

Enfermedad Metabólica Ósea (EMO) en un ejemplar juvenil de zarigüeya (*Didelphis marsupialis*) del hogar de paso CARDER-APAP del municipio de Pereira, reporte de caso:

Trabajo de grado para optar por el título de Médica Veterinaria

María José Osorio Velásquez

Asesor:

Santiago Monsalve Buriticá MVZ, M. Sc, Dr.

Unilasallista Corporación Universitaria

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Medicina Veterinaria

Caldas- Antioquia

2022

Contenido

Resumen.....	3
Introducción.	4
Objetivos.....	5
Justificación.....	6
Marco teorico.....	8
<i>Didelphis marsupialis</i>	8
características y ubicación.....	9
Importancia ecológica.....	10
Estado de conservación y problemática actual en Colombia.....	10
Enfermedad metabólica ósea.....	12
Etiología.....	12
Signos clínicos.....	13
Fisiopatología.....	15
Diagnostico.....	16
Tratamiento.....	17
Reporte de caso.....	18
Anamnesis.....	18

Resumen:

La enfermedad metabólica ósea es un síndrome que abarca varias patologías de mineralización (EMO), formación y remodelación ósea, generadas por una multifactorialidad de condiciones que incluyen la exposición a la luz solar, los entornos estresantes, enfermedades primarias intestinales y renales, factores genéticos, anomalías hormonales, y principalmente falencia nutricional que desencadenan en un desequilibrio mineral de la relación calcio-fosforo, y/o la deficiencia de vitamina D. Este síndrome afecta tanto a aves, reptiles, y principalmente a mamíferos que se encuentren en cautiverio. En la actualidad en Colombia, uno de los mamíferos con más altos índices de ingresos a centros de atención y valoración de fauna silvestre son los individuos de la especie *Didelphis marsupiales* (Zarigüeya común), debido a las amenazas que diariamente se enfrentan por la reducción de su hábitad, a raíz de la expansión urbano-rural, que desencadena en incremento del número de atropellamientos, ataques por parte de animales domésticos y del mismo ser humano a dichos individuos. Por estos motivos, es importante tener cuenta las condiciones adecuadas de recepción, atención, crianza, rehabilitación, que permitan mejorar las condiciones de nutricionales y de manejo en dichos centros, previniendo así enfermedades tales como la enfermedad metabólica ósea en mamíferos de alta incidencia de ingreso a estos como lo son las zarigüeyas. Por medio de este trabajo, se expone un caso clínico de un individuo juvenil de *Didelphis marsupiales*, perteneciente al hogar de paso del convenio CARDER-APAP de la ciudad de Pereira, con un posible caso de EMO, con el fin de dar a conocer el protocolo llevado a cabo con este individuo y los hallazgos de necropsia obtenidos.

Palabras claves: *Didelphis marsupialis*, Enfermedad metabólica ósea, Zarigüeyas.

Introducción:

La Enfermedad Metabólica Ósea (EMO) es un síndrome que comprende múltiples patologías de formación, remodelación y mineralización ósea; algunas de las enfermedades que abarca son raquitismo, osteomalacia y osteodistrofia fibrosa, las cuales están caracterizadas por cambios en la biodisponibilidad de algunos minerales y deficiencias nutricionales (Sadhir et al., 2022). Generalmente estas patologías son desencadenadas por carencias en la dieta de los animales, en su mayoría deficiencias de vitamina D y/o proporciones inadecuadas de calcio - fósforo. Además de esto, se ha determinado que las condiciones nutricionales, la exposición a la luz solar, los entornos estresantes, algunas patologías renales y digestivas, así como factores genéticos, se encuentran implicadas en la etiología multifactorial de dicho síndrome (Sadhir et al., 2022)

Este síndrome puede afectar tanto a mamíferos, aves, reptiles e incluso a los humanos, pero en mayor medida se presenta en vertebrados en cautiverio, debido a que, los animales pueden enfrentarse a prácticas nutricionales y de crianza inadecuadas bajo estas condiciones (Kumar, 2018), además de que la baja exposición a la luz solar conlleva a que se desarrollen estructuras óseas débiles en estos animales, pues no esta es síntesis de vitamina D y actúa en el metabolismo óseo del calcio.

Dentro de los mamíferos en cautividad, con una alta predisposición a presentar tal síndrome, se encuentran los individuos *Didelphis marsupialis* (Zarigüeya común); debido a que en la actualidad no se cuenta con una dieta formulada a nivel comercial propia para esta especie (Opossum Society of the United States, 2022), sus cuidadores suelen tener una mayor dificultad a la hora de formular una dieta adecuada que supla los niveles requeridos de calcio, fósforo y vitamina D. Tal fenómeno ha significado que en ocasiones se les brinden alimentos con demasiada proteína, bajos en calcio, fórmulas lácteas impropias o un exceso de frutas (Ferreira & Landi, 2020), lo que puede conllevar, a largo plazo, el desarrollo de problemas en su formación ósea y mayor predisposición de padecer de EMO en etapas adultas.

Teniendo en cuenta lo anterior y conociendo que en la actualidad las zarigüeyas son los animales que encabezan el conteo de las especies con mayores ingresos a centros de valoración y atención de fauna (CES, 2021), es importante recopilar información que ayude a mejorar las condiciones nutricionales de tal especie en dichos centros y prevenir la incidencia de EMO sobre estas. Por tal motivo, en este trabajo se recopiló información sobre el caso de un ejemplar

Didelphis marsupialis y se contrastó con fuentes disponibles en mamíferos silvestres, con el fin de comparar el abordaje y la caracterización de esta enfermedad.

Objetivos

Objetivo general:

Caracterizar un caso clínico de Enfermedad Metabólica Ósea (EMO) en un ejemplar juvenil de zarigüeya (*Didelphis marsupialis*) del hogar de paso CARDER-APAP del municipio de Pereira.

Objetivos específicos:

Inferir las etiologías de origen que pudiesen haber desencadenado la enfermedad en un individuo *Didelphis marsupialis*, teniendo en cuenta su dieta e historia clínica.

Determinar los hallazgos de necrótica en un ejemplar *Didelphis marsupialis* con posible presencia de Enfermedad Metabólica Ósea.

