



UNIVERSIDAD MICHUACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Título de Trabajo

REVISIÓN BIBLIOGRAFICA SOBRE LA IMPORTANCIA DEL SISTEMA
LINFÁTICO EN LOS ANIMALES DOMÉSTICOS

SERVICIO PROFESIONAL QUE PRESENTA

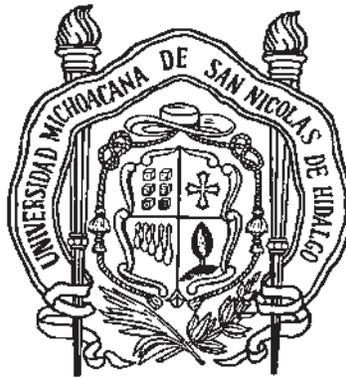
Ricardo Gustavo Mejía Sánchez

PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Asesor

M.C. Fernando Pintor Ramos

Morelia, Michoacán, noviembre 2005



UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Título de Trabajo

REVISIÓN BIBLIOGRAFICA SOBRE LA IMPORTANCIA DEL SISTEMA
LINFÁTICO EN LOS ANIMALES DOMÉSTICOS

SERVICIO PROFESIONAL QUE PRESENTA

Ricardo Gustavo Mejía Sánchez

PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Morelia, Michoacán, noviembre 2005

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN

Documento No. 1686/2005

Se dictamina APROBAR la Impresión
definitiva del documento

Morelia, Mich., a 28 de noviembre del 2005

C. MVZ. Alberto Arres Rangel
Director de la FMVZ-UMSNH
Presente.

Por este conducto hacemos de su conocimiento que la tesina titulada, **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LA IMPORTANCIA DEL SISTEMA LINFÁTICO EN LOS ANIMALES DOMÉSTICOS**, del P.MVZ. **Ricardo Gustavo Mejía Sánchez**, dirigida por MC. Fernando Pintor Ramos, fue *revisada y aprobada* por esta mesa sinodal, conforme a las normas de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

ATENTAMENTE.

MC. Víctor Manuel Sánchez-Parra
Presidente


MVZ. Pío Villalpando Zizumbo
Vocal


MC. Fernando Pintor Ramos
Vocal

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, como testimonio de gratitud.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

A mi familia por su apoyo que me ha brindado.

Al Médico Veterinario Zootecnista Fernando Pintor Ramos, mi asesor de servicio profesional. Por su apoyo brindado de forma incondicional. Por la lección de humildad que de cada una de sus acciones emanan.

DEDICATORIAS

A mi padre Bernardo Melquíades Mejía Garnica

A mi madre Imelda Sánchez Caballero

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN -----	1
OBJETIVOS -----	2
ANTECEDENTES HISTÓRICOS -----	3
GENERALIDADES -----	4
DESARROLLO EMBRIONARIO -----	5
LINFA -----	6
VASOS LINFÁTICOS -----	7
GANGLIOS LINFÁTICOS -----	11
PLACAS DE PEYER -----	22
AMIGDALAS -----	25
CÉLULAS LINFOIDES -----	28
MACROFRAGOS -----	28
SISTEMA MONOCITO MACRÓFAGO -----	32
LINFOCITOS T Y B -----	36
PATOLOGÍAS DE INTERÉS -----	39
CONCLUSIONES -----	42
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA -----	43

INTRODUCCIÓN

El sistema de defensa de los mamíferos radica en gran parte en el sistema linfático. Esto resulta de vital importancia y trascendencia para la vida de los mamíferos toda vez que la carencia o defectos en el mismo hacen incompatible a la vida.

En este trabajo de revisión bibliográfica, se pretende actualizar los conceptos y papel que desempeña el sistema linfático en la vida de los animales domésticos y nuestro objetivo es el de proporcionar datos actuales con respecto del funcionamiento e importancia del mismo; también, se pretende contribuir con los alumnos en transito de formación de la carrera de medicina veterinaria a fin de que puedan tener un medio de consulta rápida y breve , pero que adquieran los conocimientos que en este se insertan.

El sistema linfático, es uno de los sistemas de protección más importante del organismo de los mamíferos. Ya que si bien desempeña un papel coadyuvador del equilibrio osmótico; desempeña la maravillosa función de proteger y salvaguardar la salud de los mismos a través de sus componentes estructurales y funcionales. Los componentes que se mencionan en el presente son: ganglios linfáticos y placas de Peyer. Ya que es que donde se lleva a cabo gran parte de la activación de las células encargadas de acatar las órdenes de multiplicación, vigilancia y objetivo previamente identificado como agente extraño hacia el organismo.

De ahí que dichas reacciones provoquen cambios fisiológicos en la estructura de los mismos y que a su vez de pauta para determinar y ayudar a obtener un diagnóstico de salud del organismo en cuestión.

Por otra parte si no se mencionan los demás componentes de este sistema, y no menos importantes es que llevaría a extenderse a otras áreas de la medicina Veterinaria, con lo que se saldría del propósito mismo.

OBJETIVOS

- Destacar la importancia que implica el sistema linfático en el equilibrio de la salud en los animales.
- Crear el interés en los alumnos de esta Institución en proceso de formación de MVZ sobre la relevancia del sistema linfático en la vida animal.
- Que la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, tenga un documento accesible, con la información más reciente sobre este sistema.

SISTEMA LINFÁTICO

Antecedentes Históricos

En la antigüedad, se conocía parte de él pero no se sabía cuál era su función.

Hipócrates. (460 – 377 a. C.) Cita la existencia de un vasito o conductor que llevan sangre blanca.

Aristóteles. (384 – 322 a. C.) Citaba la existencia de unos vasos que contenían un líquido incoloro, que es el aspecto habitual de la linfa.

Herófilos:

Escribió textualmente “De los intestinos salen unos conductos que no van a parar al hígado, sino a una especie de glándulas lo que hoy se conoce como ganglios”

Gaspar Aselli. (1581 – 1626). Descubrió la existencia de unos vasos de aspecto lechoso en el intestino del perro y apenas se distinguían cuando la vivisección se realiza con animales en ayunas, lo que le hizo relacionar el contenido de esos vasos con el proceso digestivo.

Jeaml Pecquet. (1622 – 1672). Descubrió en un cadáver humano la existencia de unos conductos torácicos y cisterna de Pecquet.

Olaf Rodbeck. (Sueco, 1630 – 1702) Ganglios. Glándulas acuosas.

Tomas Bartholin. (Danés, 1655 – 1738) Describe, vasos linfáticos y la linfa. (Mailxmail, 2005).

