

**Pasantía con énfasis en Medicina Interna en el área de Pequeñas Especies,
en la Clínica Veterinaria Lasallista Hermano Octavio Martínez López f.s.c**

Trabajo de grado para optar por el título de Médica Veterinaria

Luisa Fernanda Montoya Villegas

**Asesor:
José Fernando Ortiz Álvarez MV, Esp, Msc**

**Corporación Universitaria Lasallista
Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias
Medicina Veterinaria
Caldas – Antioquia
2017**

Tabla de contenido

Glosario	7
Resumen	8
Introducción	10
Objetivos	12
Objetivo general	12
Objetivos específicos	12
Desarrollo de la pasantía	13
Marco teórico	15
Fisiología del equilibrio de fluidos	18
Cálculo de la fluidoterapia.....	24
Caracterización.....	24
Fórmula para el mantenimiento de la fluidoterapia.....	25
Fórmula para el cálculo del déficit de fluidos (Deshidratación).....	25
Elección de vía para la administración de líquidos	27
Monitoreo de la fluidoterapia	28
Tipos de soluciones.....	29
Soluciones isotónicas	30
Soluciones hipotónicas	30
Soluciones hipertónicas.....	31
Recomendaciones para un buen proceso de fluidoterapia.....	31
Tipos de venoclisis	32
Fisiología de las enfermedades a tratar	34

Enfermedades Gastroentéricas	34
Fisiología del sistema gastrointestinal	34
Estomago :.....	34
Páncreas :.....	36
Intestino :	36
Yeyuno :.....	37
Íleo :.....	38
Colon :.....	39
Control de la absorción, secreción de agua y electrolitos :	39
Signos de alteración gastrointestinal	42
Vómito :.....	42
Diarrea :	43
Manejo de las alteraciones del tracto gastrointestinal	45
Insuficiencia cardíaca congestiva	46
Fisiología del sistema cardiovascular	46
Patología insuficiencia cardíaca congestiva	49
Corrección de la alteración de fluidos y electrolitos en insuficiencia cardíaca congestiva	51
Injuria Renal Aguda	53
Fisiología del Sistema renal.....	53
Patología Injuria renal aguda.....	54
Corrección de la alteración en injuria renal aguda.....	54
Consolidado	56

Conclusiones	57
Referencias	58

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Pérdidas Fisiológicas de Agua	17
Ilustración 2. Distribución del agua corporal	20
Ilustración 3. Composición de solutos en LIC y LEC	21
Ilustración 4. Parámetros fisiológicos para evaluar la hidratación	25
Ilustración 5. Vía de administración de fluidos en casos particulares	28
Ilustración 6. Ejemplo de bomba de infusión	33
Ilustración 7. Regulación de la secreción gástrica	35
Ilustración 8. Absorción de fluidos y electrolitos en el tracto gastrointestinal.....	38
Ilustración 9. Mecanismos de absorción y secreción de agua y electrolitos	41
Ilustración 10. Mecanismos de acumulo de fluidos en la insuficiencia cardiaca	50

Lista de tablas

Tabla 1. Clasificación del porcentaje de deshidratación respecto a los signos clínicos.	26
Tabla 2. Clasificación de las soluciones en el mercado según osmolaridad	31

Glosario

ECOP: Expediente clínico orientado a problemas

mEq: Mili equivalente

Na⁺: Sodio

K⁺: Potasio

HCO₃⁻ : Bicarbonato

P: fosforo

Ca⁺: Calcio

TLLC: tiempo de llenado capilar

Abstract

This report indicates the actions taken during the internship at the Clínica Veterinaria Lasallista Hermano Octavio Martínez López f.s.c, specifying the development conditions of the same and the contributions of this to the learning process of the student.

The conceptual definition of fluid therapy is explained below, likewise, the composition of liquids, maintenance and dehydration deficiency formulas, as well as infusion rates in dogs and cats.

Additionally, the normal physiology of the gastroenteric, cardiac and renal systems is defined, focusing on the alterations caused by these diseases from the point of view of fluids and electrolytes, to determine the correct management that should be administered in a particular way according to the pathology.

The practice is completed with a summary table for the management of fluids in the reviewed pathologies.

Resumen

En este informe, se indican las acciones realizadas durante la pasantía en la Clínica Veterinaria Lasallista Hermano Octavio Martínez López f.s.c, precisando las condiciones de desarrollo de la misma y los aportes de esta al proceso de aprendizaje del estudiante.

Se encuentra seguidamente la definición conceptual de fluidoterapia, explicando ampliamente la composición de líquidos, las fórmulas de mantenimiento y de déficit de deshidratación, así como velocidades de infusión en los perros y los gatos.

Adicionalmente, se define la fisiología normal de los sistemas gastroentérico, cardíaco y renal, enfocándose en las alteraciones que causan estas enfermedades desde el punto de vista de los fluidos y los electrolitos, para determinar el manejo correcto que se debe administrar de manera particular según la patología.

Se culmina el ejercicio con un cuadro resumen para el manejo de los fluidos en las patologías revisadas.

Introducción

Decidí realizar mi trabajo de grado en la modalidad práctica empresarial o pasantía en la Clínica Veterinaria Lasallista Hermano Octavio Martínez López f.s.c ya que veo la necesidad y la importancia de poder aplicar todos los conocimientos teóricos aprendidos durante la carrera; además, la clínica veterinaria cuenta con personal idóneo especializado en las diferentes áreas de la medicina veterinaria que brindan apoyo continuo durante el proceso de la pasantía; con ello buscan siempre ayudar a fortalecer los conocimientos de los practicantes, motivándolos a implementar ideas nuevas de investigación y, a complementar el aprendizaje con lecturas que permitan profundizar sobre ciertas patologías que se presentan diariamente, permite además el desarrollo de habilidades en clínica, con el mejor acompañamiento, experiencia y tecnología.

La clínica veterinaria ofrece a todo el personal amplias y modernas instalaciones, dotadas con alta tecnología además de equipos especializados; con espacios propicios para el crecimiento profesional ya que tiene una adecuada infraestructura que permite tener una zona para hospitalización, una zona de aislamiento para el manejo de pacientes infecciosos, una zona de triage para la atención de urgencias, unas zonas de preparación y recuperación de pacientes que requieren un proceso quirúrgico y además estos lugares se comunican con el área quirúrgica para evitar recirculación con otras áreas y de esta forma prevenir la contaminación. Se cuenta además con dos consultorios principales, sala de radiografía digital, zona de ecografía, los cuales son métodos diagnósticos de gran importancia para la clínica permitiendo diagnosticar, tratar y

prevenir patologías de forma rápida, además de ofrecer los servicios de forma inmediata para los propietarios en un mismo lugar.

La Clínica Veterinaria Lasallista Hermano Octavio Martínez López f.s.c cuenta con su propia farmacia, dotada con materiales y medicamentos adecuados, para cubrir cada una de las necesidades de sus pacientes.

Con el presente trabajo no solo busco cumplir con un requisito para optar por el título de médica veterinaria, sino enfatizar que la Clínica Veterinaria Lasallista Hermano Octavio Martínez López f.s.c es un lugar idóneo para adquirir conocimientos y además para reforzar el aprendizaje adquirido durante el pregrado; por otro lado, el apoyo recibido por parte del personal médico busca una buena formación para los médicos veterinarios de la nueva generación.

Objetivos

Objetivo general

Aplicar los conocimientos adquiridos durante el proceso formativo como medica veterinaria, haciendo énfasis en el área de medicina interna de pequeñas especies.

Objetivos específicos

Diagnosticar los casos clínicos recibidos durante el desarrollo de la pasantía.

Profundizar conceptualmente en el manejo de hidratación de las enfermedades gastroentéricas, injuria renal aguda e insuficiencia cardiaca congestiva.

Establecer un correcto manejo de hidratación de acuerdo a las patológicas que se van a tratar.

Desarrollo de la pasantía

El trabajo de grado en modalidad práctica empresarial en la clínica veterinaria hermano Octavio Martínez López f.c.s. se inició el día 1 de diciembre del 2016 y se finalizó el día 1 de mayo del 2017. En esté me correspondió hacer parte del personal de la clínica, responsable del área de medicina interna de pequeños animales que es dirigido por el doctor José Fernando Ortiz Álvarez quien además fue mi asesor durante el proceso formativo de la práctica.

Las actividades se pueden clasificar en 3 etapas:

La primera etapa corresponde a la realizada en el área de consulta externa, en la cual se inicia recibiendo al paciente para realizarse un examen clínico orientado a problemas (ECOP), posterior a esto se recopila la información obtenida y se informa al médico de turno, de esta manera el profesional continua a evaluar al paciente para brindar un acompañamiento continuo al estudiante y ofrecer con claridad el diagnóstico y el tratamiento a instaurar. Se debe garantizar que el propietario firme los diferentes consentimientos informados (hospitalización, anestesia, cirugía) verificando que comprende el contenido del documento y sus responsabilidades frente al mismo. Seguidamente se diligencian las historias clínicas, se anexan resultados de exámenes de laboratorio con su respectivo reporte y, si es del caso se recomiendan nuevas medidas terapéuticas según resultados de laboratorio. Finalmente como parte de esta actividad se realiza el seguimiento telefónico de los pacientes atendidos y se consigna en la historia clínica.

La segunda etapa es la zona de hospitalización, en la que se inicia realizando una evaluación general de cada paciente albergado, mediante un examen clínico general para evaluar las constantes fisiológicas (temperatura, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, tiempo de llenado capilar) mínimo una vez al día, verificando el consumo de agua y alimento, estado anímico, correcta micción y defecación. Posteriormente se realizan los tratamientos instaurados por el médico tratante, teniendo presente que todo pedido de medicamentos para los pacientes debe ser registrado en el respectivo formato de control de gastos y los medicamentos de control especial solo pueden ser solicitados al médico veterinario de turno.

El pasante con ayuda de otros practicantes puede hacer uso de equipos diagnósticos como por ejemplo radiología digital y ecografía, en caso de que pacientes hospitalizados o de consulta lo requirieran, siempre con aprobación del médico de turno.