Justificación

Las zarigüeyas (*Didelphis marsupialis*) son mamíferos marsupiales emparentados con los canguros y koalas. En términos taxonómicos, pertenecen al orden Didelphimorphia y a la familia Didelphidae, que cuenta con 19 géneros y 95 especies. Estos individuos son originarios del continente americano en áreas tropicales y subtropicales, dentro de zonas boscosas, plantaciones, sectores urbanos y rurales; por sus características de mamíferos omnívoros se alimentan de diversos frutos, néctares, hojas, pequeños vertebrados e insectos, cumpliendo así la posterior función de dispersoras de semillas a través de diversos fragmentos de bosque y controladoras de plagas y roedores.

Las zarigüeyas cuentan con una gran capacidad adaptativa a diversos entornos, incluyendo aquellos habitados por el ser humano, lo que en la actualidad ha llevado a que atraviesen diversas amenazas como lo son la fragmentación de su hábitat, reducción de refugio y alimentación debido a la ampliación de zonas periurbanas y rurales; dichas problemáticas traen consigo otros factores de riesgo para esta especie como el alto grado de atropellamiento en las vías, ataques por parte de animales domésticos e incluso por parte del ser humano.

Es en este contexto que actualmente Colombia reporta a dichos mamíferos como uno de los que poseen altos índice de ingreso a los centros de atención y valoración de fauna silvestre (CAV) en diversas etapas de desarrollo fisiológico. Es por eso que se debe tener en cuenta una pluralidad de factores que determinen una óptima valoración, cuidado, atención y posterior liberación de los individuos: consideraremos importante que se tengan en cuenta aspectos como indicaciones nutricionales pertinentes para cada etapa de desarrollo, las condiciones predisponentes que llevaron al individuo para llegar al CAV, así como protocolos de atención in situ, entre otros factores que pudieran desencadenar la Enfermedad Metabólica Ósea, síndrome que es de prevalencia en individuos en cautiverio.

Con la presente investigación esperamos aportar en este sentido de la multicausalidad que puede tener un solo individuo analizado, lo que representaría insumos analíticos para unas mejores valoraciones y atenciones de otros ejemplares e que se reciban en los centros e atención y valoración.

Marco teórico

Didelphis marsupialis:

Características y ubicación:

Las zarigüeyas son mamíferos marsupiales del nuevo mundo, parientes lejanos de los canguros, koalas y wombats; pero a diferencia de estos otros animales, los individuos *Didelphis marsupialis* son pertenecientes originalmente al continente americano, donde están ampliamente distribuidos en hábitats tropicales y templados que abarcan desde Canadá hasta Argentina (Vivas & Flórez, 2016). En la actualidad, se han reportado un total de 100 especies, 50 de las cuales están distribuidas en Colombia.

Desde la taxonomía, pertenecen al orden Didelphimorphia y a la familia Didelphidae, dentro de la que se encuentra un total de 19 géneros y 95 especies (Flórez & Vivas, 2020). En su mayoría, los individuos de la familia Didelphidae son de hábitos mayormente nocturnos, arbóreos, terrestres y omnívoros, puesto que se alimentan de frutas maduras, vegetales, hojas, néctar, flores, invertebrados, pequeños vertebrados, huevos, insectos, lombrices, frutos silvestres y cultivos (Barrera, 2019). También pueden alimentarse de aves de corral.

Una de las especies de mayor tamaño dentro de esta familia es la perteneciente al género *Didelphis* que cuenta con las especies *D. albiventris*, *D. aurita*, *D. imperfecta*, *D. pernigra*, *D. pernigra*, *D. virginiana*, *D. marsupialis*. Estas especies están distribuidas geográficamente desde Norte, Centro y Sudamérica

Los ejemplares de dicho género se caracterizan por tener el rostro alargado y cónico, presentan manchas claras sobre los ojos. Poseen orejas redondeadas, desprovistas de pelo; en algunos individuos el borde y la base es de un color blanquecino, aunque en ciertos casos se pueden observar manchas oscuras en la base. Esta coloración es variable en ejemplares inmaduros y sub-adultos, los cuales pueden tener la punta de las orejas blanca o rosado pálido. En cuanto a su cavidad bucal, presentan un total de 50 dientes, distribuidos en la siguiente fórmula dental: I 5/4, C 1/1, P 3/3, M 4/4. Los incisivos son cortos y cónicos, los caninos son desarrollados de aspecto puntiagudo y largo, los premolares y molares son puntiagudos. En los individuos pre-juveniles el tercer molar carece de raíz y posteriormente es remplazado por otro

con la estructura propia de un premolar, cuando el individuo pasa de una etapa juvenil a una adulta (Barrera, 2019).

Tienen la cola larga, prénzil, escamada y desprovista de pelaje en sus 2/3 superiores. La capacidad prénzil le ayuda a dar equilibrio al desplazarse y a soportar su propio peso. Sus miembros son cortos y cada pata presenta cinco dedos, donde el primer dedo de los miembros posteriores es oponible; esta característica les permite sujetar objetos y mejorar su habilidad trepadora. Poseen una característica biológica propia de los marsupiales, caracterizada por períodos de gestación cortos que van de 8 a 45 días. Luego de esto, las crías nacen de forma embrionaria y migran a una bolsa llamada marsupio, ubicada en el abdomen y en cuyo interior se encuentran las glándulas mamarias donde se adhieren hasta completar su desarrollo (Flórez & Vivas, 2020).

En cuanto al hábitat, las zarigüeyas comunes (*Didelphis marsupialis*) se encuentran en gran parte del territorio de América Central y del Sur, siendo nativos de países como, Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guyana Francesa, Guatemala, Guyana, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Surinam, Trinidad y Tobago y Venezuela. Los individuos *Didelphis* se adaptan fácilmente a distintos hábitats, entre los que se encuentran los bosques y sub-bosques tropicales, bosques secundarios, bosques lluviosos, regiones de tierras bajas por debajo de los 2000 m.s.n.m en promedio; aunque en Colombia se presentan dentro de la región Andina en altitudes entre los 2000 y 3600 m.s.n.m. (Astúa et al., 2021) También, al ser uno de los mamíferos más tolerantes y adaptables pueden frecuentar fácilmente entornos urbanos, cercanos a viviendas humanas y basureros, plantaciones de cacao, café, cítricos, entre otros.

