpretación analítica y diagnóstico diferencial en pequeños animales, 2016, López Villalba y Mesa Sanchez. La tabla explica los diferentes tipos de fluidos que se pueden usar en medicina veterinaria, y las concentraciones de solutos que estos tienen.

Se debe tener en cuenta este desbalance en pacientes con patología neurológicas ya que esto puede ser secundario a una alteración en el mecanismo regulador de la sed o por un defecto en la liberación en la vasopresina, (Nelson et al., 2020). Por el contrario también existe el desbalance de sodio (Na), por la disminución del mismo el cual recibe en nombre de hiponatremia, al realizar esta comparativa con la alteración patológica anteriormente mencionada podemos ver que se da por una elevada excreción de este electrolito a nivel renal o por un aumento en la retención de agua, pero en la mayoría de los casos los exámenes de laboratorio pueden arrojar valores que pueden llegar a confundir al médico veterinario, dado que si la muestra de sangre al centrifugarse el suero tiene lípidos estos pueden hacer que los niveles de sodio bajen en suero y dé un resultado erróneo, lo que se debe hacer es asociarse con la sintomatología que presenta el paciente y con las patologías que ya tiene de base, esta sintomatología la igual que el desbalance anterior tiene como sistemas diana el SNC, dando así resultados sintomatológicos como letargo, convulsiones, ataxia desorientación, vómitos, debilidad y fasciculaciones musculares, por más que son inespecíficos o son muy parecidos a la patología anterior se debe siempre correlacionar con los exámenes de laboratorio donde el médico podrá ver que el sodio en plasma está por debajo de 140 mEq/l, toda esta sintomatología nerviosa se da de forma contraria a la hipernatremia ya que es generada por que existe el movimiento de agua del espacio extracelular al espacio intracelular produciendo así la entrada de agua a la neurona y por consiguiente una lisis de la misma. (Nelson et al., 2020) (James, 2021).

Lo citado por Nelson et al., (2020), en su libro *medicina interna de pequeños animales*, dice que la concentración de sodio sérico puede disminuir si la concentración sérica de glucosa aumenta, por cada 100 mg/dl la disminución de sodio sérico es de 1.6 mEq/l, el médico veterinario podrá emplear una fórmula que lo ayude a calcular la osmolaridad plasmática del paciente,
$$\text{osmolaridad} = 2(\text{Na} + \text{K}) + \text{BUN}/2,8 + \text{glucosa}/18$$
, la importancia que tiene esta en el paciente, es

porque de esta forma se puede descartar una hiponatremia asociada a hipoosmolaridad o una hiponatremia por pseudohiponatremia, dado que si se genera por una hipoosmolaridad el resultado que tendrá el médico veterinario usando la fórmula es menor a 290 mOsm/kg y si es por pseudohiponatremia tendrá una osmolaridad plasmática normal, la cual corresponde tanto en perros y gatos un rango entre 280 a 310 mOsm/kg.

La forma de diagnosticar una hiponatremia se basa en los signos clínicos con los que llega el paciente y evaluación de electrolitos en sangre, como se mencionó anteriormente se debe tener en cuenta que el paciente puede presentar una pseudohiponatremia por ello se debe verificar la historia clínica, y si es necesario realizar otro tipo de análisis como evaluar una muestra de orina en el laboratorio, debido a que una de las etiologías de este desbalance puede llegar a ser de origen renal (Nelson et al., 2020).

Se debe tener en cuenta el usos de otros exámenes de laboratorio, ya que enfermedades como hiperadrenocortisismo nos va a generar una baja en el ratio Na/K, disminución de cortisol basal y disminución de cortisol post ACTH esto es causal de una baja osmolaridad, pero también se tiene un ratio Na/K normal se debe tener en cuenta diagnósticos diferenciales que causen una hipoproteinemia ya que existe una pérdida de Na al tercer espacio, los cuales son insuficiencia hepática, nefropatía perdedora de proteínas, enteropatías perdedoras de proteínas (Nelson et al., 2020) (Hernández et al., 2019).