Por otra parte cada uno de los estudiantes debe analizar el por qué, para que y la necesidad de los medicamentos instaurados, buscando reflexionar con respecto al tratamiento ideal para el paciente y contrastarla con la información de base de la carrera.

Al finalizar el día se llenan las historias clínicas de los pacientes hospitalizados utilizando el SOIP (método de seguimiento de la evolución del paciente) consignando en la historia clínica todos los procedimientos realizados en el paciente durante el día, resultados de exámenes de laboratorio, monitoreo de constantes fisiológicas y evolución favorable o no del paciente hospitalizado.

La tercera etapa es el área de cirugía en el cual se realiza el acompañamiento al doctor Camilo Padilla para la atención de consultas especializadas en ortopedia. Durante el proceso la labor consiste en realizar un ECOP, donde se cubra muy bien el examen

físico para que posterior a esto, el especialista de un diagnóstico presuntivo – definitivo y aclare si el tratamiento tiene que ser quirúrgico o médico.

Por otro lado dentro de las actividades de esta área se busca un aprendizaje en la parte de pre medicación, anestesia, técnicas y procedimientos quirúrgicos y recuperación del paciente postquirúrgico. Se debe llenar la ficha de anestesia, la ficha quirúrgica y la hoja de tratamientos, las cuales se realizan con el acompañamiento de la anesthesióloga.

Los horarios establecidos para las áreas de hospitalización y de consultas son: de 8 am – 5 pm lunes a viernes y 8 am – 12 m sábados, y el otro horario 10 am – 7 pm lunes a viernes, 1 pm – 6 pm sábados. En el área de cirugía los horarios establecidos son lunes, jueves y viernes de 7 am - 4 pm, ó, martes, miércoles y domingos 8 am – 5 pm y sábados 1 pm – 6 pm. Los horarios se distribuyen según el número de practicantes, y de esta manera se genera una rotación tanto por áreas como por horarios.

Es de gran importancia contribuir con la limpieza y orden de las diferentes áreas donde se encuentran los pacientes; esto incluye el área de hospitalización, infecciosos y consultorios; además de ello se realiza la alimentación de los pacientes hospitalizados y el paseo en los exteriores de la clínica para disminuirles estrés por confinamiento y brindar al paciente bienestar y oportunidad para que realice sus necesidades fisiológicas.

Marco teórico

En una clínica veterinaria enfocada en pequeñas especies, los perros y los gatos por ser animales domésticos, son los de mayor frecuencia en la consulta diaria. En el

proceso de atención a estos pacientes en la clínica, se debe realizar un correcto manejo de la hidratación en cualquier animal que presente signos de deshidratación, puesto que esto puede comprometer su vida (Harold, 2013).

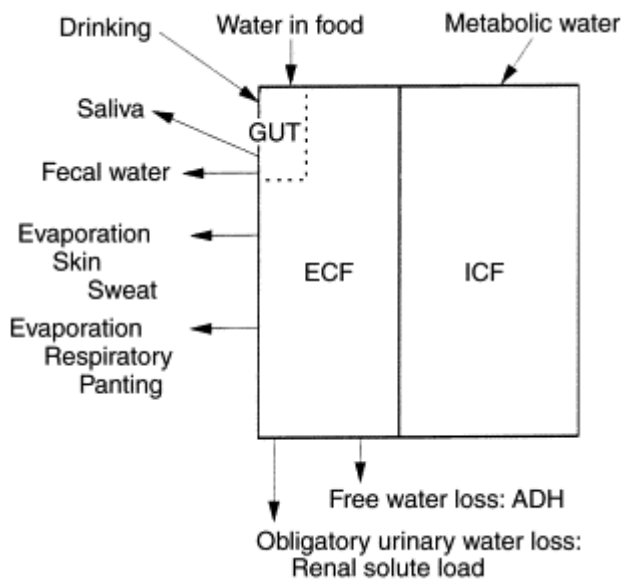
La hidratación o terapia con fluidos es el proceso de suministrar líquidos cuando hay un procedimiento quirúrgico o hay presencia de patologías que causen alteración hídrica (Harold, 2013). La terapia con fluidos es importante para muchas condiciones médicas en pacientes veterinarios. En el caso de los perros y gatos tiene una gran importancia, ya que interviene en todas las funciones del organismo y es especialmente importante en la termorregulación y buen funcionamiento celular; es decir, la correcta hidratación es un pilar fundamental en las funciones fisiológicas más básicas, la cual permite un buen funcionamiento de los diferentes sistemas del organismo.

Las necesidades de hidratación en los pacientes pueden variar según patología del paciente (por ejemplo, ácido-base, oncóticos, anomalías electrolíticas). Todos los pacientes deben ser evaluados para tres tipos de alteraciones en los líquidos: cambios en el volumen, cambios en el contenido y / o cambios en la distribución (Dibartola, 2007). Los resultados de estas evaluaciones ayudan al clínico a: seleccionar los fluidos apropiados, las tasas de administración, y a evaluar la respuesta del paciente a la terapia.

Se debe realizar un proceso de hidratación en aquellos pacientes que tengan signos de deshidratación, que no consuman alimento o agua, que presenten signos como vómito o diarrea. De esta manera se busca compensar el estado del paciente para evitar que en el futuro pueda verse comprometida su vida.

Es importante tener en cuenta que algunas pérdidas fisiológicas de agua son normales, por ejemplo por orina, heces, respiración y evaporación se pierden entre un 2 y 3% de agua del peso corporal, sin embargo, no afectan ningún sistema de manera significativa (Dibartola, 2007).

Ilustración 1. Pérdidas Fisiológicas de Agua



Fuente: Stephen

En la ilustración 1

pérdidas

en el líquido

P. Dibartola

se evidencia las

fisiológicas de agua

extracelular y en el

intracelular.

El estado de hidratación del animal se estima mediante una cuidadosa evaluación de la historia clínica, los hallazgos al examen físico y los resultados de unas cuantas

pruebas de laboratorio simples tales como hemograma, medición de proteínas totales, creatinina y citoquímico de orina (Dibartola, 2007).

El proceso de hidratación en los animales normalmente se logra mediante: el ingreso de líquidos al organismo, el agua contenida en los alimentos, la ingestión de agua y el agua producida metabólicamente en el cuerpo (Dibartola, 2007), lo anterior permite que los perros y gatos mantengan la homeostasis osmótica y electrolítica en estados de no enfermedad, con un comportamiento que es impulsado por la sed y el hambre, lo que tiene relación con sus necesidades (Cunningham, 2008).

Cuando un animal se niega a comer o ingerir líquido, el veterinario debe asumir el control e iniciar un protocolo donde se suministren líquidos, según las necesidades del paciente que tal vez están alteradas por una patología (Dibartola, 2007).

El control de la hidratación en los pacientes se logra a través de la fluidoterapia, cuyo objetivo es el mantenimiento de la homeostasis; en caso de haber pérdidas como en episodios de vómito o diarrea, la fluidoterapia busca reemplaza líquidos y electrolitos que mejoren el estado de deshidratación (Hanse, 2016).

La administración de líquidos intravenosos (fluidoterapia) es uno de los principales métodos clínicos implementados en el manejo intrahospitalario del cuidado animal. El tratamiento apropiado de las alteraciones de fluidos y electrolitos requiere un entendimiento básico de la fisiología del equilibrio de fluidos (Mazzaferro, 2008).

Fisiología del equilibrio de fluidos

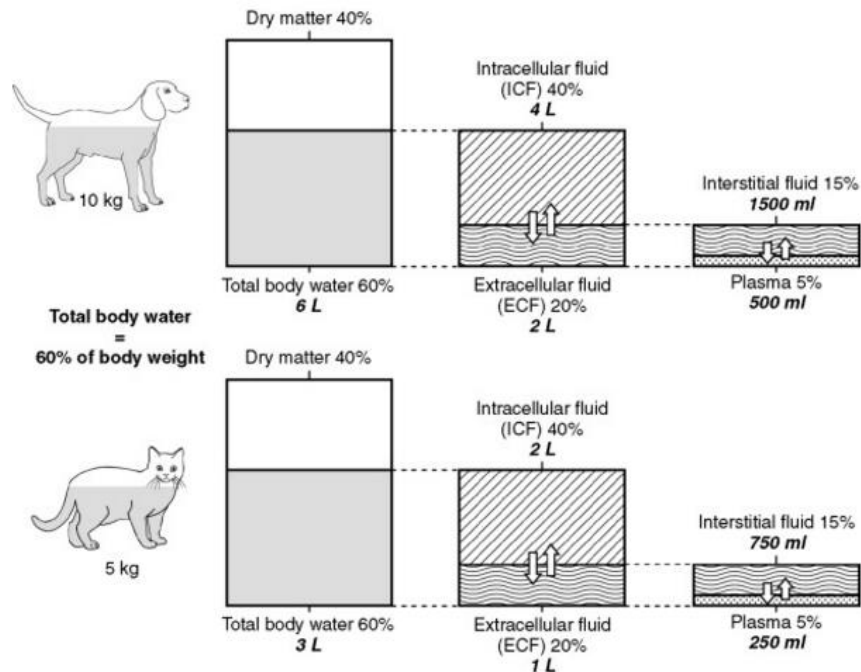
Es de gran importancia saber que los fluidos están distribuidos en diferentes compartimentos y que estos en su respectivo compartimento tienen un equilibrio entre

agua y solutos, generando un equilibrio dinámico a través de la membrana celular, endotelio vascular y células de capas especializadas (Dibartola, 2007).

El agua es el mayor componente de todos los fluidos corporales, los cuales también están distribuidos en varios compartimentos. Los fluidos corporales en cada espacio se equilibran con concentraciones diferentes de electrolitos y agua, esto es generada por múltiples mecanismos como la permeabilidad de las membranas celulares para mantener la homeostasis. El volumen de distribución de estos fluidos, se expresa como un porcentaje (%) del peso corporal para facilitar el cálculo de las necesidades de fluidoterapia (Mazzaferro, 2008).

En los perros y gatos se considera que el 60% de su peso corporal equivale a agua, sin embargo existen ciertas variaciones relacionadas con la edad, género y composición corporal (Dibartola, 2008); en pacientes adultos hay una reducción en la concentración de agua, esto se debe a que la grasa tiene menor contenido en agua que en el tejido magro.