Figura 1 *Ubicación geográfica Didelphis marsupialis*



Adaptado de: Common Opossum *Didelphis marsupialis*, IUCN Red List of Threatened Species, 2016. <https://www.iucnredlist.org/es/species/40501/197310576>

Importancia ecológica:

Al ser animales omnívoros, los individuos *Didelphis marsupialis* suelen incluir en su dieta una gran variedad de frutas, lo que les otorga un papel como dispersoras de semillas, debido a que al desplazarse de una zona boscosa a otra, depositan en sus heces las semillas de diversos frutos, convirtiéndose así en una manifestación de ayuda en la restauración de la vegetación.

Por otro lado, al tener también consumen roedores y pequeños. Vertebrados que son vistos como plagas para los humanos, pudiendo asumirse a las zarigüeyas como un factor fundamental en el control biológico de estos.

Estado de conservación y problemática actual en Colombia:

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (con siglas en ingles IUCN) establece que los individuos *Didelphis marsupialis* , a nivel mundial, se encuentran de un estado de preocupación menor de riesgo de extinción (Astúa et al., 2021), pues aún cuentan con gran número de individuos en una amplia distribución, gracias a sus capacidades de adaptación

a distintos ambientes y a su sinantropismo, es decir, su capacidad de adaptación a medios intervenidos por los humanos.

A pesar de esto, las zarigüeyas se enfrentan a algunas amenazas al convivir con facilidad con la especie humana. Una de estas problemáticas es la fragmentación del hábitat, la cual está ocasionada por la construcción de vías vehiculares y la sobreexplotación agropecuaria que para su funcionamiento implica la división de grandes zonas boscosas en espacios separados unos de otros, lo que su vez lleva a una reducción o extinción local de algunos pequeños vertebrados que actúan como alimento de las zarigüeyas y también a una reducción de lugares de refugio como los árboles frutales, que también les proporcionan alimento.

En este sentido, al tener un hábitat reducida los individuos de esta especie se ven obligados a migrar a otras zonas mediante los nuevos caminos que atraviesan los bosques, como lo son las carreteras y autopistas; esto les expone a que enfrentarse con otro tipo de amenazas como es el riesgo de atropellamiento que puede ocasionarles fuertes contusiones, fracturas, lesiones e incluso la muerte (Flórez & Vivas, 2020).

Otra de las problemáticas que lleva el tener que salir de su hábitat es la migración a las zonas rurales y periurbanas; pues aunque las *Didelphis marsupialis* son individuos que se adaptan fácilmente a nuevos entornos, también se pueden enfrentar a depredadores “poco comunes” en medio naturales como lo son los caninos y gatos domésticos. Además de esto, en estas zonas con intervención humana se enfrentan a la gran estigmatización que tienen, puesto que el ser humano tiende a confundirlas con roedores de gran tamaño y cree que son animales que pueden acabar con cultivos, o atacar fácilmente a los animales domésticos, motivo que suelen ocasionar miedo o repudio por parte de las personas.

Estos motivos han generado que gran parte de los ejemplares de esta especie que suelen llegar a los Centros de Atención y Valoración de Fauna (CAV) ingresen con lesiones graves, fracturas, contusiones por golpes, mordeduras de mascotas, traumas internos, separación de madres y crías, entre otros problemas clínicos que comprometen la vida de estos animales y su posible retorno a un medio natural (CES, 2021).

Enfermedad Metabólica Ósea (EMO)

Etiología:

La Enfermedad Metabólica Ósea (EMO), también conocida como parálisis de jaula o hiperparatiroidismo nutricional secundario, es un síndrome que incluye varias condiciones patológicas de formación, remodelación y/o mineralización ósea que abarca enfermedades tales como el raquitismo, osteomalacia y osteodistrofia fibrosa (Sadhir et al., 2022); estos términos se refieren a defectos metabólicos que afectan la morfología ósea y la función de los huesos (McRuer & Jones, 2009). Estas patologías por falencias nutricionales desencadenan un desequilibrio mineral de la relación calcio-fosforo, y/o la deficiencia de vitamina D. En cuanto a la etiología multifactorial de este síndrome se han implicado factores variados como la dieta, la exposición a la luz solar, los entornos estresantes, las enfermedades primarias intestinales y renales o los factores genéticos y las anomalías hormonales (Sadhir et al., 2022)

Uno de los componentes básicos nutricionales de los vertebrados es la vitamina D, la cual está relacionada con la absorción de calcio en el organismo y la estructura ósea. Esta vitamina también se conoce como colecalciferol, producido en la piel mediante un proceso de dos etapas: en la primera, la pro vitamina de la piel se hidrata con la luz ultravioleta y pasa a ser pre vitamina D, luego de esto pasa por un proceso térmico donde se convierte en colecalciferol (vitamina D). En segundo momento, la vitamina D ingresa al torrente sanguíneo donde se une a su proteína de unión específica, con el fin de llegar al hígado donde se hidroxila, formando 25-(OH)-vitamina D o calcidiol, que es la principal forma de almacenamiento de la hormona.

Esta hormona, es la encargada regular el metabolismo del calcio, puesto que estimula absorción intestinal de este y en conjunto con la hormona paratiroidea, regula la movilización de calcio de los huesos; por lo que de sus cantidades adecuadas en el organismo dependerá del crecimiento, desarrollo y mantenimiento adecuado del tejido óseo.

Signos clínicos:

Cuando un animal es alimentado con dietas bajas en calcio o altas en fósforo, se produce una producción excesiva de PTH debido a la hipertrofia de las glándulas paratiroides, lo que resulta en la reabsorción de calcio de los huesos. Cuando esta deficiencia de calcio se da de manera crónica, se presenta una disminución de la densidad ósea causada por la desmineralización de la matriz osteoide del hueso (McRuer & Jones, 2009). Esto causa en primera medida algunos signos inespecíficos como lo son cogeras, inactividad, temblores, espasmos, marcha descoordinada y disminución del apetito. También, las articulaciones condrocostales pueden aparecer edematosas, síntoma que puede estar acompañado de fiebre.