El tratamiento será dirigido a aumentar los niveles de sodio en el espacio extracelular, esto se podrá realizar utilizando soluciones de soporte vía intravenosa, estas el médico veterinario las seleccionara según como el paciente lo requiera si se trata de una hiponatremia leve es indicado utilizar soluciones como ringer lactato, pero si es una hiponatremia grave y el paciente está presentando sintomatología nerviosa es indicado usar soluciones que tengan una concentración

un poco más elevada de sodio esta podría ser solución salina. (Nelson et al., 2020) (Lopez Villalba y Mesa Sanchez, 2016)

Un paciente un una hiponatremia aguda se puede presentar de dos formas: con convulsiones y el tratamiento con este paciente será dirigido con una solución salina hipertónica o con cloruro de sodio al 0,9% hasta que desaparezcan los signos neurológicos, esta presentación se da en menos de 24h, se debe tener presente la tasa de hidratación adecuada para el paciente ya que se debe evitar una sobrecarga de líquidos que nos puedan generar edema pulmonar, por otra parte podemos tener pacientes que el desbalance también es de presencia aguda pero sin convulsiones, o signos neurológicos, de ser así se puede restaurar el desequilibrio con solución salina al 0.9% o con ringer lactato. En pacientes que su cuadro lleva más de 24h, lo cual se puede decir que es crónico, deberá manejarse con ringer lactato, pero se debe tener la precaución de que el sodio suba 0,5 mEq/l/h (Nelson et al., 2020)

2. Calcio

La hipocalcemia se describe como la disminución de los niveles de calcio en sangre donde el resultados a nivel plasmático un valor menor a 9 mg/dl en perros adultos y de 8 mg/dl en gatos adultos, este desbalance se puede dar por la disminución de reabsorción de nivel renal u óseo, pero también se debe tener en cuenta que por eventos secundarios como la lactancia también las madres pueden generar este desbalance, una mala absorción intestinal nos puede generar que el calcio no llegue a niveles altos en sangre ni a los órganos donde es vital el buen funcionamiento de este, el médico veterinario deberá tener en cuenta sintomatología tal como cambios de comportamiento, nerviosismo, contracciones musculares focales, rigidez al caminar, calambre y convulsiones, especialmente en gatos se pueden presentar pacientes con letargo, anorexia, jadeo y fricción facial, por otra parte cuando el médico veterinario realiza el examen físico podemos

llegar a encontrar pacientes con fiebre, alteraciones cardíacas y con abdomen en tabla (Nelson et al., 2020).

Una de las maneras para poder diagnosticar una hipocalcemia se basa en el examen físico y las pruebas de laboratorio, las cuales ayudan a tener un acercamiento de esta patología, entre las cuales se encuentra la ecografía abdominal, hemograma, bioquímicas sanguíneas que mida la cantidad de calcio en suero, o pruebas como medición de amilasa tanto en caninos como en felinos, pero en felino hay una más específica como la lipasa pancreática específica felina, cualquiera son pruebas que acercan a un diagnóstico diferencial como la pancreatitis, por otra parte tener que el hipoparatiroidismo primario tanto en caninos como en felinos es uno de los diagnósticos más frecuentes cuando se tiene sintomatología o pruebas de laboratorio que nos indiquen que la concentración de PTH está disminuida o no se puede detectar. (Nelson et al., 2020) (Rascon et al., 2016)

Las pruebas diagnósticas deberán ir dirigidas a las patologías que pueden producir una baja en los niveles de calcio a nivel sanguíneo, existen otros tipos de enfermedades que pueden llegar a causar dicho desbalance como, hiperparatiroidismo renal secundario, sospecha de pancreatitis aguda, eclampsia puerperal, de forma iatrogénico en gatos posquirúrgicos de tiroides o como se mencionó en el apartado anterior un hipoparatiroidismo, esto es debido a que ya no se va a encontrar activa la hormona paratiroidea la cual es una de gran utilidad ya que es la encargada de mantener los niveles de calcio en un balance, por el eso al ser deficiente los niveles de este electrolito bajarán en sangre (Nelson et al., 2020) (Yeste et al., 2019)