GENERALIDADES

El Sistema linfático: es un sistema circulatorio, que interactúa y forma parte del sistema circulatorio sanguíneo, pero dada su complejidad funcional se estudia de forma independiente, este complejo sistema se compone de una red de órganos, ganglios linfáticos, conductos y vasos linfáticos que recogen, producen y transportan linfa de los espacios intersticiales de los tejidos hasta el torrente sanguíneo. El sistema linfático es uno de los componentes principales del sistema inmunológico. (medlineplus/spanish, 2005).

El sistema linfático cumple tres funciones básicas.

- a) Mantenimiento del equilibrio osmolar en el tercer espacio.
- b) Activar y contribuir de manera importante en el sistema inmunológico.
- c) Recogida del quilo a partir del contenido intestinal; participando así en el transporte de las grasas. (WikiPedia, 2005).

El sistema linfático es considerado la segunda máquina de transporte y drenaje de los sistemas celulares; ya que el plasma o parte líquida de la sangre involucrada en estos intercambios y a este nivel, es reabsorbida por la circulación general, y el que queda en el espacio intersticial es drenado por sistema linfático junto con otros elementos que escapan de la circulación sanguínea, como residuos celulares, grasas y proteínas. (Icarito, 2005).

Este sistema es propio de los vertebrados a partir de los peces óseos hasta los mamíferos.

Estructuralmente este sistema tiene dos componentes:

Los vasos linfáticos y el tejido linfático; formados por tejido conjuntivo y células libres es decir las células que son transportadas en la linfa a través de los conductos linfáticos.

Las células libres son fundamentalmente linfocitos y células plasmáticas.

El tejido linfático se puede encontrar en casi todo el cuerpo ya sea como tejido difuso o encapsulado en forma de nódulos linfáticos. Estos se encuentran distribuidos o intercalados en el trayecto de los vasos linfáticos. (Climent, S., 2002)

Desarrollo Embrionario

El primer esbozo del sistema linfático esta en relación con el sistema venoso. Muy precozmente aparecen unas invaginaciones endoteliales en los grandes vasos venosos del embrión, es decir las venas cardinales que mas tarde originaran las venas yugulares y las iliacas. Estos esbozos pronto pierden la conexión con los vasos de procedencia, y se unen con otros espacios lagunares diferenciados en el espesor del mesénquima para formar dos sacos linfáticos pares y dos impares:

- I. Los sacos linfáticos yugulares, pares, se sitúan alrededor de las venas cardinales craneales desde la base del cráneo hasta la entrada del tórax, a nivel de lo que será la unión entre las V.v. Subclavia y la yugular interna.
- II. Los sacos linfáticos iliacos pares se encuentran alrededor de la unión de las válvulas iliacas con las cardinales caudales.
- III. El saco linfático retroperitoneal, impar, situado en la raíz del mesenterio, del que derivaran todos los vasos y nódulos del intestino.

- IV. La cisterna del quilo, situada dorsalmente al anterior, de la que parten dos gruesos conductos de procedencia venosa que la unen con los sacos yugulares, los conductos torácicos primitivos derecho e izquierdo. Entre ellos pronto se establecen numerosas anastomosis y ambos establecen conexión con el ángulo venoso de su mismo lado, en el que acaban desembocando.

Por desaparición de algunas partes de los conductos primitivos y sus anastomosis y persistencia de otras, el conducto torácico definitivo derivara:

- a) De la parte caudal del conducto derecho, de un anastomosis entre ellos.
- b) Y de la parte craneal del conducto izquierdo, que desemboca en la yugular.

Debido a esta peculiar forma de desarrollo no es raro que se encuentren muy diversas variaciones en el conducto torácico adulto.

La parte craneal del conducto derecho origina el conducto linfático derecho, que drena la linfa de la mitad derecha de la cabeza, el cuello y miembro torácico derecho.

Los nódulos linfáticos comienzan a desarrollarse en los comienzos del periodo fetal. Células mesenquimatosas procedentes de los tejidos que rodean los sacos y vasos linfáticos proliferan e interrumpen la corriente formando los senos. Mas tarde serán invadidas por células precursoras de linfocitos procedentes del timo y la medula ósea, las cuales diferenciarán los nodulillos linfáticos en el periodo perinatal (Climet,S., 2002)

LA LINFA

La Linfa en su aspecto físico se caracteriza generalmente por ser líquida e incolora, con la excepción de que los vasos intestinales después de haber transcurrido la

digestión, transportan una linfa con coloración semejante a la leche, la cual se denomina quilo.

La composición química de la linfa es semejante a la del plasma; se destaca la alta concentración de proteínas de la linfa procedente del hígado en comparación con la que proviene de los tejidos de la piel. (Sisson S.D., 2001).

Función de la linfa: Este líquido circulante desempeña una función defensiva, que corre a cargo de los linfocitos circulantes en ella; también se encarga de recuperar parte del fluido intersticial, fundamentalmente proteínas de elevado peso molecular que no pueden ser absorbidas por los capilares sanguíneos. Una vez recuperadas son transportadas a la sangre. También desempeña un importante papel en el transporte de las grasas absorbidas en las vellosidades intestinales, que de esta manera pasan a la circulación sanguínea a través del sistema linfático. (arrakis, 2005).

El líquido que se mueve por los vasos linfáticos es la linfa, que esta formada principalmente por agua y unas pocas sustancias disueltas, como electrolitos y proteínas pero no contiene glóbulos rojos.

VASOS LINFÁTICOS

En todos los vertebrados, a partir de los peces óseos, además de los vasos sanguíneos se encuentran vasos linfáticos en casi la totalidad de los órganos del cuerpo (excepto el S.N.C., la placenta de los mamíferos, los epitelios, los cartílagos, la córnea y el cristalino de los ojos). A diferencia de los vasos sanguíneos, que forman un sistema continuo conectado a nivel de los capilares; los capilares linfáticos comienzan en fondos de sacos ciegos que se unen entre si para formar plexos vasculares de los que parten los conductos linfáticos.

La función de los vasos linfáticos es drenar los fluidos que bañan los tejidos orgánicos y devolverlos, junto con las grandes moléculas y los lípidos que contienen, a la circulación general.

Para ello los capilares linfáticos están formados por endotelio de células muy delgadas y unidas entre sí por especializaciones e interdigitaciones de sus membranas, dejando pasajes de 900 a 2.000 nm, por los que pueden pasar grandes moléculas. Su membrana basal es fina e incompleta. Delicadas fibras colágenas conectan las paredes del capilar a los tejidos circundantes y tiran de ellos cuando se acumula exceso de líquido en el espacio intercelular, tendiendo a abrir el vaso y facilitando el drenaje. Esta peculiaridad permite que microorganismos patógenos, toxinas e incluso células cancerosas puedan diseminarse también por vía linfática.