Ilustración 2. Distribución del agua corporal



Fuente: Stephen P. Dibartola

En la ilustración 1 muestra la distribución del agua corporal en caninos y felinos, expresadas en porcentaje.

Como se muestra en la ilustración 1, se observa que la mayor cantidad de líquido en el cuerpo se encuentra en el interior de las células, es decir el líquido intracelular (LIC) que equivale a un 40% del peso corporal total. Por otro lado, el líquido extracelular (LEC) equivale a un 20% y tiene una composición diferente al líquido intracelular. La homeostasis se mantiene debido a los movimientos de agua, solutos y sustancias a través de las membranas celulares de los diferentes compartimentos (Dibartola, 2008).

Dentro del líquido extracelular se encuentra unos sub-compartimientos, los cuales están conformados por el líquido intersticial (LIS), plasma y líquidos transcelulares,

teniendo en cuenta que el tejido conjuntivo, el cartílago y el hueso tienen igualmente un pequeño porcentaje de agua que hace parte del LEC (Dibartola, 2007).

La regla 60:40:20, nos permite recordar fácilmente la distribución de los fluidos corporales, donde el 60% del peso corporal es agua, dentro de dicho porcentaje el 40% corresponde al líquido intracelular y el 20% restante equivale al líquido extracelular (Dibartola, 2007).

Como se ha mencionado anteriormente el LEC se distribuye entre el líquido intersticial, el cual se encuentra rodeando la célula y corresponde a un 15% y el 5% restante el cual corresponde al plasma y se encuentra en el compartimento intravascular (Khon, 2008).

Existen células especializadas en la formación de líquido cefalorraquídeo, líquido gastrointestinal, bilis, secreciones glandulares, secreciones respiratorias y líquido sinovial. Este tipo de líquido corporal se denomina líquido transcelular, el cual equivale a un 1%, como es tan bajo el valor de este porcentaje, su relevancia en la clínica es nula al momento de realizar un cálculo para la fluidoterapia (Dibartola, 2007).

Cuando hay estados de enfermedad, se evidencian cambios en la homeostasis y se dan primero pérdidas del líquido extracelular, como en pacientes con diarrea donde se pierden líquidos a través del tracto gastrointestinal, del mismo modo la insuficiencia renal permite la excreción de grandes volúmenes de líquido extracelular.

Ilustración 3. Composición de solutos en LIC y LEC

Extracellular fluid		Intracellular fluid
Na ⁺	145	12
K ⁺	4	140
Ca ²⁺	2.5	4
Mg ²⁺	1	34
Cl ⁻	110	4
HCO ₃ ⁻	24	12
HPO ₄ ²⁻ , H ₂ PO ₄ ⁻	2	40
Protein ⁻	15 *	50

mEq/L

*0 in interstitial fluid, 15 in plasma

Fuente: Stephen P. Dibartola

En la ilustración 2 se muestra la concentración de solutos en el líquido intracelular y en el líquido extracelular.

Teniendo en cuenta la ilustración 2 se debe tener en cuenta que el catión más abundante en el LEC es el Sodio (Na⁺), sin embargo hay un porcentaje que realiza intercambio en la membrana celular para introducir a la célula y otro porcentaje que es fijo insoluble para evitar la baja concentración en el líquido extracelular. Igualmente en la membrana celular hay una bomba (Na⁺, K⁺, ATPasa) encargada de eliminar activamente el sodio de las células manteniendo un grado de concentración en el líquido extracelular (Dibartola, 2007).

Los aniones más importantes presentes a nivel extracelular son el cloro y el bicarbonatos (Cl⁻ y HCO₃⁻) y el catión más importante presente a nivel extracelular,

aunque en menor cantidad pero de igual importancia es el potasio (K^+), ya que si no está presente puede generar debilidad muscular (hipokalemia) o por el contrario su aumento puede generar cardiotoxicidad (hiperkalemia) (Dibartola, 2007).

Los cationes más importante a nivel intracelular son el potasio (K^+) y el magnesio (Mg^{2+}), sin embargo la membrana celular sigue siendo permeable al (K^+) y mantiene su concentración intracelular por la bomba (Na^+ , K^+ , ATPasa) que mueve el (K^+) al interior, esta concentración permite la generación y mantenimiento en el potencial de acción en la membrana celular, los aniones que se encuentran en mayor cantidad a nivel intracelular son las proteínas y fosfatos orgánicos (Dibartola, 2007).

No todos los líquidos intracelulares son homogéneos, estos se diferencian según su tipo celular y sus sub-compartimentos intracelulares. Los líquidos transcelulares normalmente son simples transudados del plasma (Dibartola, 2007).

Igualmente se debe tener en cuenta la distribución de los solutos corporales, los cuales no están distribuidos de forma homogénea en los fluidos corporales, en el endotelio vascular y las membranas celulares. El endotelio sano es relativamente impermeable al contenido de la sangre y proteínas plasmáticas, sin embargo es permeable a solutos iónicos. La membrana celular se encarga de tener una concentración de solutos diferente entre el LIC y el LEC (Dibartola, 2007).

En estados de enfermedad, la concentración de fluidos y electrolitos puede cambiar dramáticamente, y de esta manera se puede alterar el volumen y la concentración de solutos (Harold, 2013).

Cálculo de la fluidoterapia

Es de gran importancia realizar un cálculo de Fluidoterapia, donde se determine el porcentaje de deshidratación de un paciente, con el fin de reemplazar el líquido perdido e iniciar una terapia de fluidos con las soluciones apropiadas, monitorizando constantemente el proceso de hidratación (Harold, 2013).

La fluidoterapia debe ser individualizada y adaptada a cada paciente, debe de ser constantemente reevaluada y reformulada de acuerdo con los cambios en el estado del mismo. La selección del fluido está dictada por las necesidades del paciente, incluyendo el volumen, la velocidad y la composición del fluido requerido.

A continuación se detallan las etapas que se realizan para un correcto cálculo de fluidoterapia:

Caracterización

Para realizar una caracterización del porcentaje de deshidratación, se deben tener en cuenta los siguientes parámetros fisiológicos:

Ilustración 4. Parámetros fisiológicos para evaluar la hidratación

Evaluation and Monitoring Parameters that May Be Used for Patients Receiving Fluid Therapy

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| • Pulse rate and quality | • Packed cell volume/total solids |
| • Capillary refill time | • Total protein |
| • Mucous membrane color | • Serum lactate |
| • Respiratory rate and effort | • Urine specific gravity |
| • Lung sounds | • Blood urea nitrogen |
| • Skin turgor | • Creatinine |
| • Body weight | • Electrolytes |
| • Urine output | • BP |
| • Mental status | • Venous or arterial blood gases |
| • Extremity temperature | • O ₂ saturation |

Fuente: Harold Davis.

En la ilustración 4 se muestran los parámetros fisiológicos principales para realizar una correcta evaluación para clasificar el porcentaje de hidratación.

Fórmula para el mantenimiento de la fluidoterapia

- Perro y gato (adulto): Fórmula: $40 - 60\text{ml} \times \text{peso corporal (kg)} \times 10 = \text{ml}/24$ horas (Harold, 2013).

- Perro y gato (cachorro): Fórmula: $60 - 80\text{ml} \times \text{peso corporal (kg)} \times 10 = \text{ml}/24$ horas (Harold, 2013).

La dosificación precisa es esencial, especialmente en felinos, cachorros y pacientes de tamaño pequeño, para evitar la sobrecarga de volumen.

Fórmula para el cálculo del déficit de fluidos (Deshidratación)

- Fórmula: $\% \text{ deshidratación} \times \text{peso corporal (kg)} \times 10 = \text{ml}/4$ horas (primeras) (Harold, 2013).

El cálculo del porcentaje de deshidratación que se utiliza en la fórmula para el déficit de fluidos, se estima a partir de los signos clínicos de cada paciente. A continuación se presenta una tabla referenciando los porcentajes de deshidratación sugeridos:

Tabla 1. Clasificación del porcentaje de deshidratación respecto a los signos clínicos.

% Deshidratación	Signos clínicos
< 5%	<ul style="list-style-type: none"> - Anamnesis: episodios vómitos o diarreas, no consume agua ni alimentos. - Mucosas: Rosadas/húmedas/brillantes - Tiempo de llenado capilar: 2” - Pliegue cutáneo: normal
5 - 8%	<ul style="list-style-type: none"> - Anamnesis: episodios vómitos o diarreas, no consume alimento ni agua - Mucosas: Rosadas/ secas - Tiempo de llenado capilar: 2” - Pliegue cutáneo: retraso
9 - 12%	<ul style="list-style-type: none"> - Anamnesis: episodios vómitos o diarreas (>3 episodios), no consume alimento ni agua. Deprimido - Mucosas: Rosadas/ secas - Tiempo de llenado capilar: 3”

	<ul style="list-style-type: none"> - Pliegue cutáneo: retraso - Pulso: Débil - Taquicardia
12 - 15%	<ul style="list-style-type: none"> - Anamnesis: no se para, deprimido, no se mueve. - Shock hipovolémico - Mucosas: Pálidas/ secas - Tiempo de llenado capilar: 3”< - Pliegue cutáneo: Pérdida - Pulso: Débil - Taquicardia
> 15%	Incompatibilidad con vida

Fuente: Adaptado de Harold Davis.

En la tabla 1 se muestran la clasificación del porcentaje de deshidratación según signos clínicos, teniendo como base los parámetros fisiológicos.

Elección de vía para la administración de líquidos

La vía adecuada de administración de líquidos depende de la condición del paciente, así:

- Se usa líquidos orales para pacientes con un sistema gastrointestinal funcional y sin desequilibrio de fluidos significativo.

- Se utiliza líquidos subcutáneos para evitar pérdidas. Esta vía no es adecuada para la terapia de reemplazo en o en casos de una deshidratación muy leve.
- Se utilizan líquidos intravenosos o intra-óseos para pacientes sometidos a anestesia, pacientes hospitalizados que no comen ni ingieren agua normalmente, y para tratar la deshidratación, choque, hipertermia o hipotensión (Harold, 2013).