Como tratamiento debe hallar la causa principal del desequilibrio, después de eso se deberá observar en los exámenes que tan bajo se encuentra el calcio en suero, si es de forma aguda y el paciente presenta sintomatología, en los exámenes se muestra que deficiencia rápida de calcio se deberá realizar una reposición del mismo vía intravenosa, a dosis de 0,5 a 1,5ml/kg, el

paciente debe tener un monitoreo constante ya que esto puede afectar su funcionalidad cardiaca y de ser así se debe retirar de forma inmediata la medicación, si no presenta ninguna alteración se debe evaluar este electrolito, cuando ya se encuentre en rango normales en sangre será el momento indicado de retirar el medicamento, si el médico veterinario se encuentra ante una patología como hiperparatiroidismo renal secundario la forma de corrección del desbalance será tratar la hiperfosfatemia o la niveles de vitamina D, si se trata de una pancreatitis deberá tratar de forma crónica esta patología y de esta forma el médico veterinario podrá regular los niveles de calcio en sangre. (Nelson et al., 2020)

Según Nelson et., al 2020, cuando se presenta una hipercalcemia se tiene pacientes que al realizar las pruebas de laboratorio tiene un valor por encima de 12 mg/dl, se debe tener en cuenta la edad del paciente la sintomatología con la que se presenta y las demás pruebas de laboratorio que se realicen, ya que en cachorros puede ser normal tener el calcio alto siempre y cuando las pruebas de laboratorio como la creatinina y la fosfatasa alcalina sérica se encuentran dentro de los parámetros normales, pero de lo contrario si tenemos animales clínicamente inestables con presencia de sintomatología tal como estreñimiento, vómito, convulsiones, debilidad, letargo y anorexia es debido que se disminuye la excitabilidad del músculo liso gastrointestinal, pero también se pueden presentar pacientes con polidipsia y poliuria debido a la pérdida de la capacidad renal para concentrar la orina y la mineralización del riñón otras causas son la diabetes insípida, existen una serie de patologías que generan este aumento como lo es la hipercalcemia humoral maligna la cual es un tumor que genera una sobreproducción de la sustancia que promueve la actividad osteoclástica y la reabsorción de calcio a nivel renal, como los son las sustancias de la parathormona y la hormona paratiroidea; también a nivel cardiaco se presentaran pacientes con arritmias y al realizar el electrocardiograma habrá un resultado de la prolongación del intervalo PR y un acortamiento en el intervalo QT. (Nelson et al., 2020).

Una de las herramientas que debe emplear el médico veterinario ser exámenes de sangre como un hemograma completo, junto con químicas sanguíneas evaluando electrolitos, en preferencia el paciente debe estar en ayuno ya que al momento de procesar la muestra el suero puede salir lipémico y esto mostrar resultados alterados de cómo se encuentran los electrolitos del paciente, también se deberá tener en cuenta que otras patologías como el hipoadrenocorticismismo pueden alterar la concentración de mineralocorticoides, se asocia también con una deficiencia de sodio, a un aumento del potasio y a una azotemia prerrenal. Se deberá descartar principales patologías como una falla renal crónica, hipervitaminosis D, hiperparatiroidismo primario. (Nelson et al., 2020)

Como tratamiento el médico veterinario deberá verificar cual es la causa primera que está ocasionando este desbalance y así mismo entrar a corregir o manejar esta patología, por otra parte deberá tener en cuenta los niveles que está manejando ya que si se tiene mayores a 17 mg/dl en perros y 16 mg/dl en gatos, si tiene azotemia presente esta será de forma prerrenal y es muy común que el médico veterinario observe esto en pacientes caminos ya que los tutores retirar el suministro de agua por la presencia de sintomatología como la polidipsia junto con la poliuria, el tratamiento tendrá como base el empleo de corticoides y diuresis salina, corrección de líquidos, y el uso de diurético como la furosemida se debe tener precaución de no usarlo sin antes reponer el líquido y realizar un constante monitoreo de cómo evoluciona, también como tratamiento se puede emplear el uso de calcitonina en lugar del uso de prednisolona pero esta producirá más efectos adversos como lo es la anorexia y vómitos (Nelson et al., 2020).

3. Magnesio

se tienen dos tipos de desbalances que el médico veterinario debe tener presente a la hora de evaluar y tener sus diagnósticos diferenciales, los cuales son hipomagnesemia e hipermagnesemia (López Villalba y Mesa Sánchez, 2016).