Por ello de trecho en trecho, se encuentran nódulos linfáticos interpuestos en el paso de la corriente de la linfa, a la que en cierta manera filtran. (Climent.S, 2002).

Los vasos linfáticos comienzan como conductos ciegos (semejantes a dedos), que son capilares de paredes delgadas en el tejido conectivo.

Forman tres redes de capilares que drenan en los vasos linfáticos colectores más grandes y de paredes más gruesas o en conductos linfáticos y troncos.

Los vasos linfáticos pequeños (excepto los capilares) tienen una pequeña capa de tejido conectivo. Según Carleton y Florey (1927), algunos vasos linfáticos grandes (entre 100 y 200 micras de diámetro) pueden contener algunas fibras musculares y tejido conectivo con fibras elásticas. En los grandes conductos linfáticos y troncos (conductos torácicos y cisterna), se pueden distinguir tres capas que son: la íntima (endotelio), la media (dispuesta circular y oblicuamente a las fibras musculares lisas) y la adventicia (tejido conectivo en el que algunas fibras musculares se encuentran oblicua y longitudinalmente).

Todos los vasos linfáticos, excepto los capilares, contienen numerosas válvulas. Las válvulas presentan dos láminas, aunque en los vasos mas pequeños solamente se encuentra una que tiene forma de pliegue. Algunas válvulas grandes pueden contener fibras musculares, que contribuyen activamente a desplazar la linfa en una dirección centripeta.

Conducción: La linfa de los vasos es muy pesada y su movimiento, se da a partir de la periferia hacia el centro; esto determinado por los gradientes de presión como la presión osmótica. Los movimientos respiratorios, que proporcionan una acción de bombeo, que tiene un efecto sobre la propulsión de linfa desde las cavidades torácica y abdominal; la presión abdominal es transferida a una presión que se ejerce sobre la cisterna y por tanto, aumenta la velocidad del flujo linfático.

La presión negativa intratorácica y la succión torácica inspiratoria ayudan a transportar la linfa al sistema venoso. El flujo linfático a partir del intestino esta fundamentalmente influido por la peristalsis. La disposición anatómica de los vasos linfáticos y sanguíneos coadyuva al movimiento de la linfa, por lo cual un incremento de presión sanguínea (presión de filtración) y de la permeabilidad de los capilares sanguíneos aumenta la presión de la linfa en los vasos linfáticos. (mailxmail, 2005)

Sistema de conducción: Los vasos linfáticos se hallan a lo largo de todo el cuerpo. Complementando el lado venoso del sistema circulatorio. El líquido que transportan se llama linfa, y su composición varia de acuerdo con la actividad del animal y la parte del cuerpo de la cual se origina. Los conductos linfáticos incluyen los capilares linfáticos y a los vasos linfáticos. Los vasos linfáticos mas grandes se fusionan dentro de los ductos y troncos colectores linfáticos que en ultimo termino finalizan en el llamado “ángulo venoso” de cada lado (los ángulos venosos izquierdo y derecho son los puntos de confluencia del drenaje venoso de la cabeza y del miembro torácico ipsilateral). (Shively, M.J, 1993).

Todos estos vasos se hallan valvulados y poseen vaso motricidad y se reúnen en dos sistemas colectores:

- a) Conducto linfático derecho. Que drena parte de la linfa del tronco y la cabeza.
- b) Canal torácico o conducto torácico izquierdo. Que drena la mayor parte del cuerpo; ambos confluyen en la vena subclavia a nivel de la yugular. Los conductos linfáticos mas notables abarcan los siguientes: (mailxmail, 2005).

1.- Troncos yugulares izquierdo y derecho (ductos traqueales) que viajan paralelos a la traquea y conducen linfa de la cabeza. En algunas ocasiones terminan directamente en sus respectivos ángulos venosos. Alternativamente, el derecho se puede unir con los conductos linfáticos auxiliares para formar el ducto linfático derecho. El tronco yugular izquierdo se puede unir directamente al ducto torácico cerca del ángulo venoso.

2.- El ducto torácico es el conducto linfático más extenso que conduce linfa de la cisterna del quilo al ángulo venoso izquierdo. Su origen a partir de la cisterna del quilo es única en rumiantes y cerdo, pero en perros y caballos es doble (en ocasiones triple en perros). El ducto torácico atraviesa el diafragma por medio del hiato aórtico en todas las especies excepto en rumiantes donde transita independientemente a través de la musculatura de la parte lumbar del diafragma, aunque comienza al lado derecho de la línea media, el ducto torácico subsecuentemente cursa a la izquierda, a nivel de la 5ª o 6ª vértebra torácica. Aun en aquellos casos de origen único, el ducto torácico se puede dividir de tal modo que es doble o triple en parte de su longitud. Las anastomosis entre estos conductos paralelos pueden formar uniones “similares a peldaños de escalera” que originan en forma parcial las dificultades en correcciones quirúrgicas de quilo tórax por ligadura del ducto torácico. El ducto torácico finaliza en el ángulo venoso izquierdo cerca del nivel de la primera costilla.

3.- La cisterna del quilo yace en el lado dorsal derecho de la aorta, entre los orígenes de los pilares diafragmáticos. Se extiende desde la segunda vértebra lumbar hasta la última vértebra torácica. Es pobremente visualizado sin preparación anatómica especial. La cisterna del quilo recibe los siguientes conductos linfáticos (las regiones a las cuales drenan pueden ser deducidas por su nombre).

- a. Troncos lumbares (izquierdo y derecho)
- b. Tronco celiaco
- c. Tronco intestinal
- d. Tronco cólico
- e. Tronco yeyunal
- f. Tronco gástrico
- g. Tronco hepático. (Shively. M.J., 1993).

GANGLIOS LINFÁTICOS

Los tejidos y órganos del sistema linfático para su estudio se agrupan en divisiones morfológicas:

Difuso y no encapsulado (acumulaciones subepiteliales relacionadas con el aparato respiratorio, digestivo y urogenital).

Denso y no encapsulado (acumulaciones subepiteliales relacionadas con los aparatos respiratorio, digestivo y urogenital). “amígdalas y placas de Peyer.”

Denso y encapsulado (diseminado en todo el cuerpo en forma de ganglios linfáticos, bazo, timo y bolsa de Fabricio).