A medida que la enfermedad progresa, se evidencian cambios sistémicos como poliuria, polidipsia, hipostenia, distorsiones, dislocaciones, traumatismos menores (Obregón, 2017); además del progresivo ablandamiento del esqueleto, a medida que se elimina el calcio en los huesos largos se provocan fracturas por plegado o flexión y torsión permanentes en radio, cúbito y fémur. Adicionalmente, las articulaciones de las caderas, los hombros y los codos pueden dislocarse. En etapas posteriores se evidencian daños en la columna vertebral, desencadenando en esta torsión y distorsión de las vértebras espinales, lo que a su vez genera que la columna tome una apariencia cóncava o abultada (Kumar, 2018). Estas afecciones vertebrales, a su vez, llevan a parálisis y paresia por compresión vertebral de los miembros posteriores y estreñimiento por colapso pélvico.

En etapas más avanzadas del síndrome, se pueden evidenciar cambios a nivel del cráneo y el animal comienza a presentar dificultad para masticar, la lengua puede parecer más larga y sobresalir por un lado de la boca. Esto se debe a la llamada de "mandíbula de goma" que resultan de la reabsorción osteoclástica y el reemplazo del osteoide por tejido conectivo altamente celular. También Puede presentarse tetania muscular, que resulta de la disminución de las concentraciones séricas de calcio (McRuer & Jones, 2009). Además de todos estos signos, es importante tener en cuenta que la Enfermedad Metabólica ósea, al ser un síndrome abarca otras patologías, tales como:

Raquitismo: Está relacionado con deficiencias de vitamina D y/o fósforo, que generan una osificación endocondral deficiente en las placas de crecimiento epifisarias, por lo que suele ser más común en animales jóvenes. En esta patología, los huesos largos se deforman, debido a que las lesiones se dan en zonas óseas de rápido crecimiento, tales como las regiones metafisarias y epifisarias de los huesos largos y las uniones costocondrales. Además, las placas

de crecimiento se presentan irregularmente engrosadas, lo que a su vez desencadena en deformidades de las extremidades y/o fracturas patológicas (Uhl, 2018)

Osteomalacia: Enfermedad ósea relacionada con la vitamina D y/o deficiencias de fósforo, cambios en el modelado y remodelado, donde la mala formación ósea provoca lesiones similares al raquitismo; pero al contrario de esta, no afecta ninguna placa de crecimiento cartilaginosa, puesto que solo se da en adultos (Sadhir et al., 2022). Dicha afección en la remodelación desencadena en la deposición excesiva de osteoide no mineralizado en zonas de mayor tensión ósea, por lo tanto, los huesos afectados tienen una resistencia reducida al estrés mecánico y son propensos a fracturarse en casos severos. Además de eso, los animales pueden presentar cojera, emaciación, rigidez, encorvamiento de los huesos y pérdida de la densidad ósea (Luna, 2017).

Osteodistrofia Fibrosa: Se caracteriza por una gran reabsorción ósea osteoclástica y fibrosis. La causa inmediata de la osteodistrofia fibrosa es la elevación prolongada de la PTH, generada a su vez por un prolongado desequilibrio dietario. Las lesiones de esta patología son generadas por la reabsorción ósea y el reemplazo con hueso inmaduro que carece de la estructura y mineralización adecuadas (Sadhir et al., 2022).

Fisiopatología

Figura2

Fisiopatología de la Enfermedad Metabólica Ósea



Adaptado de: Manejo y alimentación de fauna silvestre, Luna.A, 2017, <http://core.ac.uk/download/pdf/154797778.pdf>

La ingesta por periodos prolongados de dietas con bajo aporte de calcio o alto contenido de fósforo son la causa principal de la presentación de EMO o del hiperparatiroidismo nutricional secundario: ambas desencadenan una baja en las concentraciones séricas de calcio. Una vez se detecta por el organismo, se genera una estimulación en la glándula paratiroides, para la síntesis y secreción de la hormona PTH,(Obregón,2017); allí aumenta las concentraciones séricas de calcio al estimular la reabsorción de calcio en los túbulos renales, la actividad osteoclástica ósea y la formación de vitamina D renal.

La vitamina D aumenta las acciones de la PTH al aumentar la absorción intestinal de calcio y fósforo. (McRuer, 2009), pero cuando las concentraciones de calcio son bajas, se genera una producción excesiva de PTH por una hipertrofia paratiroidea; desencadenando a su vez un aumento en la absorción fraccional de calcio y reduciendo la concentración urinaria del mismo y aumentando la del fósforo. Al aumentarse la producción de esta hormona, también incrementan los niveles de D3, promoviendo en grandes cantidades el recambio óseo y la actividad de los osteoclastos, en lugares donde poseen más actividad (como los huesos en crecimiento) ya que estos son necesarios para la mineralización de la sustancia osteoide y del cartílago recién formados (Obregón, 2017). Todo lo anterior favorece a un debilitamiento de la estructura ósea

por una disminución de la densidad ósea causada por la desmineralización de la matriz osteoide del hueso. En animales jóvenes en crecimiento, la matriz osteoide no se mineraliza.

Por otra parte, el incremento del fosforo en la dieta también puede genera hipocalcemia, debido a que la homeostasis de este se relaciona directamente con la del calcio. Cuando las proporciones de fosforo aumentan, el fosforo se une al calcio en la dieta, formando fosfato de calcio insoluble (McRuer, 2009). La porción restante de fosfato se retiene progresivamente y genera reducción del calcio sérico, debido a la formación y depósito de sales de calcio-fosfato, lo que a su vez estimula la secreción de PTH para restaurar la concentración sérica de calcio y reducir el fosfato sérico a través de su efecto fosfatúrico en los túbulos renales. Además, La hiperfosfatemia también estimula la hiperplasia paratiroidea progresiva con una reducción subsiguiente en la expresión de receptores de calcio y vitamina D, lo que predispone a los pacientes a una desregulación de la respuesta de las células paratiroideas al calcio y calcitriol circulantes (Bargagli, 2021)

Diagnostico:

El diagnóstico de la Enfermedad Metabólica Ósea se basa principalmente en un análisis de la historia clínica del paciente, un exhaustivo examen clínico y el conocimiento del tipo de dieta que se le ha administrado. Adicionalmente, se debe complementar con exámenes de laboratorio, con el fin de medir los niveles de calcio ionizado, con el fin de detectar hipocalcemia, aunque en ocasiones esta medición se dificulta, debido a la lenta evolución de la enfermedad, en donde los mecanismos homeostáticos mantienen estables los niveles de calcio en sangre. Para esto, se puede complementar con muestras de orina donde se debe tener en cuenta que se debe analizar la excreción fraccional de calcio y fósforo, teniendo en cuenta que el resultado de la excreción fraccional de calcio es bajo y la de fósforo es alta. La excreción fraccional de calcio no refleja el balance real del calcio tanto por los cristales de calcio en la vejiga.