Ilustración 5. Vía de administración de fluidos en casos particulares

Determining the Route of Fluid Administration

Patient parameter	Route of fluid administration
Gastrointestinal tract is functional and no contraindications exist (e.g., vomiting)	Per os
Anticipated dehydration or mild fluid volume disturbances in an outpatient setting	Subcutaneous. Caution: use isotonic crystalloids only. Do not use dextrose, hypotonic (i.e., D5W), or hypertonic solutions. Subcutaneous fluids are best used to prevent losses and are not adequate for replacement therapy in anything other than very mild dehydration
Hospitalized patients not eating or drinking normally, anesthetized patients, patients who need rapid and/or large volume fluid administration (e.g., to treat dehydration, shock, hyperthermia, or hypotension)	IV or intraosseous
Critical care setting. Used in patients with a need for rapid and/or large volume fluid administration, administration of hypertonic fluids and/or monitoring of central venous pressure	Central IV

Fuente: Harold Davis.

En la ilustración 6 da ejemplos de las vías de administración tales como orales, subcutáneos, intravenosos o intraósea de fluidos según caso particular.

Monitoreo de la fluidoterapia

La fluidoterapia necesita monitorearse para una resolución de los signos que indicaron que el paciente necesitaba fluidos (ilustración 4).

Se deben manejar condiciones especiales en los siguientes casos:

- Los pacientes con un alto riesgo de sobrecarga de fluidos incluyen aquellos con enfermedad cardíaca, enfermedad renal y pacientes que reciben fluidos por flujo de gravedad.
- Los gatos requieren un seguimiento muy estrecho. Su menor volumen de sangre, menor tasa metabólica (Chan, 2008).

Tipos de soluciones

Las soluciones intravenosas, son compuestos que contienen agua estéril, electrolitos y azúcares en diferentes concentraciones y osmolaridad que pueden difundir a través de la membrana capilar.

Las soluciones pueden clasificarse en dos grandes grupos; cristaloides y coloides (Cunningham, 2008). Los fluidos o soluciones cristaloides contienen electrolitos que pueden desplazarse por todos los compartimentos orgánicos, así, pueden pasar del espacio intravascular al intersticial y al intracelular, además, pueden excretarse o secretarse por la orina. Por otro lado las soluciones coloidales contienen moléculas de alto peso molecular que permite que queden restringidas al ámbito intravascular, impidiendo su paso al espacio intersticial (Ynaraja, 2002). Estas sustancias tienen influencia osmótica lo que supone una entrada y retención de agua en el espacio intravascular y, en consecuencia, aumentan y mantienen la volemia y la presión sanguínea. Los fluidos coloides son los recomendados en casos de shock hipertensivo y en casos de severa hipoalbuminemia o hipoproteinemia (Cunningham, 2008).

Para definir el efecto que tienen las soluciones cristaloides se deben clasificar en soluciones hipotónicas, hipertónicas o isotónicas respecto al plasma. El plasma en los

caninos y felinos tiene una osmolaridad de 300- 310 mOsm tanto intracelular como extracelular (Dibartola, 2007).

Soluciones isotónicas

Las soluciones isotónicas son compuestos donde la osmolaridad de la solución a un lado de la membrana es la misma que la del otro lado de la membrana. Es decir la osmolaridad oscila entre 295 y 300 mOsm (Dibartola, 2007).

Este tipo de soluciones pueden usarse para reemplazar fluidos corporales perdidos y electrolitos o para el mantenimiento de los mismos.

El uso de soluciones isotónicas en el mantenimiento a corto plazo en la terapia de fluidos, normalmente no altera el equilibrio electrolítico; sin embargo, a largo plazo si se podría generar desequilibrios electrolíticos especialmente en pacientes con enfermedad renal.

La administración de este tipo de soluciones a largo plazo puede predisponer al paciente a hipernatremia e hipokalemia ya que estas soluciones contienen más sodio (Na) y menos potasio (K). Cuando un paciente esta clínicamente estable con una función renal normal suelen ser capaz de excretar el exceso de Na⁺ y, por lo tanto, no desarrollan hipernatremia. La hipokalemia puede desarrollarse en pacientes que reciben soluciones de reemplazo para el mantenimiento de fluidoterapia si son anoréxicas o tienen vómito o diarrea debido a que los riñones tienen buen proceso de reabsorción del potasio (Hanse, 2008).

Soluciones hipotónicas

Las soluciones hipotónicas son las que presentan una osmolaridad inferior a la del plasma, por lo cual ejercen menor presión osmótica. La administración excesiva de

líquidos hipotónicos puede llevar a una disminución del líquido extracelular y aumentar de manera peligrosa el líquido intracelular generando edema celular, hipotensión y daño celular (Hanse, 2008).

Soluciones hipertónicas

Las soluciones hipertónicas son líquidos que tienen una osmolaridad superior a la de los líquidos corporales, por lo tanto ejercen mayor presión osmótica en el líquido extracelular (Hanse, 2008). El efecto de estas soluciones es sacar el líquido intracelular hacia el líquido extracelular de esta manera puede llegar a causar una deshidratación celular y causar la muerte celular en casos de uso permanente (Dibartola, 2007).

Tabla 2. Clasificación de las soluciones en Colombia según osmolaridad

CRISTALOIDES	OSMOLARIDAD
Solución salina 0,9%	Isotónica
Dextrosa 5% en sodio cloruro al 0.9%	Isotónica
Dextrosa 5%	Hipotónica
Solución salina 0,45%	Hipotónica
Hartman	Isotónica
Solución 90	Isotónica
Ringer	Isotónica
Ringer lactato	Isotónica

Recomendaciones para un buen proceso de fluidoterapia

Realizar un buen proceso de fluidoterapia implica además de los elementos ya analizados anteriormente, considerar:

a. El uso adecuado de Venoclisis: Se debe tener en cuenta la elección del venoclisis según el peso y tamaño del paciente, puesto que esta define la velocidad de la fluidoterapia permitiendo garantizar un correcto manejo del volumen y velocidad del fluido (Hanse, 2008).

b. Tipos de venoclisis

1. Microgotero: 60 gotas/ml/ pacientes <15 kg

2. Macrogotero: 20 gotas/ml ó 10 gotas/ml/ pacientes >15 kg

c. Utilizar equipos y suministros que mejoren la seguridad del paciente, tales como bombas de fluido, bolsas de líquido pequeñas y collares isabelinos.

Ilustración 6. Ejemplo de bomba de infusión



Fuente: Lutech LT4610

En la ilustración 6 se muestra un ejemplo de las diferentes bombas de infusión, la cual esta apta para adaptarse jeringas de 10, 20, 50 mililitros.

Fisiología de las enfermedades a tratar

Enfermedades Gastroentéricas

Fisiología del sistema gastrointestinal

Para llegar a realizar una fluidoterapia correcta en pacientes con alteraciones gastroentéricas, primero se debe conocer las bases de la fisiología gastroentéricas, para saber cuáles son las pérdidas tanto de fluidos como de solutos en casos de diarrea o vomito. Debemos tener en cuenta que el tracto gastrointestinal está bien adaptado para absorber y asimilar diferentes tipos de nutrientes y agua; la mayor parte de fluidos absorbidos se deriva de secreciones endógenas tales como de glándulas salivares, estomago, páncreas, hígado e intestino (Dibartola, 2006). Considerando todo el estado de fluidos se entiende por qué cualquier alteración en el tracto gastrointestinal puede generar alteración en el estado de electrolitos y estado acido-base del paciente. Las causas y las pérdidas van a depender de la zona afectada.

Estomago :

Se da una secreción acida no estimulada se da por la “bomba ácida” (H^+ , K^+ , ATPasa) se encuentra en el citoplasma de las células parietales; y la secreción estimulada se da por los transportadores de K^+ , Cl^- en la membrana de la célula parietal, y la bomba ácida. La célula parietal permite la salida hacia la luz gástrica de los H^+ generados en su interior para realizar un cambio con el K^+ . Por otro lado está la enzima anhidrasa carbónica encargada de unir el OH^- con el CO_2 para la formación HCO_3^- , que difunde hacia la sangre “Oleada alcalina” (Dibartola, 2006).

La secreción por parte de las células parietales se da por estímulos neuroquímicos y neurohormonales (Lloyd, 2000). El péptido estimulador de la liberación

Páncreas :

El páncreas exocrino segrega varias enzimas que permiten digerir los diferentes tipos de comida y bicarbonato que neutraliza el ácido proveniente del estómago, permitiendo la acción normal de las enzimas. Además las enzimas son de importancia para darse la absorción de cobalamina (vitamina B12) y en la regulación de la flora bacteriana del intestino delgado, además de que modifica el borde de cepillo intestinal ejerciendo efectos tróficos sobre la mucosa (Dibartola, 2007). Es importante resaltar que el páncreas está compuesto por células acinares encargadas de la secreción de enzimas digestivas, mientras que las células que recubren todo el sistema ductal son la principal fuente de secreción de fluidos y electrolitos que se da la liberación por estímulo de la secretina la cual se libera en respuesta a la acidificación del intestino delgado proximal (Dibartola, 2007). La función del bicarbonato es neutralizar el ácido gástrico en duodeno para un pH óptimo para la actividad de las enzimas pancreáticas; además las células ductales producen factores intrínsecos para que se dé la absorción de la vitamina B12 (Hanse, 2008).

Intestino :

La absorción neta de fluidos y electrolitos en el intestino refleja un equilibrio entre la absorción y secreción. La habilidad para absorción va depender de la zona; la parte de mayor absorción es yeyuno, posterior íleo y finaliza en el colon; teniendo en cuenta que la mayor secreción de enzimas digestivas se da en el duodeno este tiene poca habilidad absorptiva; la capacidad de absorción se da por el tamaño del poro de los enterocitos (Dibartola, 2006).

La absorción pasiva de agua y electrolitos puede ser transcelular (por el citoplasma de las células) o paracelular (por el espacio intracelular y uniones fuertes entre enterocitos. La absorción activa va en contra el gradiente de concentración el cual requiere consumo de energía, la de mayor importancia es la bomba Na^+ , K^+ , ATPasa que se encuentra en todos los enterocitos; la importancia relativa de cada sistema de transporte depende de la zona y localización del enterocito en las criptas lo que significa que el villi tiene gran capacidad de absorción y cripta de secreción (Dibartola, 2006).