Los ganglios linfáticos forman parte del tejido denso encapsulado. Estos órganos encapsulados, se encuentran distribuidos a lo largo del curso de los vasos linfáticos; los cuales penetran en estos por sus bordes convexos y uno o dos vasos eferentes lo abandonan por un hilo deprimido. Estos ganglios linfáticos poseen nódulos situados periféricamente en la corteza, pero en el cerdo se localizan centralmente. El flujo linfático se invierte también en los ganglios linfáticos del cerdo (los vasos aferentes penetran por el hilo y los vasos eferentes salen a través de otras zonas de la cápsula).

Los ganglios linfáticos se encuentran aislados o en grupos de hasta varios cientos (ganglios linfáticos cólicos del caballo). En los carnívoros y los rumiantes, hay generalmente uno o dos ganglios linfáticos en cada sitio, mientras que el cerdo y el caballo poseen en forma común, un grupo de muchos ganglios pequeños. El número total de ganglios linfáticos presentes en varias especies ha sido estimado en 8 000 en el caballo, 300 el bovino y 60 en el perro.

Los ganglios linfáticos son denominados de acuerdo con su localización, y estos lugares son relativamente constantes entre las diferentes especies domésticas. Grupos análogos funcionalmente de ganglios linfáticos (es decir aquellos que reciben vasos aferentes de aproximadamente la misma región en las diferentes especies) son llamados linfocetros. Hay 19 linfocetros en el cuerpo: cinco en la cabeza y el cuello, cinco en el tórax y el miembro torácico, cuatro en el abdomen, y cinco en la pelvis y miembro pelviano. (Shively M.J., 1993).

Cuadro Ganglios linfáticos de los mamíferos domésticos.							
Clave:0-Ausente	2-Presente y normalmente palpable						
1-Presente pero no normalmente palpable	3-Inconstantemente palpable						
	Gato	Perro	Cerdo	Oveja	Cabra	Bovino	Caballo
Linfocentro parotídeo							
Parotídeos*	1	2	1	1	1	2	
Linfocentro mandibular							
Mandibulares	1	2	1	1	1	2	2
Mandibulares accesorios	3	0	1	0	0	0	0
Pterigoideo	0	0	0	0	0	3	0
Linfocentro retrofaríngeo							
Retrofaríngeos mediales	1	1	1	1	1	1	1
Retrofaríngeo laterales	1	3	1	1	1	2	3
Hioideo rostral	0	0	0	0	0	3	0
Hioideo caudal	0	0	0	0	0	3	0
Linfocentro cervical superficial							
Cervicales superficiales (dorsales)	1	2	1	1	1	2	2
Cervicales superficiales medios	0	0	1	0	0	0	0
Cervicales superficiales ventrales	1	0	1	0	0	0	0
Cervicales superficiales accesorios	0	0	0	3	0	1	0
Linfocentro cervical profundo							
Cervicales profundos craneales	0	3	1	3	3	3	1
Cervicales profundos medios	3	3	3	3	3	1	1
Cervicales profundos caudales	1	3	1	1	1	1	1
Cervicales costocervical	0	0	0	2	0	3	0
Subromboideo	0	0	0	0	0	3	0
Linfocentro axilar							
Axilares (propios)	1	2	0	1	1	1	1
Linfáticos de la primera costilla	3	0	1	1	1	1	0
Axilar accesorio	1	3	0	2	0	3	0
Cubitales	0	0	0	3	0	0	2

Infraespinoso	0	0	0	0	0	3	0
Linfocentro torácico dorsal							
Aórticos	3	0	1	1	1	1	1
Intercostales	3	3	0	1	1	1	1
Linfocentro torácico ventral							
Externales craneales	1	1	1	1	1	1	3
Externales caudales	3	0	0	2	0	1	3
Epigástrico caudal	3	0	0	0	0	0	0
Linfocentro mediastínico							
Mediastínico craneales	1	1	1	1	1	1	1
Nucal	0	0	0	0	0	0	3
Mediastínico mediales	0	0	0	1	1	1	1
Mediastínico caudales	0	0	1	1	1	1	3
Frénicos	3	0	0	0	0	3	0
Linfocentro bronquial							
Traqueobronquiales izquierdos	1	1	1	1	1	1	1
Traqueobronquiales derecho	1	1	1	0	3	3	1
Traqueobronquiales medios	1	1	1	0	3	3	1
Traqueobronquiales craneales	0	0	1	1	1	1	0
Traqueobronquiales pulmonares	3	3	0	0	3	3	1
Linfocentro lumbar							
Aórticos lumbares	1	1	1	1	1	1	1
Lumbares propios	0	0	0	0	0	3	0
Renales	0	0	1	1	1	1	1
Ovárico	0	0	0	0	0	0	3
Testicular	0	0	3	0	0	0	0
Frénicoabdominal	0	0	3	0	0	0	0

Ganglios linfáticos de los mamíferos domésticos.							
Clave:0-Ausente	2-Presente y normalmente palpable						
1-Presente pero no normalmente palpable	3-Inconstantemente palpable						
	Gato	Perro	Cerdo	Oveja	Cabra	Bovino	Caballo
Linfocentro celiaco	0	0	1	-	-	-	1
Celiaco (no en rumiantes)							
Mesenterio craneal y celiaco	-	-	-	3	3	1	0
Esplénicos	3	1	1	1	1	1	1
Gástricos (no en rumiantes)	3	3	1	-	-	-	1
Ruminales derechos	-	-	-	1	3	1	-
Ruminales izquierdo	-	-	-	3	0	3	-
Ruminales craneales	-	-	-	3	3	1	-
Reticulares	-	-	-	3	3	3	-
Omasales	-	-	-	3	3	1	-
Ruminoabomasales	-	-	-	3	0	1	-
Reticuloabomasales	-	-	-	3	3	1	-
Abomasales dorsales	-	-	-	1	1	1	-
Abomasales ventrales	-	-	-	3	3	3	
Hepáticos (portales)	1	1	1	1	1	1	1
Hepáticos accesorios	0	0	0	0	0	1	0
Pancreaticoduodenales	1	3	1	1	3	1	1
Omentales	0	0	0	0	0	0	1
Linfocentro mesenterico craneal	0	0	3	0	0	0	1
Mesentericos craneales (no en rumiante)							
Yeyunales	1	1	1	1	1	1	1
Cecales	1	0	0	1	0	1	1
Lleocolico	0	0	1	0	1	0	0
Cólicos	1	1	1	1	1	1	1