También es importante medir metabolitos de la vitamina D y de la hormona paratiroidea (PTH). La PTH y la 1,25 OH₂ vitamina D pueden estar elevadas, mientras que la 25OH vitamina D puede estar baja. Esto se complementa con las concentraciones de fósforo y fosfatasa alcalina, las cuales pueden llegar a estar aumentadas, aunque se debe tener en cuenta la evaluación de la fosfatasa ya que está aumentada en animales en etapa de crecimiento. Por otra parte, se recomienda realizar estudios radiológicos. En estos se deben evaluar los huesos largos y del esqueleto axial principalmente, para evidenciar en estos la disminución de la densidad ósea

cortical que pueda estar asociada o no a fracturas. También se pueden evidenciar zonas de opacidad relativa que corresponden a una zona de mineralización primaria y que se visualiza mejor en el tercio distal del radio y cubito, estas últimas alteraciones pueden ser diagnósticas de raquitismo (Obregón, 2017).

Tratamiento:

Cuando la enfermedad se encuentra en etapas tempranas, se recomienda que el animal guarde reposo durante las primeras semanas de tratamiento para reducir el riesgo de fracturas. Como primera medida se deben realizar cambios en la dieta, con el fin de suministrar dietas comerciales de buena calidad y con contenidos adecuados de calcio y fósforo, según los requerimientos de cada especie.

Cuando la enfermedad no es tan leve, se deberá complementar la dieta con suplementos nutricionales, como la calcitonina, en el caso donde las concentraciones plasmáticas de calcio estén dentro de los rangos de referencia (McRuer & Jones, 2009). También se puede administrar carbonato de calcio para lograr un balance de calcio/ fósforo de una proporción 2:1, para lo que se recomienda administrar por 2-3 semanas y luego retirar este suplemento. Para casos graves se puede suministrar parenteralmente 10 -30 ml de glucosado de calcio al 10% en infusión intravenosa lenta por 3 días, además se sugiere el uso de un AINES para conseguir analgesia a corto plazo (Obregón, 2017). Otro de los suplementos es la vitamina D, a dosis de vitamina D: 200 a 1000 U.I./Kg, la cual se debe acompañar de baños de sol

Reporte de caso

Tabla 1

Reseña del paciente

Paciente/consecutivo ingreso	15845
Nombre científico	<i>Didelphis marsupialis</i>
Nombre común	Zarigüeya
Área a ingresar	Neonatos
Etapa fisiológica	Pre juvenil
Sexo	Hembra
peso	75 gr
Talla	26.6 cm

Adaptado de: *Historia clínica Hogar de paso CARDER-APAP*

Anamnesis:

El día 28 de septiembre de 2021, el individuo fue entregado por la policía ambiental a la clínica de la sociedad protectora de animales (APAP), luego de un reporte realizado por la comunidad del barrio Los Rosales de Pereira. El animal fue hallado solo, por lo que la comunidad realizó el reporte que le suministro cuidado por dos horas y suero oral. En horas de la tarde de ese mismo día, el animal ingresó al hogar de paso para su atención. Posterior a esto, se procedió a realizar el protocolo de ingreso donde se le evaluó clínica y biológicamente.

Examen clínico inicial:

El examen inicial revela un paciente dinámico, atento al medio, con condición corporal 2/5, temperatura 36.7°C, frecuencia cardiaca mayor a 200 lpm, frecuencia respiratoria de 136 rpm, deshidratación leve, mucosas levemente pálidas, húmedas y brillantes. No se reportaron nódulos linfáticos reactivos, ni alteraciones en sistema cardiovascular, respiratorio, genitourinario y musculo esquelético. A pesar de no que presentó alteraciones, se tuvo en cuenta que al ser un animal pre juvenil y que se encontró solo, este pudo presentar un periodo medianamente prolongado de inanición, puesto que en esta etapa de desarrollo aun debía encontrarse bajo el cuidado y alimentación de su madre.

Tratamiento inicial:

Para tratar la deshidratación y brindar soporte posterior a un posible periodo de inanición, se procedió a instaurar un tratamiento inicial antes de que el animal ingresara al área respectiva para posterior cuidado. Luego de que se estabilizara al individuo, se determinó que por su estado de desarrollo, peso y talla, el animal debía ser ingresado al área de neonatos para su crianza manual.

Tabla 2. Tratamiento inicial

28/09/21		
Tratamiento	Dosis total	Duración
Impulsor	0,1 ml PO	Dosis única
Oligomax	0,1 ml Sc	Dosis única
Cloruro de sodio + Aminolyte		Dosis única

Adaptado de: Historia clínica, Hogar de paso CARDER-APA

Siguiendo en Área de Neonatos:

En primera medida, se le brindó alojamiento al animal en caja de cartón, con bosa de calor cubierta con una manta, alimentación manual con lactoreemplazador, estimulación manual para defecación y micción. En esta área se llevó un seguimiento diario de pesos, lo que implicó una modificación de las condiciones de alojamiento y alimentación, a medida que el animal lo requiriera para su desarrollo. Además, se recomendó estimulación manual con un paño húmedo con el fin de promover la micción y defecación, supliendo así el lamido que realizaría la madre; también se llevó al animal diariamente al área externa destinada para realizar locomoción, acompañada de baño de sol y socialización con otros individuos de su especie. Varias veces por semana se realizaron enriquecimientos ambientales (con ramas y sogas) y nutricionales. Por último, a la dieta se le adicionó el suplemento CANAPET y se dejó indicado al área de clínica la suplantación oral con vitamina D y Calsyn.

Una vez el animal completó los 200gr es remitido al área de clínica para continuar su seguimiento.