Yeyuno :

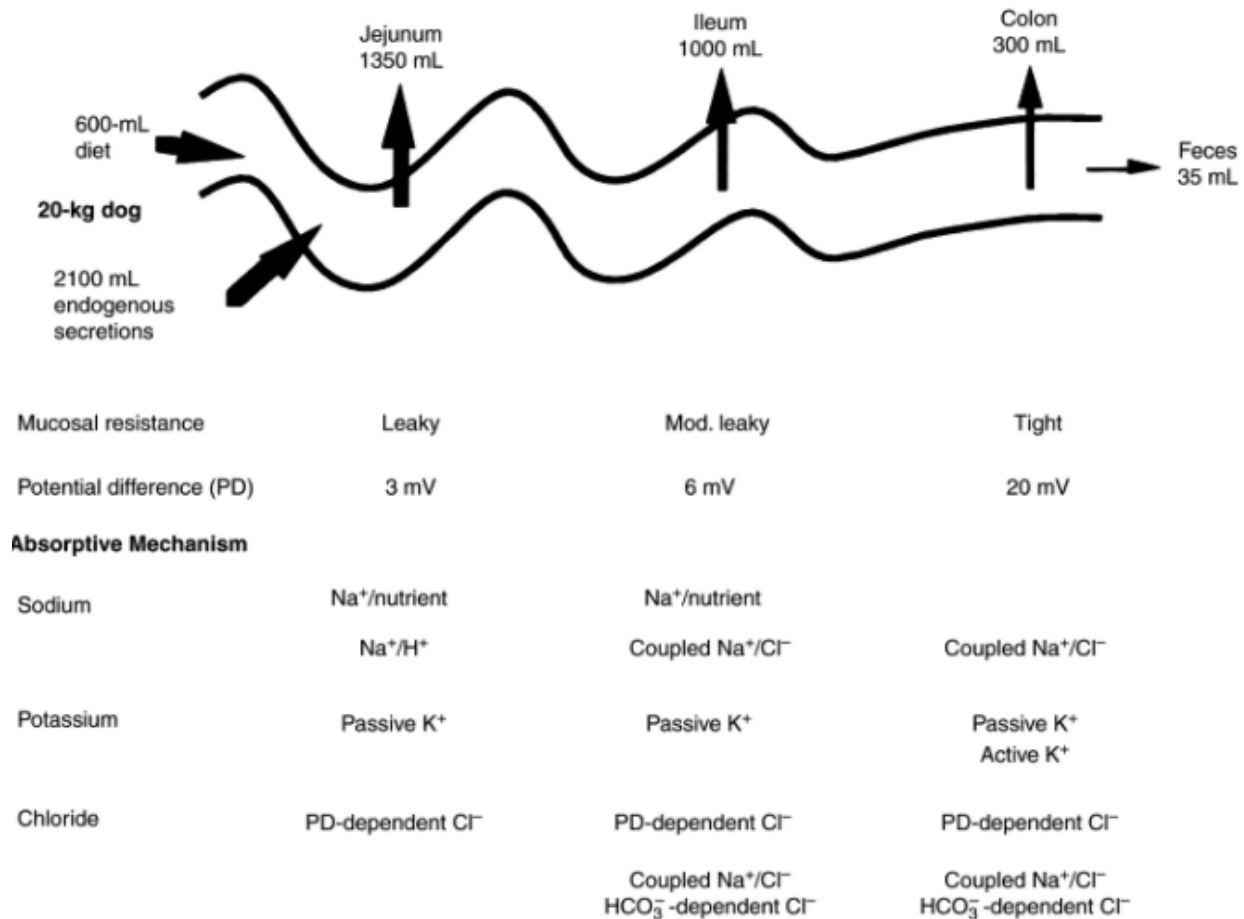
Este presenta una gran permeabilidad, permitiendo un transporte pasivo contribuyendo a mayor movimiento de Na^+ y Cl^- en este segmento. Las membranas lumbinales de las células epiteliales tienen transportadores dependientes de sodio para azucres como hexosa y aminoácidos, por lo cual el Na ingresa a la celular a favor del gradiente de concentración y favorece a la acumulación de nutrientes intracelularmente; el cual es expulsado de la célula por la bomba Na^+ , K^+ , ATPasa. También se debe tener en cuenta que los enterocitos del yeyuno presentan un pH ácido por la entrada de Na esto se puede dar además por el intercambio de Na^+ , H^+ , de esta manera ingresa a la célula HCO_3^- para estabilizar el pH intracelular (Dibartola, 2007).

El movimiento de K en el tracto gastrointestinal sigue su gradiente electroquímico y, suele predominar su secreción. En el intestino delgado la mayor parte de secreción es pasiva por una diferencia de potencial permitiendo que se dirija a luz intestinal por esta razón en los casos normales se encuentra mayor la concentración en contenidos intestinales que en plasma. En el yeyuno el transporte de glucosa y aminoácidos provocan una absorción pasiva de Cl^- y HCO_3^- (Dibartola, 2007).

Ilustración 8. Absorción de fluidos y electrolitos en el tracto gastrointestinal

Fuente: Stephen P. Dibartola

En la ilustración 4 muestra la absorción de nutrientes, electrolitos en todo el tracto gastrointestinal.



Íleo :

La absorción de sodio en el íleo es a través de NaCl, que también conlleva a la entrada de nutrientes a la célula; Los contenidos de íleo y colon suelen ser más alcalinos, la absorción pasiva de cloro y bicarbonato, hace que se dé un mecanismo de intercambio de Cl y HCO₃⁻. El mecanismo de secreción de bicarbonato en el duodeno, íleo y colon se desconoce (Dibartola, 2007).

Colon :

La absorción de sodio en el colon se da contra el gradiente electroquímico dándose el transporte activo de Na, esta también está afectada por los mineralocorticoides (aldosterona). Estos incrementan la actividad de los canales de Na en las células epiteliales del colon y el epitelio del colon contiene canales de K el cual realiza un transporte activo, la absorción del potasio se da por una bomba K ATPasa en las células epiteliales, además en las células parietales presenta la bomba H⁺, K⁺, ATPasa (Dibartola, 2007).

La absorción en el colon es importante ya que en las enfermedades del intestino delgado este puede compensar las pérdidas de fluidos. Por otro lado en una alteración en la absorción del intestino grueso o estimulación de la secreción colónica por productos de una función anormal del intestino delgado como, ácidos grasos hidrolizados o ácidos biliares no conjugados (Dibartola, 2006).

Los principales aniones en el colon son los ácidos grasos de cadena corta que se generan gracias al metabolismo bacteriano de carbohidratos y proteínas. Los ácidos que incluyen principalmente son el acetato, propionato y butirato que son sustratos preferidos por las células del colon. Se sabe que estimulan la absorción de Na⁺, agua y K⁺. La secreción intestinal es una función de las células de las criptas (Chan, 2008).

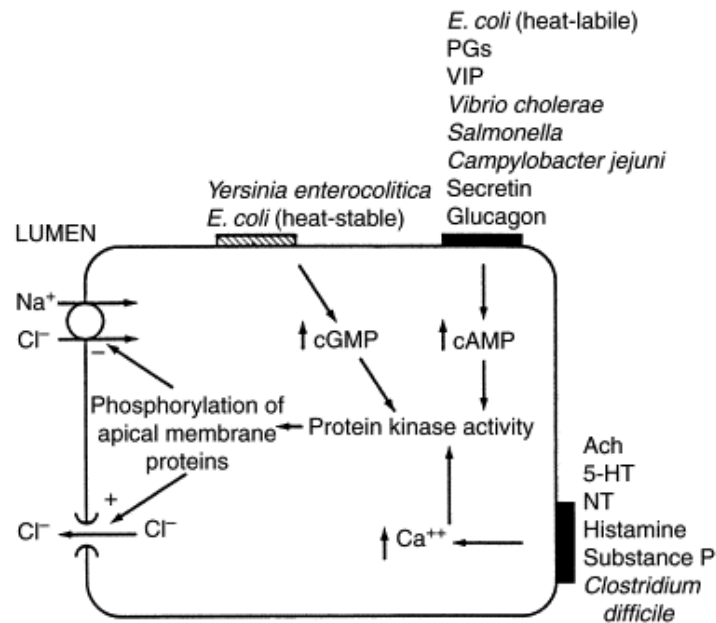
Control de la absorción, secreción de agua y electrolitos :

El control de la absorción y secreción es un proceso que es regulado por el sistema neuroendocrino que se localiza en la submucosa (Dibartola, 2007). La acetilcolina y el polipéptido vasoactivo intestinal (VIP) son los principales mediadores de

la secreción gastrointestinal, mientras que la norepinefrina, somatostatina y opioides son los principales reguladores en la absorción (Dibartola, 2007).

La acetilcolina y el VIP a nivel celular provocan un aumento de calcio intracelular y el AMPc inhibe la absorción de NaCl y facilita el flujo transcelular de Cl⁻. Además muchos agentes bacterianos generan su efecto incrementando el aumento AMPc en los enterocitos. Por otro lado la norepinefrina, somatostatina y opioides reducen el AMPc y las concentraciones de Ca⁺ intracelular, dándose una absorción de NaCl (Dibartola, 2006).

Ilustración 9. Mecanismos de absorción y secreción de agua y electrolitos



Fuente: Stephen P. Dibartola

En la ilustración 5 muestra el papel de los mensajeros intracelulares AMPc, Ca^+ , y la absorción de NaCl y secreción de Cl^- en el epitelio del intestino delgado.

El flujo sanguíneo también influye en el transporte de iones, la expansión sistémica de volumen resulta en un incremento de la secreción intestinal, mientras que la concentración de volumen resulta en un efecto adrenérgico y un incremento de absorción (Dibartola, 2006). Las fuerzas osmóticas también son importantes en la regulación de electrolitos y fluidos, la osmolaridad del lumen intestinal suele mantenerse cercana a la del plasma, tras la ingestión de líquidos hipertónicos permite el movimiento de líquidos hacia la luz intestinal; A medida que el bolo intestinal va avanzando, disminuye los procesos absorptivos progresivamente de Na^+ , Cl^- y agua (Dibartola, 2007).