Linfocentro mesentérico caudal	1	1	1	3	3	1	1
Mesentérico caudales							
Vesicular	0	0	0	0	0	0	3
Linfocentro iliosacro							
Iliacos mediales	1	1	1	1	1	1	1
Iliacos laterales	0	0	1	3	0	3	1
Sacros	1	1	1	1	1	1	1
Anorrectales	0	0	3	1	1	1	1
Uterinos	0	0	3	0	0	0	3
Obturador	0	0	0	0	0	0	3
Linfocentro inguinal profunda							
Iliofemorales	3	3	1	3	0	1	0
Inguinales profundos	0	0	0	0	0	0	1
Femoral	3	3	0	0	0	0	0
Epigástrico	0	0	0	0	0	3	0
Linfocentro inguinal superficial							
Inguinales superficiales	1	2	1	2	2	2	2
Epigástrico caudal	1	0	0	0	0	0	0
Subiliaco	3	0	1	2	2	2	2
Coxal	0	0	0	3	0	3	3
Coxal accesorio	0	0	0	0	0	3	0
La fosa paralumbar	0	0	0	0	0	3	0
Linfocentro inguinal isquiatico							
Isquiático	1	0	1	1	3	1	1
Glúteo	0	0	1	0	0	3	0
Tuberal	0	0	3	3	3	3	0
Linfocentro poplíteo							
Poplíteo profundos	0	0	3	1	1	1	1
Poplíteos superficiales	1	2	3	0	0	0	0

(Shively M. J., 1993)

Características histológicas

Características histológicas de los ganglios linfáticos. Un ganglio linfático está rodeado de una cápsula de tejido conectivo de colágeno denso que en su superficie externa se continúa con el tejido conectivo circundante. En uno de los bordes se distingue una hendidura, el hilio, donde la cápsula es más gruesa. Numerosas vías linfáticas aferentes atraviesan la capsula en distintos sitios de la superficie convexa, mientras que escasas vías linfáticas eferentes abandonan el ganglio linfático por el hilio, donde además penetran los vasos sanguíneos al órgano. Desde la superficie interna de la capsula se extienden cantidades variables de trabéculas ramificadas de tejido conectivo denso hacia el interior del tejido linfático.

En cortes teñidos con hematoxilina – eosina, observados con escaso aumento, se distingue una zona central, la medula, que se continúa con el tejido conectivo del hilio y es algo más clara y eosinofílica que la corteza circundante. La diferencia se debe, sobre todo, a que la medula contiene mayor cantidad de senos linfáticos, mientras que en la corteza predominan los linfocitos basófilos densamente agrupados. En la corteza externa, más periférica, los linfocitos forman, además folículos (nódulos), separados por tejido linfático interfolicular difuso, mientras que la corteza profunda (o paracorteza) se compone de tejido linfático difuso.

El estroma de un ganglio linfático se compone de un retículo delicado de fibras y células reticulares, cuyas mallas están ocupadas por células libres. Las células libres en las mallas del retículo son, sobre todo, linfocitos de distintos tipos, pero también hay macrófagos y células dendríticas interdigitantes y foliculares. Los macrófagos se encuentran en la medula y la corteza, mientras que las células dendríticas interdigitantes predominan en la corteza profunda. Las células dendríticas foliculares solo se encuentran en los folículos de la corteza.

Como ya se menciono, los folículos linfáticos (nódulos linfáticos) son agrupaciones esféricas de tejido linfoide. Pueden presentar características de folículos primarios, compuestos por una masa uniforme de pequeños linfocitos densamente empaquetados, ubicados en estrecha relación con un reticulado de prolongaciones de las células dendríticas foliculares. En este caso, son todos linfocitos B, sobre todo linfocitos B no comprometidos, pero también hay linfocitos B memoria. Ante la estimulación antigénica crece el folículo en tamaño y se transforma en folículo secundario, con un centro claro redondo u oval, el centro germinativo rodeado por tejido linfoide más oscuro que forma una condensación especial o calota alrededor de uno de los polos del centro germinativo.

La zona oscura esta cubierta por grandes linfocitos densamente empaquetados, que se ha demostrado son linfoblastos B activados, en proceso de proliferación activa, ahora denominados centroblastos. La zona clara contiene sobre todo, células dendríticas foliculares, mientras que hay menos linfocitos pequeños, denominados ventrositos. Estas células son casi con exclusividad linfocitos B, aunque se demuestran algunos linfocitos Th. También hay plasmoblastos y macrófagos, cuyo citoplasma suele contener restos nucleares de linfocitos fagocitados. La condensación periférica de pequeños linfocitos que rodea el centro germinativo, incluso la calota, se compone de la población original de pequeños linfocitos no estimulados del folículo primario, es decir, los linfocitos B no comprometidos y linfocitos B memoria desplazados por la expansión del centro germinativo.

Así los folículos linfoides primarios y secundarios conforman la zona dependiente de la medula del ganglio linfático, dado que son asiento de los linfocitos B (como se menciono hay escasos linfocitos T, mientras que se observan pocos linfocitos B en la corteza profunda).

La formación de centros germinativos con transformación de los folículos primarios en secundarios solo tiene lugar después de la estimulación antigénica (ya sea ante la primera aparición del antígeno o después, ante una respuesta inmunológica

secundaria) por lo que no se observan en el periodo inmediato posterior al nacimiento. El resto de la corteza es decir, la corteza profunda representa la zona timodependiente, sitio de localización de los linfocitos T en el ganglio linfático.

En la médula, el tejido linfoide presenta condensaciones con forma de cordones, los cordones medulares, separados de los senos linfáticos. Los cordones medulares están ramificados y contienen pequeños linfocitos, células plasmáticas maduras e inmaduras y gran cantidad de macrófagos.

Senos linfáticos. Los vasos aferentes perforan la cápsula del ganglio, y se abren en un gran seno subcapsular, espacio aplanado entre la cápsula y la corteza. Las válvulas de los vasos aferentes se abren hacia el seno subcapsular, mientras que las válvulas de las vías linfáticas eferentes, que abandonan el ganglio a través del hilio, se abren en dirección opuesta. En consecuencia el flujo linfático a través del ganglio siempre tiene la misma dirección.

Desde el seno subcapsular transcurren senos corticales hacia el interior del ganglio, por pasaje entre los folículos linfáticos a lo largo de las trabeculas. En la médula se continúa con los senos medulares, que separan los cordones medulares. Los senos medulares son más grandes, más irregulares y más numerosos que los corticales, lo que confiere a la médula el aspecto eosinofilo mas claro. En el hilio, los senos medulares se continúan en las vías linfáticas eferentes, que abandonan el ganglio linfático al atravesar el tejido conectivo del hilio.