Seguimiento y tratamiento en el área de clínica:

El animal es llevado el día 11 de noviembre del 2021, ingresa al área de clínica para continuar con su crianza; en esta área se le administra dieta dos veces al día (am-pm), con porciones grandes de fruta, vegetales y proteína de origen animal (huevo cocinado con cascara, pollo cocinado, vísceras de codorniz o pollo, pedazos de codorniz), eventualmente se le ofrecieron crías de ratones pequeños enteros y se le siguió suplementando con CANAPET, así como agua a disposición. Se alojó al animal en una jaula amplia de metal con alberque para refugio en la que se le llevó todos los días a la zona externa para la toma de sol en horas de la mañana. El individuo no presentó ningún síntoma de enfermedad, se desplazó con normalidad, consumió bien sus alimentos y no mostró reducción en su actividad.

El día 26 de noviembre, el animal presentó dificultad para desplazarse e incoordinación leve, además se evidenció un ligero engrosamiento articular, poseyendo una condición corporal 3/5. Por último se instauró tratamiento con suplementos y control del dolor.

El día 28 de Noviembre el individuo no presentó mejoría, se le encontró postrado y decaído, se evidenció engrosamiento articular, una condición corporal 2/5 y el individuo no consumió la dieta que se le suministró en la mañana pero sí ingirió agua. Debido a lo anterior, se determinó realizarle la eutanasia.

Disposición final:

Para la eutanasia se procedió a sedar el animal con Ketamina a dosis de 30-50mg/kg y posteriormente se inyecta vía intravenosa eutanex a dosis de Se determinó registrar el peso (269kg), talla (47,4cm) y condición corporal (2/4) del animal y se procedió a realizar la necropsia de este en ella se encontró, en un examen físico general del cadáver, el engrosamiento de la articulación humero- cubital de ambos miembros anteriores; en la revisión de sistema musculo/ esquelético se evidenció una aparente deformación ósea del humero, radio y otra deformación de miembros anteriores, así como de tibia y peroné en miembros posteriores.

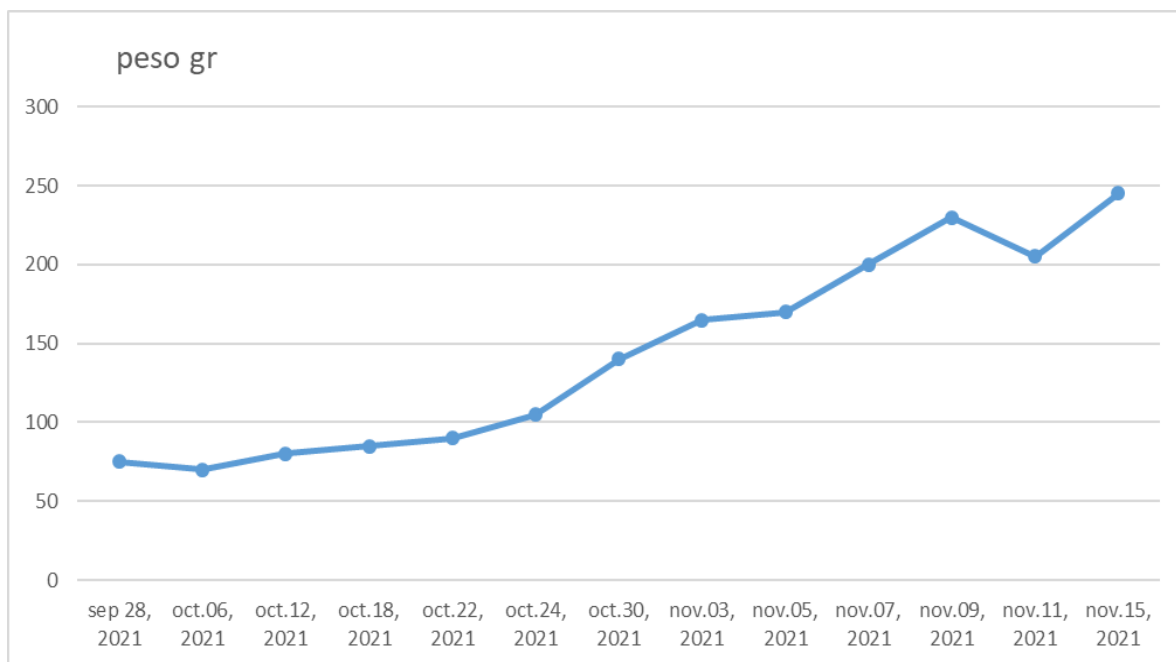
En cuanto al sistema respiratorio, el pulmón derecho presentó bordes con cambios de coloración en el lóbulo craneal. El corazón presentó lesiones multifocales puntiformes. El hígado presentó fibrosis en dos focos de la cara parietal craneal. Además, se registró vejiga pletórica y

riñones de coloración rojo oscuro. No se registraron cambios patológicos aparentes en sistema reproductor. Se tomó como diagnóstico presuntivo Enfermedad Metabólica Ósea y como diagnósticos diferenciales hipovitaminosis D, fibrosis hepática, e hipocalcemia. No se procede a enviar muestras a histopatología.

Resultados

En el área de Neonatos, se realizó un seguimiento diario del peso del animal, con el fin de registrar su evolución fisiológica. Además, se fueron modificando las directrices de alimentación y estadía mediante el crecimiento del animal lo requería.

Figura 4 Seguimiento de peso en área de Neonatos



Adaptado de: *Historia clínica Hogar de paso CARDER-APP*

Tabla 3.

Indicaciones de manejo y alimentación en área de Neonatos

Peso(gr) Indicación	Indicación alimentación	Indicación alojamiento
Primeras horas de ingreso	Administrar suero oral cada 2hrs	alojamiento en caja de cartón, bolsa de calor calor y bolsa de tela (Simulación de marsupio)
70 gr-79 gr	Alimentación manual con lactoreemplazador cada 2 hrs. Se ofrece paulatinamente lactoreemplazador y fruta a disposición.	Alojamiento en caja de cartón, bolsa de calor y bolsa de tela.
80 gr-95 gr	Porciones pequeñas de lactoreemplazador, fruta y proteína cocinada (Pollo, huevo o vísceras) a disposición.	Alojamiento en jaula metálica, bolsa de calor cubierta con bolsa de tela. Implementos para refugio
96 gr- 180 gr	Agua a disposición. Incremento porción de fruta, proteína, lactoreemplazador. Intruccion de vegetales.	Jaula metálica, bolsa de calor solo en la noche. Manta e implementos para refugio
180 gr- 200 gr	Agua a disposición. Trozos más grandes de fruta y vegetales. Cambio progresivo de proteína cocinada a proteína cruda	Jaula metálica, bolsa de calor en la noche. Manta e implementos para refugio.