Signos de alteración gastrointestinal

Vómito :

El vómito es un arco reflejo que inicia por la estimulación del centro del vómito en la médula. La estimulación se puede dar de forma directa o indirecta por la zona de estimulación de quimiorreceptores Zona de gatillo (CTZ); la barrera hematoencefalica es limitada debido a que permite a sustancias con toxinas o fármacos estimular la zona de gatillo. La entrada del núcleo vestibular puede estimular también la zona de gatillo. Las enfermedades o irritaciones del TGI, órganos abdominales o peritoneo pueden estimular de forma directa el centro del vomito gracias a los receptores viscerales y aferentes vagales (Dibartola, 2007). Cuando se inicia el estímulo en el centro incluye una serie de eventos viscerales; esto se da por la secuencia de eventos que incluyen inhibición de la motilidad gastrointestinal proximal, fuerte contracción retrógrada en el intestino delgado y relajación del antro, lo cual permite transferencia de los contenidos intestinales hacia el estómago; seguido de una contracción en el antro gástrico y el intestino además de acortamiento del esófago abdominal (Dibartola, 2007). La dilatación del cardias y el esfínter esofágico inferior permite la transferencia de los contenidos gástricos hacia el esófago en las arcadas y los vómitos. Las arcadas comúnmente proceden al vómito y se caracteriza por movimientos inspiratorios rítmicos contra la glotis cerrada. La presión intratoracica negativa en las arcadas impide la expulsión de los contenidos del esófago (Dibartola, 2007).

En el vómito los músculos abdominales se contraen y las presiones intratoracias e intrabdominales son positivas, finalizando en la expulsión forzada del contenido gástrico a través de la boca. El vómito se asocia con varias enfermedades, y cuando es

de forma frecuente o severo puede generar efectos sobre el equilibrio ácido base, electrolitos y fluidos de gran importancia; la severidad del caso dependerá de cierta manera su origen (Chan, 2008).

El vómito de contenido gástrico e intestinal implica la pérdida de fluidos ricos en Cl^- , K^+ , Na^+ y HCO_3^- además de la deshidratación acompañada por la hipocloremia, hipokalemia e hiponatremia (Dibartola, 2007). La acidosis metabólica suele ser más común que la alcalosis metabólica en enfermedades gastroentéricas (Dibartola, 2007).

En caso de obstrucción del tracto de salida gástrico o del duodeno proximal, la pérdida de Cl^- excede a la de HCO_3^- , terminando en una hipocloremia, hipokalemia y alcalosis metabólica (Allen, 2014). La alcalosis metabólica continúa por el incremento de la reabsorción renal de NaHCO_3 ya que presenta una depleción de volumen, cloro y potasio (Allen, 2014). Estas alteraciones metabólicas se originan de un resultado de la conservación preferencial del volumen a expensas del pH extracelular. La reabsorción renal de casi todo el HCO_3^- filtrado y el intercambio de Na^+ por H^+ en el túbulo distal promueve un pH urinario ácido a pesar de la alcalosis extracelular (aciduria paradójica). Casos de alcalosis metabólicas se han encontrado en pacientes con signos de obstrucción intestinal pero sin embargo también se han evidenciado en pacientes con parvovirus y pancreatitis aguda. Las enfermedades caracterizadas por hipersecreción de ácido como el gastrinoma, pueden asociarse con alcalosis metabólica y aciduria (Dibartola, 2006).

Diarrea :

La diarrea es un mecanismo patológico que incluye la secreción intestinal, reducción de la absorción intestinal, tránsito rápido de contenidos intestinales y

enfermedades mesentéricas, vasculares o linfáticas (Dibartola, 2007). Los diferentes tipos de agentes secretores incluyen neuropeptidos del sistema entérico (tumores neuroendocrinos), agonistas colinérgicos, hormonas gastrointestinales, enterotoxinas bacterianas, ácidos biliares no conjugados y ácidos grasos. La diarrea secretora es un signo que aparece cuando la estimulación pro-secretora supera la capacidad para absorber; esta se manifiesta por un incremento de la secreción en el colon de fluido rico en Na^+ y agua que estimula la liberación de la hormona antidiurética que a su vez estimula la retención de agua en los riñones y la hiponatremia dilucional (Dibartola, 2007).

La reducción de absorción intestinal puede ser resultado de una reducción de la superficie intestinal por agentes infecciosos (parvovirus), infiltración celular o cirugías. Las lesiones en la barrera epitelial intestinal también pueden incrementar la permeabilidad intestinal, alterando las vías de absorción paracelular y transcelular. Un incremento en la osmolaridad de los contenidos intestinales puede también reducir la absorción (Dibartola, 2007). Son causas específicas de diarrea osmótica los cambios dietéticos súbitos, ingestión de laxantes osmóticos, mal digestión o mal absorción. La absorción de agua y electrolitos está retrasada por la acumulación de solutos no absorbibles en la luz intestinal, y existe un movimiento neto de agua del plasma hacia la luz intestinal (Byers, 2017). En la diarrea osmótica la concentración de Na en las heces puede permanecer por debajo de la del plasma, llevando a una pérdida excesiva de agua en exceso de Na, deshidratación e hipernatremia, especialmente cuando la ingestión de agua es inadecuada. La absorción intestinal puede también verse afectada por enfermedades que provocan un incremento de la presión venosa, presión linfática,

reducción de la presión osmótica intersticial (hipoalbuminemia) e incremento de la permeabilidad epitelial. Las alteraciones de la motilidad intestinal resultan en una reducción de la absorción intestinal de fluidos por una reducción del tiempo de contacto entre los contenidos lumbinales y los enterocitos (Dibartola, 2007).

Las alteraciones de fluidos y electrolitos asociado con la diarrea incluyen depleción de volumen, hiponatremia o hipernatremia, hipokalemia y acidosis metabólica (Dibartola, 2007). La acidosis metabólica que se genera se caracteriza por la pérdida de cloro (hipocloremia) y un anion gap normal provocado por la pérdida de líquido diarreico con pérdida elevada de HCO_3^- . Las alteraciones de electrolitos y ácido-base graves con relativamente poco comunes en pacientes cuyo es su único problema (Dibartola 2007). Cuando la diarrea es severa y prolongada o se acompaña de vómitos, las alteraciones acido base y electrolitos son más probables, pero es difícil predecir que alteraciones van a estar presentes (Byers, 2017).

Manejo de las alteraciones del tracto gastrointestinal

La corrección de fluidos de las alteraciones de fluidos de volúmenes, electrolitos y acido-base es una parte esencial del manejo de los pacientes con vómitos y diarreas. El tipo más adecuado, vía, y velocidad de reemplazo de fluidos se eligen basándose en la hidratación del paciente, perfusión tisular, y estado de electrolitos y ácido base.

La evaluación mínima de un paciente con enfermedad gastrointestinal debería incluir la medición de la temperatura corporal, frecuencia cardíaca, tiempo de llenado capilar, hematocrito, proteínas totales, densidad urinaria, pH urinario y presión sanguínea. Con base en la evaluación mencionada anteriormente debe realizarse una clasificación del estado de deshidratación del paciente.

El tipo de solución ideal en casos de vómitos, es la solución ringer puesto que esta es una de las soluciones que tiene mayor concentración de potasio con 147.5 mEq/L y este es el electrolito con mayor pérdidas en dichos casos; sin embargo se resaltan otros puntos como la concentración del cloro 156 mEq segundo electrolito que presenta pérdida, seguido por Hartman, ringer lactato, solución 90 (Harold, 2013).

En casos de diarreas las pérdidas comunes son ricas en sodio y un procesos de mala absorción intestinal, por esta razón se recomienda utilizar dextrosa 5% en cloruro de sodio 0.9% inicialmente y posterior llegar a manejar una solución 90 la cual tiene un concentración de otros electrolitos como potasio y lactato para evitar la acidosis metabólica.

La velocidad de la fluidoterapia va relacionada con el porcentaje de deshidratación que presenta el paciente, al cual se le suma un mantenimiento de 80 ml/kg/día en adultos y en cachorros se puede llegar a manejar hasta 100 ml/kg/día (Harold, 2013).

Insuficiencia cardíaca congestiva

Fisiología del sistema cardiovascular

La función principal del aparato circulatorio se puede resumir en una palabra: transporte. El torrente sanguíneo transporta numerosas sustancias esenciales para la vida, entre ellas se encuentra el oxígeno y los nutrientes requeridos por las células del organismo (Cunningam, 2009, 110). También transporta dióxido de carbono y otros metabolitos de desecho que recoge de las células de los diferentes órganos.

Es necesario tener las bases para entender la fisiología cardiovascular ya que se podría considerar qué pasaría si el corazón y la circulación se detuvieran por completo:

Se produce una pérdida del conocimiento en 30 segundos, y en pocos minutos un daño irreparable en el cerebro y otros tejidos del cuerpo sensibles a esa falta de riego sanguíneo (Defrancesco, 2008). La cual tiene como consecuencia una disfunción en esos tejidos. Una isquemia persistente conduce a un daño permanente denominado infarto o muerte celular (necrosis) (Coulson, 2017).

La sangre transporta las sustancias metabólicas necesarias para el funcionamiento de cada célula del organismo, incluidos oxígeno, glucosa, aminoácidos, ácidos grasos, y varios lípidos. También transporta los productos metabólicos de desecho que recoge de cada célula, entre los que se incluyen dióxido de carbono, ácido láctico, desechos nitrogenados procedentes del metabolismo proteico, mensajeros químicos vitales: las hormonas, sintetizadas y liberadas por las células de un determinado órgano y transportadas por la sangre hasta otras células de otros órganos donde ejercen su acción (Cunningam, 2009).

La sangre transporta también agua y electrólitos, entre los que se incluyen los iones: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , H^+ , HCO_3^- , y Cl^- . Los riñones son los órganos responsables de mantener en el organismo la composición de agua y electrólitos en sus niveles normales, lo que consiguen alterando la concentración electrolítica en la sangre cuando ésta fluye a su través. A continuación, la sangre alterada circula por todos los órganos del organismo, donde afecta a su contenido electrolítico e hídrico extracelular e intracelular de cada tejido (Dibartola, 2007).