La pared sinusal esta cubierta por células aplanadas, denominadas células símil endoteliales. No existen complejos de contacto entre las células, y las prolongaciones de los macrófagos, concentrados en cantidad alrededor de los senos. No hay lámina basal, pero la pared sinusal adquiere rigidez por la presencia de una condensación del retículo, que se continúa con el retículo del parénquima linfoide circundante. Además, las fibras reticulares se continúan directamente con el esqueleto de colágeno de la cápsula y las trabeculas, por lo que se mantiene el

retículo. La pared sinusal es atravesada sin inconvenientes por los componentes de la linfa, y las células migrantes.

Irrigación sanguínea. Las arterias ingresan por el hilio y emiten ramificaciones arteriolares que transcurren por las trabeculas. Pronto las abandonan y pasan a los cordones medulares, que son irrigados por los capilares. Algunas de las arteriolas continúan con los cordones hasta la corteza, donde forman una red capilar, y luego corren vénulas poscapilares de regreso a través de la corteza profunda hasta los cordones medulares, donde se unen para formar vénulas algo mas grandes, que acompañan a las ramificaciones arteriolares hacia el exterior del ganglio linfático.

Las vénulas poscapilares de la corteza profunda poseen un endotelio cúbico a cilíndrico. Por lo que son vénulas de endotelio alto (HEV). Los pequeños linfocitos recirculantes pasan de la sangre al parénquima del ganglio linfático a través de estas vénulas poscapilares de endotelio alto. Son linfocitos T y B (no comprometidos, pero también algunos linfocitos memoria); los linfocitos T permanecen en la corteza profunda, mientras que los linfocitos B migran a los folículos primarios de la corteza externa.

Durante su permanencia en el ganglio linfático los linfocitos se fijan (mediante moléculas de adhesión celular) a la célula presentadora de antígenos que encuentran en su camino, dado que buscan en ellos el antígeno extraño que el linfocito es capaz de reconocer y así activarse. Los linfocitos B buscan los antígenos unidos a la superficie de las células dendríticas foliculares, por lo que los linfocitos B no requieren de la presentación del antígeno para reaccionar con el. Si el linfocito encuentra su antígeno específico permanece en el ganglio linfático, puesto que se inicia una respuesta inmunológica. Por el contrario si los linfocitos no encuentran su antígeno específico (lo que ocurre para la gran mayoría de los linfocitos recirculantes, ya que solo uno de alrededor de diez a la octava de los linfocitos es específico para un antígeno determinado), tanto los linfocitos T como los B abandonan el ganglio linfático por las vías eferentes después de un periodo de 12 hrs.

Histofisiología (filtración y fagocitosis). Los ganglios ejercen una acción filtrante sobre la linfa que los atraviesa. La linfa fluye a escasa velocidad a través de los senos y los filamentos reticulares que los cruzan y actúan como filtros mecánicos, que detienen o disminuyen la velocidad de paso de microorganismos infecciosos y otras células. De este modo, estos son presa fácil para la fagocitosis por los macrófagos. Mediante la filtración, los ganglios linfáticos pueden retener más del 90% de los antígenos que ingresan por las vías linfáticas aferentes. La linfa suele atravesar cuando menos dos ganglios linfáticos en su camino desde los tejidos a la sangre.

De este modo, en condiciones normales, los ganglios linfáticos eliminan bacterias y partículas de tamaño equivalente que se encuentran en la linfa circulante. En consecuencia, ante una infección aguda se produce una rápida dilatación de los senos de los ganglios linfáticos de drenaje, con el ingreso de granulocitos neutrófilos desde los vasos sanguíneos, en especial de la medula. Estas células fagocitan con gran efectividad las bacterias de la linfa e incrementan en muy alto grado la capacidad de los ganglios linfáticos para impedir la diseminación de la infección en el torrente sanguíneo. Si la infección no se combate con rapidez, aumenta notablemente la cantidad de los macrófagos en el ganglio linfático.

Los ganglios linfáticos solo retienen parte de las células cancerosas transportadas por la linfa. Si estas células pasan al sistema linfático pueden difundirse al organismo por el torrente sanguíneo, proceso denominado metástasis.

La acción filtrante de los ganglios linfáticos en enfermedades infecciosas y malignas a menudo causa aumento de su tamaño e incluso de sensibilidad. En consecuencia, la búsqueda de ganglios linfáticos aumentados de tamaño y dolorosos es un importante eslabón en el diagnóstico clínico y especialmente en las enfermedades malignas.

PLACAS DE PEYER.

Existe un tejido linfoide especializado a nivel de las mucosas, uno en el intestino, denominado en literatura medica como GALT, tejido linfoide asociado al intestino, Gut en ingles y otro asociado al árbol bronquial (BALT). Este tejido se presenta en dos formas: una de infiltrado linfocitario difuso y otra en forma de agregados como las placas de Peyer (pp) del intestino. En animales mantenidos en medios asépticos desde su nacimiento, este tipo de tejido linfoide no se desarrolla.

El GALT es el mayor órgano linfoide. A él pertenecen más de la mitad de todas las células linfoides del organismo. Una de sus estructuras principales la constituye las placas de Peyer, que tienen similitudes estructurales con los ganglios linfáticos y albergan dentro de una red de células reticulares todo lo necesario para una respuesta inmune específica, incluyendo células presentadoras de antígeno como macrófagos y células dendríticas.

En las placas de Peyer hay linfocitos T pero predominan los B, concentrados en los centros germinales o zonas B. Estos están programados para la producción de IgA. La zona B está rodeada de tejido linfoide difuso, constituido principalmente por LT de tipo ayudador. Esta zona periférica, zona T es rica en capilares venosos de células cuboides que permiten el ingreso a las PP de unos Ls provenientes de la circulación, destinados a radicarse en ellas. Durante su contacto con Ag los Ls adquieren en la membrana proteínas especiales que les permiten, después de circular por los ganglios linfáticos y por la sangre, regresar al mismo lugar de origen. Este proceso de ubicación, homing en inglés, está facilitado por receptores especiales presentes en las células cuboides del endotelio de los capilares y que en el caso del GALT se llama factor Hermes. Recientemente se ha denominado este receptor como proteína CD44.