Discusión

El diagnóstico presuntivo se basó en el examen clínico y los signos, lo que representa uno de los diagnósticos más comunes en la Enfermedad Metabólica Ósea. Además, para este diagnóstico se tuvo en cuenta la dieta administrada al animal y sus proporciones de calcio/fósforo, de lo cual se conoció que el animal fue suplementado con calcio en su dieta pero no se registraron las proporciones de fósforo en esta. Según (Gardner, 2020), los mamíferos son susceptibles al hiperparatiroidismo secundario nutricional si se alimentan con una dieta con una relación Ca:P inapropiada, como frutas y verduras en exceso, demasiada proteína o una fórmula infantil incorrecta. Este es un factor a considerar en el diagnóstico, puesto que al paciente se le suministró una dieta alta en frutas y proteínas.

También, algunos autores (Gardner, 2020) y (McRuer & Jones, 2009) sustentan la importancia de conocer la proporción de fósforo en la dieta debido a que exponen que la Enfermedad Metabólica Ósea depende un poco más de los altos grados de fósforo en la dieta de las zarigüeyas que a la falta de suplementación o síntesis de vitamina D por medio de tomas de sol; esto se plantea debido a que las zarigüeyas, como animales nocturnos, son más eficientes en la producción de la vitamina D₃ sin necesidad de lo anteriormente dicho.

Pero por otro lado, otros autores (López, 2021) y (Kumar, 2018) exponen que los suplementos de vitamina D son requeridos cuando los mamíferos no tienen buen porte dietario de este y es un soporte para el tratamiento de EMO. Además, Flórez & Vivas, (2020) y Gardner (2020) plantean que los baños de sol en los individuos *Diphalphus marsupialis* sí deben realizarse pero en horas de baja exposición solar (6-8 am, 5-6pm); en este sentido, McRuer (2009) también planteó que sí se debe complementar con vitamina D pero solo se deben administrar productos que contengan colecalciferol, puesto que muchos productos fabricados para humanos u otros mamíferos contienen VD₂, o ergocalciferol (la forma inactiva de vitamina D) que se convierte en la piel en respuesta a la luz solar en vitamina D activa₃.

La suplementación excesiva con vitamina D puede provocar la desmineralización del hueso y la mineralización de los tejidos blandos y debe evitarse. Una sola dosis de vitamina D₃ puede almacenarse en el cuerpo hasta por 6 meses. Esto último se debe tener en cuenta en el caso clínico expuesto en este trabajo, debido a que el paciente presentaba un alto suplemento de vitamina D.

Otro factor a considerar en la historia clínica del paciente, que podría ser un desencadenante de la EMO, es el ingreso que tuvo al hogar de paso luego de ser hallada sin su madre en una etapa del desarrollo biológico en la cual dependía de ella para su alimentación pero no se pudo determinar cuánto tiempo estuvo sin su madre. Esto se plantea porque el animal ingresó al centro en una etapa pre-juvenil, representada por un peso de 75 gr y talla de 26 cm, lo que según Flórez & Vivas, (2020) y López (2021) la determina como un individuo *Didelphis marsupialis* que se encuentra en tal etapa: entre la semana 13-20 de vida, oscilando entre un peso de 55-200gr y una talla de aproximada de 20 cm.

Además, Gardner (2020), sustenta que el destete de esta especie se realiza a los 90 días post parto (Semana 22 de vida), aunque desde el día 70 ya pueden comenzar con la ingesta de alimento y proteína, acompañado de leche materna. Como expuso Ferreira & Landi, (2020) los individuos huérfanos en dichas etapas se encuentran más predispuestos a presentar signos como dificultad de locomoción, incapacidad para trepar, fragilidad ósea, fracturas y deformidades óseas, debido que al llegar en estas condiciones de desconocer cuanto tiempo han pasado sin ingerir un alimento adecuado y , por lo tanto, al momento de ingresar a los centros ya cuentan con una posible falencia nutricional.

En cuanto a los hallazgos de la necropsia, se podría afirmar que el engrosamiento que presentó en las extremidades se puede comparar con el engrosamiento en la placas de crecimiento que se generan en la presentación de EMO, tal como lo expone Ferreira & Landi (2020), en su análisis de clínico en zarigüeyas de orejas blancas (*Didelphis albiventris*), donde los individuos presentaron este engrosamiento.

Dichos autores exponen que esta falla se debe a los cúmulos de condrocitos hipertróficos en los sitios de osificación endocondral (tanto en la fisis como debajo del cartílago articular) debido a los cambios séricos de fósforo, porque las concentraciones séricas promedio de fósforo son necesarias para la apoptosis de los condrocitos hipertrófico. Además estos autores también indican que las deformidades óseas son más comunes en los huesos que crecen más rápido, como incluido el radio, tibia y metacarpianos y metatarsiano; en enfermedades similares al raquitismo. Estos cambios en dichos huesos también se reportaron en el paciente.

Es importante resaltar que no se contaron con muestras de histopatología o rayos X que permitieran medir de mejor forma la densidad ósea, la desmineralización, deformidades óseas y cambios histopatológicos que ayudaran a llegar a un diagnóstico más certero de EMO en el

paciente. Como lo expone Ferreira & Landi (2020) , las muestras histopatológicas óseas ayudan a determinar con mayor facilidad cambios como la presencia de gran cantidad de los condrocitos, metáfisis de fémur con proliferación irregular y multifocal de las zonas cartilaginosas seriadas e hipertróficas o huesos no mineralizados. También, se debe tener en cuenta que por falta de estudios de EMO en ejemplares de zarigüeyas no se ha podido determinar la relevancia de otros factores importantes a tener en cuenta en la historia clínica del paciente para la determinación de la enfermedad, como lo son factores hereditarios o defectos genéticos de malabsorción de calcio o vitamina D, enfermedad primaria hepática o digestiva. Estos factores han sido determinantes para la presentación de la enfermedad en estudios de humanos y mamíferos domésticos, como lo afirman algunos autores (Ferreira, 2020),

Conclusiones

La presentación de Enfermedad Metabólica Ósea en mamíferos en cautiverio, especialmente en individuos *Didelphis marsupialis*, está directamente ligada a las condiciones dietarias relacionadas con las proporciones de Ca:P, en especial por dietas con alto aporte de fósforo y/o bajo aporte de calcio o suplementación de este. Sin embargo, en el caso de estos individuos son más determinante dietas con gran aporte de fósforo como las que solo basadas en alto contenido de frutas y proteínas, debido a que al ser animales nocturnos sintetizan con mayor facilidad la vitamina D, sin suplementación.