En medicina veterinaria es frecuente encontrar un deterioro en el transporte cardiovascular, lo que conduce inevitablemente a una disminución significativa y a la

pérdida de la salud. Para ello, el veterinario debe tener un conocimiento práctico de la fisiología normal y de las alteraciones cardiovasculares (Dibartola, 2007).

Las alteraciones observadas son primarias, en cuyo caso son alteraciones que afectan de manera directa al aparato cardiovascular como por ejemplos: la hemorragia (pérdida de sangre desde los vasos sanguíneos) y la miocarditis (inflamación del músculo cardíaco) (Cunningam, 2009). También las alteraciones pueden ser congénitas (presentes desde el nacimiento) o adquiridas (se desarrollan durante la vida del animal) las cuales con frecuencia se producen por defectos morfológicos o funcionales de las válvulas cardíacas, que no pueden abrirse o cerrarse por completo (Vezzosi, 2017).

Incluso en casos de enfermedad de otro origen pueden llegar afectar al sistema cardiovasculares, esas alteraciones secundarias, a menudo se convierten en los aspectos más graves y potencialmente letales de la enfermedad (Cunningam, 2009). Ejemplos clásicos, tales como quemaduras graves, o de vómitos persistentes o diarrea, se producen alteraciones cardiovasculares secundarias por la pérdida de agua y electrolitos desde el torrente sanguíneo (Dibartola, 2007).

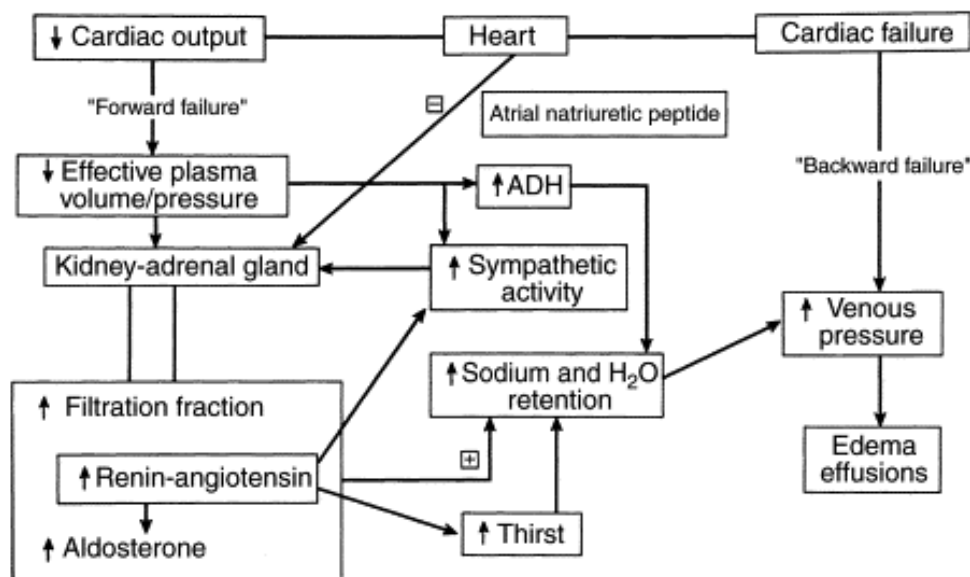
Aunque el volumen de sangre no disminuya hasta niveles peligrosos, la alteración electrolítica puede producir un ritmo cardíaco anormal (arritmias cardiacas), y un bombeo cardíaco ineficaz (insuficiencia cardíaca), en estos pacientes las anomalías electrolíticas pueden ser fatales si no se instaura una fluidoterapia, que si no es la adecuada, puede conducir a un acúmulo excesivo de líquidos en los tejidos corporales o edema (cunningam, 2009).

Patología insuficiencia cardíaca congestiva

La insuficiencia cardíaca se define como la incapacidad del corazón para generar suficiente gasto cardíaco para satisfacer las necesidades metabólicas del cuerpo en reposo y ejercicio (Defrancesco, 2008). La insuficiencia cardíaca congestiva (ICC) es un síndrome clínico caracterizado por una disfunción cardíaca, hemodinámica anormal, activación neurohormonales, liberación de citoquinas, y retención renal de sodio y agua. Una lesión cardíaca o vascular que limita el gasto cardíaco y reduce la presión sanguínea arterial (PSA) (Dibartola, 2007).

La comprensión de la fisiopatología de la acumulación de fluidos en la insuficiencia cardíaca es vital para el manejo adecuado. El edema pulmonar y sistémico cardiogénico se produce cuando el aumento de las presiones hidrostáticas venosas o capilares que provoca un aumento de la transudación de líquido en los capilares, lo que resulta en una acumulación neta de líquido en los pulmones, cavidades corporales o tejidos periféricos (Defrancesco, 2008).

Ilustración 10. Mecanismos de acumulo de fluidos en la insuficiencia cardiaca



Fuente: Stephen P. Dibartola

En la ilustración 6 muestra los mecanismos por los cuales se da una formación de edema pulmonar, edema subcutáneo o efusiones en las cavidades. Observándose el efecto combinado de un aumento en la presión venosa y la retención de sodio y agua.

El aumento del drenaje linfático en los pulmones asegura una margen de seguridad, especialmente en insuficiencia cardiaca crónica, permitiendo tolerar las presiones hidrostáticas. A pesar de que el sistema linfático pulmonar este activo, el edema pulmonar se acumula en el espacio intersticial y progresa hacia el alveolo y bronquios a medida que aumenta la presión. El aumento de la presión hidrostática y venosa resulta en los efectos combinados de llenado ventricular y retención renal de sodio y agua (Dibartola, 2007).

Hay unas alteraciones bioquímicas séricas de gran importancia en la insuficiencia cardiaca, esto puede atribuirse a alteraciones de la función renal, cambios en la ingestión dietética de agua y electrolitos, diuréticos y otros fármacos (Dibartola, 2007). Sin embargo en la mayoría son leves, pero otros pacientes con insuficiencia cardiaca congestiva tiene alteraciones del equilibrio de fluidos y electrolitos que pueden requerir fluidoterapia y ajuste de medicamentos para la función cardiaca (Nakamura, 2017).

Corrección de la alteración de fluidos y electrolitos en insuficiencia cardiaca congestiva

Los objetivos iniciales de la terapia ICC incluyen el incremento de la presión de oxígeno, reducción de la demanda de oxígeno, establecimiento de la diuresis y descarga de los ventrículos a la vez que se da soporte a la PSA, perfusión tisular y función renal. Los tratamientos a largo plazo se dirigen a impedir la retención de fluidos, reducción de la carga, mantener el gasto cardiaco para dar soporte al ejercicio y la función orgánica y bloquear la lesión neurohormonales progresiva a los tejidos cardiacos y vasculares. (Dibartola 2008)

Un nuevo abordaje para el tratamiento en ICC en pacientes humanos ha sido propuesto. Licata, pasquale y parrinello (2003, 466) Ellos administran solución salina hipertónica en pequeños volúmenes junto a furosemida y han demostrado una potenciación de la diuresis en la ICC refractaria; sin embargo no ha sido estudiada en animales pero merece su consideración, especialmente en pacientes hiponatremicos (Meyer, 2006).

El paciente cardiaco, en contraste con muchos otros animales enfermos, no es candidato ideal para fluido terapia parenteral. La expansión de volumen indica riesgos

sustanciales en términos de incrementar la presión venosa, retención de sodio y edema. Sin embargo algunos pacientes con insuficiencia cardiaca requieren la suplementación de fluidos y electrolitos por el desbalance presentado (Meyer, 2006). Las indicaciones para la fluido terapia con ICC incluyen seleccionar el tipo de fluidos, aditivos y velocidad de administración (Meyer, 2006).

El volumen de fluidos diarios se guía por el estado actual del paciente, si presenta edema, necesidades de mantenimiento estimadas 40-60 ml/kg/día, estado de hidratación, peso corporal, ingestión de fluidos vía oral, producción de orina estimada, concentración sérica de proteínas totales, concentraciones séricas de sodio, creatinina.

Es esencial considerar una infusión mínima de fluidos inicialmente 30-40m/kg/día y valorar los efectos en el paciente. El volumen diario debería infundirse lentamente y distribuirse poco a poco a lo largo de 24 horas para reducir el riesgo de edema pulmonar y efusión pleural (Dibartola, 2007). La elección de fluidos depende en gran medida de precauciones acerca de la retención de sodio. Cuando el paciente consume agua, la fluido terapia es reducida o nula. El paciente ICC continúa reteniendo sodio por los cuales se debe continuar con infusiones de diuréticos para impedir la retención excesiva de sodio por parte de la alimentación o la terapia de cristaloides (Meyer, 2006).

Un perro sano logra mantener una concentración sérica de sodio normal, sin embargo se debe de realizar una restricción en pacientes con ICC de sodio, la cual aún no ha sido determinada, por lo cual es prudente limitar el consumo de 12 mg/kg/día de sodio en este tipo de paciente, por otro lado el clínico debe tener en cuenta las concentraciones de sodio en las soluciones cristaloides; la solución salina NaCl 0,9% contiene 154 mEq, NaCl 0,45% y dextrosa 2,5% contiene 37,5 mEq (Dibartola, 2007).

Hay casos particulares en las cuales se evidencia acidosis metabólica, debe suministrarse bicarbonato el cual va presentar una carga adicional de sodio (Dibartola, 2007).

Basándonos en estos conceptos se recomienda el uso de dextrosa 2,5 % o NaCl 0,45% el cual suplementa cloruro potásico cuando se requiere hidratar, mantenimiento o infusión de fármacos en pacientes con ICC (Mayer, 2006). Desafortunadamente el uso de dextrosa 5% o NaCl 0,45% en dextrosa al 2,5% en ocasiones se asocia con una excreción inadecuada de agua libre, ganancia de peso, hiponatremia e hipokalemia (Harold, 20013). Estas alteraciones electrolíticas son similares a las observadas en algunos perros y gatos con ICC severa se tratan con diuréticos para tratamiento de líquido libre. La hiponatremia en esta situación clínica es más común en gatos. Debido al potencial de la hiponatremia, los cristaloides equilibrados como la solución Ringer lactato pueden preferirse como fluidos de reemplazo en pacientes cardiacos con deshidratación siempre y cuando el uso sea de corto plazo (<12horas) se tolera usualmente bien el sodio, el volumen sea pequeño y velocidad de infusión lenta 2.5 - 5 ml/kg/h (Dibartola, 2007).