Tratando que la hipermagnesemia es el aumento en los niveles de magnesio en el plasma arrojando valores por encima de 2,5 mg/dl, este se origina cuando se tiene pacientes con falla renal, de forma iatrogénica por el aumento en la ingesta de magnesio o por una azotemia posrenal, pero muchas veces el diagnóstico se da es cuando el desbalance está muy alto, debido a la gran capacidad que tiene el riñón para excretar de forma efectiva el exceso de magnesio en el cuerpo, pero cuando se acumula se tienen pacientes con una sintomatología como hipotensión, letargo, alteración en el electrocardiograma donde se observan una prolongación de intervalo PR con un ensanchamiento del complejo QRS, también se pueden presentar con disfunción en la respiración como apneas que pueden llevar a una arritmia y en casos muy graves a una parada cardio respiratoria (Nelson et al., 2020).

De forma diagnóstica el médico veterinario deberá tomar exámenes de sangre donde se pueda observar cómo están funcionando los electrolitos en sangre, no hay un examen específico más que los signos clínicos y evaluar patología como fallo renal que puede generar esta alteración (Nelson et al., 2020).

Como tratamiento se maneja terapia de soporte según cómo se encuentre la sintomatología del paciente, tanto de sintomatología como funcionamiento renal, una vez revisado esto el médico veterinario realizará un tratamiento de soporte para ayudar a la excreción del exceso de magnesio en sangre, esto lo podrá realizar utilizando fluido terapia, junto con administración de diuréticos en este caso como la furosemida siempre evaluando la funcionalidad renal, si el paciente muestra sintomatología como hipotensión o arritmias que se sepa que esta sintomatología está causada por la hipermagnesemia, se verá indicado la administración de gluconato de calcio vía endovenosa. (Nelson et al., 2020)

La hipomagnesemia que como lo indica su prefijo “hipo”, es un trastorno donde los niveles de magnesio en el plasma llegan a valores inferiores a 1,5 mg/dl, esto puede estar debido a que se

tengan patologías como una malabsorción intestinal que nos impida que el magnesio que entra en la dieta se absorba correctamente, pero también se puede tener la disminución del mismo por pérdidas ya sea por vómitos y diarreas persistentes, por un aumento en la excreción a nivel renal, la administración de fármacos diuréticos o por injurias que afectan el riñón, esta disminución puede llevar a sintomatología un poco inespecíficos al principio como es la anorexia, letargo, decaimiento, debilidad muscular ataxia y coma, pero dado que el magnesio es importante para las reacciones enzimáticas tales como la bomba sodio-potasio ATPasa su deficiencia puede generar la pérdida de potasio generando así una disminución del potencial de reposo de membrana con lo cual vamos a tener un resultado el aumento de la excitabilidad de las fibras de Purkinje dando como resultado la aparición de arritmias. (Nelson et al., 2020).

El diagnóstico que el médico veterinario puede usar para saber si el paciente está cursando por una hipomagnesemia será la evaluación mediante pruebas de laboratorio como el análisis del suero o plasma pero es su gran mayoría de exámenes que se tienen en los laboratorio se usa el suero, así mismo deberá realizar una correlación entre el resultado del examen y los signos clínicos que se tengan, por otro lado también tiene que un uroanálisis puede llegar a ser un examen de laboratorio que aporte a saber si existe el desbalance y hay otro patología subyacente que lo esté generando., se tiene en cuenta patologías como cetoacidosis diabética, hipertiroidismo, diuresis posobstructiva, diarreas crónicas y usos de aminoglucósidos, estas patologías y fármacos nos van a inducir a una pérdida incrementada de magnesio, pero también se presentan cuando hay una mala distribución de magnesio entre ellas se tiene patologías como la pancreatitis, sepsis, shock y el usos de insulina y cuando se realiza transfusiones de sangre. (Nelson et al., 2020)

Como tratamiento el médico veterinario podrá emplear el uso de cloruro de magnesio como un mineral de uso endovenoso, a una dosis de 0,5-1 mEq/kg/día si se tiene en una

concentración de 8,12 mEq de magnesio, o a dosis de 0,3-0,4 mEq/kg/día si se tiene una concentración de 9,25 mEq de magnesio esta reposición se podrá realizar en soluciones dextrosadas del 5% o en solución salina ya que el magnesio se inactiva cuando está en soluciones que contengan bicarbonato o calcio, para la administración de este fármaco se deberá tener presente cómo está la funcionalidad renal de estar afectada se debe reducir la dosis a un 50 o 75%, se debe realizar un análisis de cómo está el magnesio, el potasio y calcio a las 8-12 horas después de instaurar el tratamiento. (Nelson et al., 2020) (Rodríguez P. y Avendaño M. 2016)