Otro factor a considerar es que en esta especie los síntomas como debilidad ósea e incardinación en los miembros pueden deberse a una alta suplementación de vitamina D, la cual también puede desencadenar el aumento de la desmineralización ósea. Aparte de esto, otro de los factores predisponentes para EMO en el paciente de este caso pudo haber sido el estado fisiológico del individuo en el que ingresó a las instalaciones del hogar de paso CARDER-APAP, puesto que cuando los individuos de esta especie quedan huérfanos antes del destete se pueden aumentar las probabilidades de padecer enfermedades óseas.

Se debe tener en cuenta que hay factores predisponentes, como lo son factores hereditarios o defectos genéticos de malabsorción de calcio o vitamina D, enfermedad primaria hepática o digestiva, las cuales no se pudieron considerar debido a la falta de documentación que hay en la actualidad sobre EMO y de más patologías óseas pertenecientes a este síndrome en individuos *Didelphis marsupialis*. Por lo que es de suma importancia seguir registrando estos casos.

También, se debe considerar que se debió llevar un seguimiento más exhaustivo del paciente, que ayudara a determinar la enfermedad en una etapa más temprana, donde su diagnóstico pudiera estar soportado con otro tipo de ayudas diagnósticas aparte de la historia clínica. Además de un cambio oportuno en su dieta.

En cuanto a la prevención, pueden analizarse en mejor medida la dieta de estos individuos desde edades tempranas, como la revisión del lacto emplazador que se suministra en edades tempranas, soportes de proteína diferentes con menos aporte de fosforo, como lo pueden ser invertebrados, insectos, entre otros y el aporte adecuado de vitamina D o, en caso de ser necesario, emplearse aquellos que son adecuados para la especie.

Referencias

- Astúa, D., Lew, D., & Costa, L. . (2021). *Didelphis marsupialis* (amended version of 2016 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2021. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T40501A197310576.en>
Copyright:
- Barrera, M. (2019). *ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE REHABILITACIÓN PARA LA ESPECIE Didelphis marsupialis ALOJADOS EN EL CAV- CEARFS DE LA CDMB* (Vol. 2). <http://hdl.handle.net/20.500.12494/17578>
- CES, U. (2021). *¡ A cohabitar y coexistir con la zarigüeyas!* <https://www.ces.edu.co/noticias/medicina-veterinaria-y-zootecnia-invita-a-cohabitar-y-coexistir-con-las-zarigüeyas/>
- Ferreira, J., & Landi, M. (2020). Ricketts in white-eared opossums (*Didelphis albiventris*). *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 40(10), 814–817. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-pvb-6494>
- Flórez, F., & Vivas, C. (2020). *Zarigüeyas Colombia, (Chuchas Comunes) Marmosas y Colicortos en* (1st ed.). Fundación Zarigüeya – FUNDZAR. [https://www.metropol.gov.co/Documentos_SalaPrensa/LIBRO ZARIGUEYA VERSION_ESPAÑOL.pdf](https://www.metropol.gov.co/Documentos_SalaPrensa/LIBRO_ZARIGUEYA_VERSION_ESPAÑOL.pdf)
- Gardner, A. (2020). Natural History and Medical Management of Chiroptera. In S. Hernandez (Ed.), *Medical Management of Wildlife Species* (1st ed., Issue McManus 1974, pp. 353–362). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781119036708.ch27>
- Kumar, R. (2018). Metabolic Bone Diseases of Captive Mammal, Reptile and Birds. *Approaches in Poultry, Dairy & Veterinary Sciences*, 3(3), 1–5. <https://doi.org/DOI:10.31031/APDV.2018.03.000563>
- López, L. (2021). *Manual de crianza para neonatos y juveniles de psitácidos y zarigüeyas de Colombia* [Universidad Pontificia Javeriana]. [https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/58405/Trabajo de grado Laura López.pdf?sequence=2](https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/58405/Trabajo%20de%20grado%20Laura%20López.pdf?sequence=2)
- Luna, A. (2017). *Manejo y Alimentación de Fauna Silvestre*. Universidad Autónoma Del Estado

de México. <https://core.ac.uk/download/pdf/154797778.pdf>

McRuer, D., & Jones, K. (2009). Behavioral and Nutritional Aspects of the Virginian Opossum (*Didelphis virginiana*). *Veterinary Clinics of North America - Exotic Animal Practice*, 12(2), 217–236. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2009.01.007>

Obregón, V. (2017). *Hiperparatiroidismo en pequeños animales* [Corporación Universitaria Lasallista Facultad]. http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2142/1/Hiperparatiroidismo_pequenos_animales.pdf

Opossum Society of the United States. (2022). *Understanding, Protecting, Preserving 'Possums*. <https://opossumsocietyus.org/>

Sadhir, S., Eller, A., Canington, S., & Sholts, S. (2022). Investigating factors of metabolic bone disease in baboons (*Papio spp.*) using museum collections. *American Journal of Biological Anthropology*, 177(3), 489–500. <https://doi.org/10.1002/ajpa.24450>

Uhl, E. (2018). The pathology of vitamin D deficiency in domesticated animals: An evolutionary and comparative overview. *International Journal of Paleopathology*, 23(August 2017), 100–109. <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2018.03.001>

Vivas, C., & Flórez, F. (2016). *Pautas para el manejo de crías de zarigüeya en estado de indefensión* (1st ed.). Fundación Zarigüeya – FUNDZAR. https://fundacionzarigueya.org/Media/fundacionzarigueyafundzar/dayvo/Cartilla_Zarigueya_Vol_III_Julio.pdf