Los Ag ingeridos establecen contacto con este tejido linfoide por medio de un epitelio especializado formado por células llamadas M que cubren las PP. Estas células

presentan en sus membranas nichos en los cuales albergan Ls. Estos se activan al hacer contacto con un Ag y migran hacia los ganglios mesentéricos, conducto torácico y torrente circulatorio para regresar a localizarse en la lamina propia de la mucosa intestinal, glándulas salivales y glándulas mamarias, lugares en donde inicia la síntesis y secreción de IgA. Esta clase de inmunoglobulina protege contra gérmenes que lleguen por la vía oral. (Rojas M, William. Cano R, Luz Elena, 1999).

Las placas de Peyer son cúmulos de folículos linfoides y están en la porción terminal del ileon. Su función es reconocer y absorber antígenos y patógenos para desencadenar respuestas inmunitarias con especificidad a antígeno en la mucosa. Esto lo realizan mediante la inducción de la actividad de linfocitos B comprometidos con IgA. Estas placas se desarrollan tempranamente en la vida fetal, pero se necesita después de nacido la estimulación por antígenos para activar los folículos linfoides. El tamaño y número de estos últimos aumentan hasta la pubertad, luego disminuyen.

Las placas están compuestas de tres regiones netas:

a). Epitelio cupular suprayacente.

Contiene células especializadas de tipo M, que pueden diferenciarse por microscopía electrónica, de las microvellosidades, más largas y finas de las superficies de las epiteliales vecinas. Las células M ingieren antígenos y los transportan a los macrófagos, células dendríticas, linfocitos B y T y en los folículos que están en el plano inferior. Se ha demostrado que ellas se adhieren a diversos patógenos y los captan, incluidos *Vibrio cholerae*, *Shigella flexneri*, poliovirus, *Salmonella typhi*, reovirus, micobacterias y cepas de *E.coli*.

La unión de IgA específica de antígeno, los complejos formados con ella y el antígeno, o ambos elementos, pudieran estimular a las células M para la endocitosis del antígeno. Se ha demostrado que las células M se ligan de manera selectiva a las

leptinas glucoespecificas diferentes de las que son ligadas por otros enterocitos, lo cual denota especificidad de los glucoconjugandos en las membranas apicales de las células M.

b).- Zona de linfocitos B.

Por debajo del epitelio cupular se encuentra un cúmulo de linfocitos B llamado centro germinativo. Durante la activación de la respuesta inmunitaria intestinal emigran del centro germinativo de las placas de Peyer a ganglios linfáticos mesentéricos, linfocitos B comprometidos con IgA, así como algunos linfocitos T activados y viajan por los sistemas linfáticos abdominales y torácicos para llegar a la circulación general. Rápidamente salen de ella y emigran a otras superficies mucosas, en glándulas salivales, lagrimales, bronquiales, mamaria y lamina propia intestinal cerca del centro germinativo de origen. Este proceso se conoce como vuelta a casa y tiene como función educar adecuadamente al sistema inmunitario en general y de las mucosas en relación con los antígenos ingeridos.

Las moléculas receptoras especializadas en los linfocitos conocidas como receptores del fenómeno vuelta a casa, dirigen los linfocitos a sitios titulares específicos. En su destino, los linfocitos reconocen y se ligan a moléculas de adherencia histoespecificas, en el endotelio vascular conocidas como destinatarias vasculares. Estas se expresan en las venillas endoteliales; pueden expresarse también en las placas de Peyer, la lamina propia de intestino delgado y grueso y la glándula mamaria en actividad.

c).- Zona de linfocitos T paracorticales.

La mayor parte de estos linfocitos son células auxiliares CD4+ situadas en las zonas interfoliculares alrededor del centro germinativo. Una de sus principales funciones pudiera ser auxiliar a los linfocitos B en el procesamiento del cambio de isotipo de las células inmaduras con IgM, a células comprometidas con IgA. Las citocinas

secretadas por estos linfocitos regulan diferentes fases en la producción de IgA. (Javeriana, 2005).

Disposición anatómica: En todo el intestino, a nivel de la submucosa o de la lamina propia se encuentran ganglios linfáticos; su agregación forma lo que se llama placas de Peyer, comúnmente descrita en el ileon, pero puede encontrarse en otras partes del intestino. (Frandsen. R. D, 1995).

Las concentraciones de linfocitos, que aparecen como pequeños nódulos linfáticos a menudo invisibles a simple vista, están localizados frecuentemente en el tejido linfático difuso. Estos pequeños nódulos (nódulos linfáticos solitarios) se encuentran debajo del epitelio en las membranas mucosas y son muy numerosos en el tracto intestinal.

Los nódulos linfáticos solitarios pueden unirse para formar nódulos linfáticos agregados, rodeados con una cápsula delgada de tejido conectivo (placas de Peyer) en la región ileocecal del intestino (en el cerdo también se encuentran en el yeyuno). La extensión de las placas de Peyer varía entre las distintas especies y aun dentro de los propios individuos. En el caballo, las placas de Peyer aparecen en un gran número, pero son más pequeñas, comparadas en las encontradas en el cerdo y el buey (de 3 a 4 mm de longitud) (Grau Boessneck, 1960); en los carnívoros solo se encuentran unos cuantos nódulos linfáticos agregados. Además, en la submucosa del estomago del cerdo (en la región del cardias), existen algunas agregaciones de tejido linfático rodeadas por una capsula delgada de tejido conectivo.

AMIGDALAS

Las amígdalas son acúmulos de tejido linfoide ubicados en la región nasofaríngea. El tejido linfoide nasofaríngeo es conocido también como anillo de Waldeyer, incluye las amígdalas, las adenoides y gran número de acúmulos linfoides. Son ricos tanto en Ls T como B. A ese nivel se produce IgA. Su estratégica localización parece indicar una

función importante en relación con la regulación de la defensa contra Ag que pueden entrar por la vía oral. No obstante, hasta el presente no ha sido posible precisar el papel que desempeñan en los mecanismos inmunológicos (Rojas M, William. Cano R, Luz Elena, 1999).

Las amígdalas forman parte del tejido especializado a nivel de las mucosas asociado al árbol bronquial (BALT). Este tejido también se puede presentar en forma de infiltrado linfocitario difuso.

Por otra parte, el epitelio que cubre los acúmulos linfoides del BALT, está desprovisto de cilios, glándulas y células Goblet. Por esto, representa un lugar de generación de turbulencia aérea que facilita el contacto con los Ag que ingresan por vía aérea, con el tejido linfoide. Estas células son similares en su función a las células M del GALT.

La proporción de LT ayudadores presentes en estos acúmulos linfoides es superior al encontrado en la sangre y cumplen la función de asegurar una adecuada producción de IgA. (Rojas M, William. Cano R, Luz Elena, 1999).