Se deben tener en cuenta efectos adversos del tratamiento al administrar magnesio, tal como una hipocalcemia severa con la cual se debe también administrar vía endovenosa infusión de calcio, por otra parte, se puede llegar a presentar hipotensión, bloqueo auriculoventricular de la rama del haz de his, y cuando hay una sobredosis se puede presentar parada cardíaca y depresión respiratoria. (Nelson et al., 2020)

4. Potasio

Como se ha mencionado con los desbalances anteriores tenemos dos tipos que son hipopotasemia e hiperpotasemia, teniendo así que una hipopotasemia es la disminución del potasio en niveles plasmáticos estando inferiores a 4,0 mEq/l, tenemos que esto puede ser generado por una excreción inadecuada a nivel renal o gastrointestinales, pero el médico veterinario debe tener en cuenta que se puede generar una pseudohiperpotasemia ocasionado por la forma en la que se mide el potasio en suero, hay que tener en cuenta que una hipoglucemia, hipoproteinemia, azotemia e hiperlipidemia también pueden generar una pseudohiperpotasemia, se presentan pacientes con una sintomatología a nivel cardiovascular y neuromuscular esto es generado por una hiperpolarización de las membranas, generando así una debilidad muscular, en gatos se puede observar una ventroflexión cervical, a nivel cardíaco

podemos observar una disminución en el gasto cardiaco y alteraciones en el ritmo las cuales son observables en el electrocardiograma (James, 2021) (Nelson et al., 2020).

Según Nelson et., al 2020, la forma de diagnosticar una hipopotasemia es realizar la evaluación de los niveles de potasio en suero, junto con el análisis de los antecedentes clínicos, por otro lado, el uso de exámenes como un uroanálisis, para detectar si el desbalance es proveniente de una falla renal.

Como tratamiento para ayudar al paciente a retornar el potasio a niveles adecuados se deberá emplear de forma endovenosa con infusiones de cloruro de potasio, este se deberá manejar si los niveles de potasio en suero se encuentran menores de 3,5 mEq/dl, si presenta sintomatología asociada a este desbalance, si la hipopotasemia es severa al administrar el cloruro de potasio deberá tenerse una adecuada monitorización, tener en cuenta funcionalidad renal y electrocardiogramas. (Nelson et al., 2020)

Suplementación parenteral de K	
K sérico (mEq/l)	Suplementación requerida de K (mEq/l)
3,5-5	20
3-3,4	30
2,5-2,9	40
2-2,4	60
<2	80

Tabla número 4: Dosis del potasio para suplementar vía endovenosa

Nota: Adaptado de alteraciones electrolíticas, Guía práctica de interpretación analítica y diagnóstico diferencial en pequeños animales, 2016, López Villalba y mesa Sanchez. La tabla explica las dosis a emplear de potasio según el desbalance en el examen de sangre.

Otro desequilibrio al cual se puede enfrentar el médico veterinario es la hiperpotasemia, la cual indica por su nombre que es el aumento a niveles plasmáticos de potasio los cuales están superiores a 5,5 mEq/l, es generada por una excreción anormal del riñón generada por una disfunción del mismo, también se habla que el hipoadrenocorticismos puede generar que se excrete potasio en niveles anormales en orina o por una ingesta elevada de potasio en la dieta, se tendrán pacientes con sintomatología asociada a debilidad muscular, pero de mayor importancia la que son generadas a nivel cardiaco causadas por la disminución de la excitación del miocardio produciendo una conducción más lenta. (James, 2021) (Nelson et al., 2020).