Injuria Renal Aguda

Fisiología del Sistema renal

El riñón es un órgano de gran importancia, con diversas responsabilidades en el mantenimiento de la homeostasia; Los riñones reciben alrededor del 25% del gasto cardíaco y filtran la sangre para eliminar los desechos metabólicos y recuperar las sustancias esenciales para el organismo, entre las que se incluyen agua, proteínas de bajo peso molecular y diferentes electrólitos (Cunningham, 2009).

Los riñones son capaces de reconocer las situaciones de déficit o exceso de agua o electrolitos; También tienen una función vital en el mantenimiento del equilibrio ácido básico y producción hormonal que están implicadas en el control de la presión arterial sistémica y en la producción de glóbulos rojos (Dibartola 2007).

La función renal normal, incluyen el mantenimiento del volumen del líquido extracelular (LEC) y la osmolaridad, las concentraciones normales de electrolitos, y el equilibrio normal ácido base es esencial para la estabilidad de los órganos internos. La excreción de productos de desechos metabólicos, biosíntesis de hormonas, y degradación de péptidos reabsorbidos (Dibartola, 2007).

Patología Injuria renal aguda

La injuria renal aguda primaria aparece siempre que existen lesiones funcionales en los riñones que resultan en la acumulación de productos de degradación nitrogenados (urea, creatinina) en sangre. Debe de haber una pérdida de 75% de la función renal excretora (reversible o irreversible) antes de que las concentraciones en sangre de nitrógeno ureico (BUN) y creatinina sean incrementadas (Dibartola, 2007). La injuria renal se clasifica en injuria renal aguda o insuficiencia renal crónica; La fluidoterapia en el paciente con injuria renal (Dibartola, 2007).

Corrección de la alteración en injuria renal aguda

La administración de fluidos vía oral y subcutánea en estos casos no es satisfactorios para la fase inicial del tratamiento de los pacientes gravemente urémicos. El paciente azotémico puede estar vomitando o tener una absorción gastrointestinal alterada de agua y electrolitos (Cunningham, 2009). La vía intravenosa es esencial para

el tratamiento del paciente urémico con deshidratación, pérdidas activas severas (vómito, diarrea, poliuria) o alteraciones equilibrio ácido base (Cunningham, 2009).

La rehidratación debe de calcular con dos a tres veces las necesidades de fluidos de mantenimiento 120-180 ml/kg/día (Dibartola, 2007). En casos de shock hipovolémico deberá manejarse 90 ml/kg/h (Dibartola, 2007). La solución salina 0,9%, es el fluido inicial de elección en la rehidratación intravascular porque contiene abundante sodio, y carece de potasio el cual puede generar lesión al riñón (Grauer, 1998). Por otro lado el Ringer lactato contienen un poco menos de sodio se puede manejar no solo para reemplazar fluidos, sino también mantener el equilibrio electrolito (Grauer, 1998).

Consolidado

Para el manejo de hidratación de las patologías estudiadas se presenta el siguiente cuadro resumen:

Solución	Sodio Na⁺	Potasio K⁺	Calcio Ca⁺	Cloro Cl⁻	Lactato	Glucosa g/L	Osmolaridad	Patología
Solución salina 0,9%	154 mEq	0	0	154 mEq	0	0	Isotónica	Inicial en injuria renal aguda
Dextrosa 5% en sodio cloruro al 0.9%	154 mEq	0	0	154 mEq	0	50	isotónica	Episodios de diarreas inicialmente
Dextrosa 5%	0	0	0	0	0	50	Hipotónica	
Solución salina 0,45%	37.5 mEq	0	0	0	0	0	Hipotónica	Insuficiencia cardíaca congestiva
Hartman	130 mEq	4 mEq	3	109 mEq	28 mEq	0	Isotónica	
Solución 90	108 mEq	20 mEq	0	84 mEq	41 mEq	20	Isotónica	Vómitos
Ringer	147.5 mEq	4 mEq	4.5 mEq	156 mEq	0	0	Isotónica	Episodios de vómitos inicialmente
Ringer lactato	130 mEq	5 mEq	4 mEq	0	27.7 mEq	0	Isotónica	

Conclusiones

El ejercicio de práctica en la institución fue exitoso, puesto que favoreció la aplicación de los conceptos aprendidos durante la carrera, además permitió desarrollar competencias para el análisis clínico con miras a un diagnóstico más preciso de los pacientes.

El manejo de la hidratación en pacientes con gastroenteritis, injuria renal aguda, e insuficiencia cardíaca congestiva, debe ser particular para cada enfermedad, puesto que en cada una de estas patologías se pierden diferentes compuestos, de tal manera que se deben suplementar con diferentes tipos de soluciones, volúmenes y velocidades diferentes según necesidad del paciente.

Un buen manejo de la fluidoterapia en los diferentes tipos de patología, favorece la mejoría de los pacientes de manera más efectiva y pronta.

Referencias

Allen J, Sara; (2014). Fluid therapy and outcome: Balance is best. *The Journal of Extra-Corporeal Small Animal* 46. (1), pp 28- 32.

Byers, Christopher G; (2017). Fluid therapy: Options and rational selection. *Veterinary Clinics Small Animal Practice* 47. (2), pp 359- 371.

Chan, Daniel L. (2008). Colloids: Current recommendation. *Veterinary Clinics Of North America* 38. (3), pp 587-593.

Cunningham, James J. (2009). Funciones cardiovasculares; Términos generales. Stephenson, Robert B. 4 edición, Elsevier, Española. *Fisiología Veterinaria* (pp 110-122).

Dibartola, Stephen P. (2007). Fisiología aplicada de los fluidos corporales en perros y gatos. Wellman, Maxey L. & Dibartola, Stephen P. & Kohn, Catherine W. 3 edición, Multimedica ediciones veterinarias, Española. *Fluidoterapia, Electrolitos y Desequilibrio Ácido Base En Pequeños Animales* (pp 1- 43).

Dibartola, Stephen P. (2007). Fluidoterapia en la insuficiencia renal intrínseca. Dennis, Chew J. & Gieg, Jennifer 3 edición, Multimedica ediciones veterinarias,

Española. *Fluidoterapia, Electrolitos y Desequilibrio Ácido Base En Pequeños Animales* (pp 531-553).

Dibartola, Stephen P. (2007). Alteraciones de fluidos y electrolitos en enfermedades gastrointestinales y pancreáticas. Simpsom, Kenneth W. & Birnbaum, Nichote 3 edición, Multimedica ediciones veterinarias, Española. *Fluidoterapia, Electrolitos y Desequilibrio Ácido Base En Pequeños Animales* (pp 427- 444).

Dibartola, Stephen P. (2007). Terapia de fluidos y diureticos en la insuficiencia cardiaca. Bonagura, John D. & Lehmkuhl, Linda B. & Austran de morais, Helion 3 edición, Multimedica ediciones veterinarias, Española. *Fluidoterapia, Electrolitos y Desequilibrio Ácido Base En Pequeños Animales* (pp 501- 527).

Elisa M, Mazzaferro. (2008). Complications of fluid therapy. *Veterinary Clinics Small Animal Practice*. 38. (38), pp 607-619.

Foy, Daniel and Austran de Morais, Helio. (2008). Metabolic Alkalosis: A Quick reference. *Veterinary Clinics Of North America* 38. (3), pp 435-438.

Grauer, Gregory F.; (1998). Fluid therapy in acute and chronic renal failure. *Veterinary Clinics Small Animal Practice* 28. (3), pp 609- 622.

Hanse, Bernie. (2016). Maintenance fluid therapy isotonic versus hypotonic solutions. *Veterinary Clinics of North America* 47. (2), pp 383-395.

Harold, Davis and Jensen, Tracey and Johnson, Anthony and Knowles, Pamela and Meyer, Robert and Rucinsky, Renee and Shafford, Heidi (2013). Fluid therapy guidelines for dogs and cats. *Veterinary Practice Guidelines* 50. (5), pp 149-159.

Johnson, Rebecca A. (2008). Respiratory Alkalosis: A Quick reference. *Veterinary Clinics Of North America* 38. (3), pp 427-430.

Meyer, Lothar J. and Harvey, William (2006). Funciones cardiovasculares; Términos generales. Stephenson, Robert B. 4 edición, Elsevier, Española. *Fisiología Veterinaria* (pp 110-122).

Langston, Cathy; (2017). Managing fluid and electrolyte disorders in kidney disease. *Veterinary Clinics Small Animal Practice* 47. (2), pp 471- 490.

Lee, Justine A. and Cohn, Leah A.; (2017). Fluid therapy for pediatric patients. *Veterinary Clinics Small Animal Practice* 47. (2), pp 373- 382.

Schaer, Michael. (2008). Therapeutic approach to electrolyte emergencies. *Veterinary Clinics of North America* 38. (3), pp 513-533.

Teresa C, DeFrancesco; (2008). Maintaining fluid and electrolyte balance in heart failure. *Veterinary Clinics Small Animal Practice* 38. (3), pp 727- 745.

Raghunathan, J. and Nailer, P. and Konoske. R; (2015). What Is The Ideal Crystalloid?. *Veterinary Clinics Small Animal Practice* 47. (4), pp 309- 314.

Ramírez, Ynaraja E. (2002). Fluidoterapia en perros y gatos. Notas clínicas para urgencias y cuidado intensivo.
<http://www.norvet.com.mx/Memorias2011/Fluidoterapia%20-%20UCI.pdf>.

Rudloff, Elke and Kirby, Rebecca; (1998). Fluid therapy crystalloids and colloids. *Veterinary Clinics Small Animal Practice* 28. (2), pp 297- 328.

Rozanski, Elizabeth & Lynch, Alex; (2017). Fluid therapy in lung disease. *Veterinary Clinics Small Animal Practice*. 47. (2), pp 461-470.