Como forma diagnóstica como en los demás desbalances es la evaluación de potasio en suero, pero así mismo se puede realizar un electrocardiograma para verificar como están las conducciones eléctricas del corazón, se tiene diferenciales para producir una hiperpotasemia tanto en gatos como en perros, las cuales pueden ser causadas por el riñón en enfermedades que predisponen a una oliguria o anuria, obstrucciones uretrales en machos comúnmente, administración de potasio en grandes cantidades vía endovenosa. (Nelson et al., 2020)

Para realizar un tratamiento efectivo se debe tener en cuenta si el aumento del potasio está generado por una enfermedad de bases como fue mencionado anteriormente, y de ser así como primera medida se realizará el tratamiento de esas patologías, antes de que se lleguen a causar sintomatología cardiaca que pueden llevar a la muerte del paciente, como medida de tratamiento a un hiperpotasemia será la administración de fluidos en su preferencia solución salinas, de no tener la disponibilidad se podrá usar ringer lactato, por otra parte realizar la administrar dextrosa al 50% vía endovenosa en bolo lento en dosis de 1-2 ml/kg, ya que la dextrosa ayudar a la movilización de insulina la cual promueve el movimiento de glucosa y potasio del espacio extracelular al espacio intracelular. (Nelson et al., 2020)

Se debe tener en cuenta la utilidad de una buena toma de muestra y el trabajo en conjunto con un buen laboratorio que pueden otorgar al médico veterinario resultados confiables, sin bien se ha visto en los últimos años esta parte de la laboratorio en análisis y la utilidad del plasma sanguíneo para la detección de patologías se ha vuelto cada vez más útil, pero muchos médicos no saben o no los usan por el costo que tiene el mismo, para la realización de la medición de electrolitos es importante una buena toma de muestra en un tubo el cual no tenga anticoagulante y podamos extraer suero del mismo, se analizará por medios de equipos diseñados para la medición de electrolito. (Marquina. J, 2016).

Conclusiones y recomendaciones

La revisión de literatura destaca que el sodio es uno de los electrolitos más abundantes en el cuerpo y juega un papel crucial en el mantenimiento de la homeostasis. Este electrolito participa en funciones vitales, como la regulación del equilibrio de líquidos, la transmisión de impulsos nerviosos y la contracción muscular. Además, es esencial en el mantenimiento de la presión arterial y en el equilibrio ácido-base.

El médico veterinario, con un conocimiento profundo de la fisiología del sodio, puede implementar tratamientos eficaces para corregir desbalances, como hiponatremia (bajos niveles de sodio) o hipernatremia (altos niveles de sodio). Los tratamientos pueden incluir la administración de soluciones intravenosas, medicamentos o ajustes en la dieta, dependiendo de la severidad del desequilibrio y la condición general del animal.

Cuando se tiene un paciente con afección a nivel del sistema nervioso uno de los métodos que puede usar el médico veterinario para descartar, es la medición de los niveles plasmáticos de calcio, ya que al estar alterado se puede evidencia sintomatología nerviosa, de esta forma el profesional podrá realizar una correcta estabilización del paciente.

Estudiando el magnesio se evidencio que es uno de los electrolitos que presenta más síntomas inespecíficos, y esto logra confundirse con los síntomas que presentan otras patologías, también se observó que cuando se tiene un riñón sano es más difícil para el médico veterinario detectar que existe un desbalance de dicho electrolito, ya que este órgano tiene una gran capacidad de excretarlo de manera más fácil, con esto se concluye que es de gran importancia cuantificar siempre el magnesio para evitar alteraciones que pongan en riesgo la vida del paciente.

El potasio al igual que el sodio, es uno de los electrolitos más abundante en el organismo, por tal motivo es uno de los que pierde con mayor facilidad su homeostasis, en la revisión de literatura se logró evidenciar que es uno de los más fáciles de reponer cuando se encuentra disminuido realizando infusiones endovenosas con cloruro de potasio; Así como también, cuando el medico veterinario se encuentre ante una falla renal siempre se debe estar cuantificando este electrolito ya que es una de las patología que con mayor frecuencia alteran el equilibrio del potasio

Bibliografía

- Bradley G, K. (2020). Cunningham fisiología veterinaria sexta edición. España: Elsevier.
- Estefan, E. O. (2019). Líquidos y electrolitos. Universidad Pontificia Bolivariana, 1-167.
- Foo, K. T. (2019). What is a disease? What is the disease clinical benign prostatic hyperplasia (BPH)? World Journal of Urology, 1-4. Doi: [10.1007/s00345-019-02691-0](https://doi.org/10.1007/s00345-019-02691-0)
- Forman, H., Bernardo, A., & Davies, K. (2016). What is the concentration of hydrogen peroxide in blood and plasma? ScienceDirect, 1-15. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.abb.2016.05.005>
- Formiga, F., & Ruiz, D. (2016). El sodio, un parámetro geriátrico. Sociedad española de geriatría y gerontología, 1-2. Doi: [10.1016/j.regg.2016.10.005](https://doi.org/10.1016/j.regg.2016.10.005)
- Gaviria, A., Ruiz, F., Dávila, C., Burgos, G., Osorio, E., & Heredia, A. (2016). sal/sodio. Minsalud, 1-54.
- Galan Rodriguez , A., Pineda Martos, C. M., & Mesa Sanchez, I. (2019). *medicina interna en pequeños animales* . España : Elsevier
- Hamilton, P., Morgan, N., Connolly, G., & Maxwell, A. (2021). Comprender los trastornos ácido- base. PubMed, 1-166. Doi: <https://doi.org/10.31434/rms.v6i2.647>
- Hernández, M., Pastrana, A., Velázquez, R., & Franco, P. (2019). Manual de prácticas bioquímica clínica. Universidad nacional autónoma de México facultad de química, 1-105.
- James, L. (2021). Trastornos endocrinológicos y metabólicos trastornos electrolíticos hipercalcemia. Manual MSD, 1-20.

James, L. (2021). Trastornos endocrinológicos y metabólicos trastornos electrolíticos hipernatremia. Manual MSD, 1-20.

James, L. (2021). Trastornos endocrinológicos y metabólicos trastornos electrolíticos hiperpotasemia. Manual SD , 1-20.

López Villalba, I., & Mesa Sanchez, I. (2016). *Guia practica de interpretacion analitica y diagnóstico diferencial en pequeños animales*. Zaragoza, España: grupo asís biomedica S.L.

Marquina, J. L. (2016). medición de electrolitos y gases en sangre venosa en pacientes que ingresaron al servicio de urgencias y cuidados intensivos en la clínica veterinaria. Universidad Nacional de la Plata, 1-77.

Martinez Rodriguez, D. A., & Oliver Espinosa, J. O. (2016). Alcalosis metabólica hipocloremia o alcalosis de iones fuertes. Scielo, 1-10. doi: <https://doi.org/10.19052/mv.3862>

Nelson, R. W., Couto, G., Grauer, G., Hawkins, E., Johnson, C., Taylor, S., Willard, M. (2020). *Medicina interna de pequeños animales sexta edición*. España: Elsevier.

Portilla , E. C., Reyes, B. J., Cardona, J. A., & Vergara , D. M. (2021). Relacion calcio, fosforo, magnesio y selenio sobre la reproduccion en vacas lecheras durante el periodo de transicion . *Rev colombiana cienc. Anim. Recia*, 1-8.

Ramon, M. A., Ortiz, P. D., Garcia, E., & Rodriguez Portillo, M. (2022). Trastornos del calcio fósforo y magnesio. Hospital universitario infanta Leonor Madrid, 1-59.

Rascon Muñoz, P., Morgaz Rodriguez , J., & Galan Rodriguez, A. (2016). *manual clinico del perro y el gato*. España: Elsevier. (Rascon et al., 2016)

Rodriguez Hernandez , P., & Beltran Avendaño, M. (2016). Aproximación a la farmacología del sulfato de magnesio desde la perspectiva obstétrica. *Med Unab*, 1-8.

Soriano, A. M. (2023). Electrolitos: conceptos basicos y alteraciones mas frecuentes . *Clinvet*, 1-16.

Yeste, D., Fabregas, A., Solor, L., Mogas, E., Clemente, M. (2019). Patología del metabolismo del calcio. Unidad de endocrinología pediátrica. Hospital universitario Vall d'Hebron, 1-22.

Zambrano Espinel , J. V., & Zambrano Villamar, A. D. (2023). Proteina serica y concentracion de electrolitos en pacientes con insuficiencia renal cronica . *Universidad estatal del sir de Manabi facultad ciencias de la salud carrera de laboratorio clinico* , 2-93.