Las amígdalas y adenoides, son masas de tejido similares a la de los nódulos linfáticos o “ganglios” que se encuentran en el cuello, ingle o axilas. Las amígdalas son dos masas que se encuentran detrás de la garganta. Las adenoides están en la parte superior de la garganta detrás de la nariz y en el techo de la boca (velo del paladar) y no son visibles a través de la boca sin instrumentos especiales.

Las amígdalas y adenoides están cerca de la entrada de los pasajes de la respiración, donde pueden recibir los gérmenes provenientes del exterior que causan infecciones. Ellas “prueban” las bacterias y los virus y pueden infectarse. Los científicos creen que funcionan como parte del sistema inmunológico del cuerpo filtrando los gérmenes que intentan invadir el cuerpo, y que ayudan a desarrollar anticuerpos para los gérmenes. Esto ocurre primariamente durante los primeros años

de vida, tornándose menos importantes cuando transcurren los años. Los niños cuyas amígdalas y adenoides debieron ser extraídas no sufren de pérdidas en su resistencia (sinfomed, 2005).

Disposición anatómica: Los nódulos linfáticos agregados en la faringe, se llaman amígdalas. Las amígdalas están constituidas por nódulos agregados o aislados y mononucleares difusos en la mucosa faríngea, presentan grandes centros germinativos con cortezas densas e infiltración de mononucleares hacia la mucosa faríngea circundante.

Aunque las amígdalas son similares, se definen dos tipos con base en sus relaciones con el epitelio de superficie: amígdalas con criptas y sin criptas.

Una **cripta** es una invaginación ciega y algunas veces ramificada de la superficie del epitelio; además de su tejido linfático comprende un folículo tonsilar. Un grupo de folículos tonsilares forman una amígdala con cripta.

Por otra parte, una **amígdala sin criptas** se forma de una capa simple de tejido linfático que protruye de manera secundaria hacia la luz o se pliega ligeramente para aumentar su área de superficie. Las invaginaciones de la túnica mucosa son importantes, ya que sirven como focos de infección y de procesos inflamatorios.

Es importante recordar que las amígdalas no presentan conductos linfáticos aferentes, pero sí conductos eferentes que drenan los nódulos agregados.

Las amígdalas con criptas o foliculares y su nombre se encuentran en las siguientes especies: amígdalas palatinas en seres humanos, equinos, rumiantes y cerdos; amígdalas linguales en seres humanos, equinos, rumiantes y cerdos; amígdalas tubulares en cerdos; amígdalas paraepiglóticas en ovinos, caprinos y cerdos.

Amígdalas sin criptas: amígdalas palatinas en carnívoros; amígdalas faríngeas en todos los animales domésticos, excepto carnívoros; amígdalas tubáricas en rumiantes. (Banks, William J., 1996).

CÉLULAS LINFOIDES

Posteriormente de haber visto la estructura y función del tejido linfático; que comprenden en el presente trabajo la linfa, vasos, linfáticos, ganglios linfáticos y tejido denso no encapsulado que comprenden las amígdalas y las placas de Peyer. Veremos a las células linfoides o células del sistema inmune.

Las células linfoides son las células que participan en la inducción y expresión de las respuestas inmunitarias específicas. Incluyen a los linfocitos, a los macrófagos y a otras células presentadoras de antígeno, como las células dendríticas, las células de Langerhans y las células veladas, y a las células asesinas o agresivas naturales (células NK, natural killer). Otras células importantes, no tanto en la inducción, pero si en la manifestación y regulación de la respuesta inmunitaria, son los neutrófilos, las células cebadas, basófilos y los eosinófilos (Rojas Espinosa, Oscar, 2001).

MACRÓFAGOS

De la célula pluripotencial de la medula se origina el monoblasto, que da lugar a la formación del monocito; este entra en circulación y al pasar de los vasos sanguíneos a los tejidos, se transforma en macrófago (M ϕ). (Rojas M, William. Cano R, Luz Elena, 1999).

Los macrófagos comienzan su vida como monocitos sanguíneos, que son células inmaduras mientras están en la sangre y que en ese momento, poseen muy poca capacidad para combatir los genes infecciosos. No obstante, una vez que entran en los tejidos, su diámetro puede quintuplicarse hasta 60 u 80 micrómetros y la célula se torna casi visible. Además, aparece un número elevado de lisosomas en el

citoplasma, lo que le confiere el aspecto de una bolsa llena de gránulos. Estas células se denominan entonces macrófagos y poseen una gran capacidad para combatir los agentes patógenos intratisulares.

Los monocitos atraviesan los poros de los vasos sanguíneos por diapédesis; aunque el tamaño de un poro es mucho menor que el de las células, estas se deslizan de forma progresiva, contrayéndose momentáneamente a medida que atraviesan el poro para adaptarse a su tamaño.

Los macrófagos se desplazan por los tejidos con un movimiento ameboide. Algunas células recorren hasta 40 micrómetros por minuto.

Los tejidos poseen muchas sustancias químicas diferentes que atraen a los macrófagos. Este fenómeno se conoce como quimiotaxis. Cuando un tejido se inflama, se forman al menos una docena de productos diferentes que determinan una quimiotaxis hacia la zona inflamada. Estas son:

- a) Algunas toxinas bacterianas o víricas.
- b) Los productos degenerativos de los propios tejidos inflamados,
- c) Varios productos de reacción del complejo del complemento. Que se activa en los tejidos inflamados.
- d) Diversos productos de reacción producidos por la coagulación del plasma en el área inflamada, así como otras sustancias.

La quimiotaxis depende del gradiente de concentración de la sustancia quimiotáctica. La concentración es máxima cerca de su origen, lo que dirige el movimiento unidireccional de los leucocitos. La quimiotaxis surte efecto hasta una distancia de 100 micrómetros del tejido inflamado. Por consiguiente, casi como casi ninguna zona tisular dista más de 50 micrómetros de un capilar, la señal quimiotáctica moviliza fácilmente cantidades ingentes de leucocitos desde los capilares hasta la zona inflamada.

Fagocitosis. La función más importante de los macrófagos es la fagocitosis, que significa la ingestión celular del agente atacante.

Los fagocitos deben seleccionar el material que fagocitan; de otra forma, se ingerirían otras células y estructuras normales del cuerpo. El que suceda o no la fagocitosis depende en particular de tres procesos selectivos.

En primer lugar, la mayor parte de las estructuras naturales de los tejidos tiene superficies lisas, que resisten a los fagocitos. Pero si la superficie es rugosa, aumenta la probabilidad de fagocitosis.

En segundo lugar, la mayoría de las sustancias naturales del cuerpo tienen cubiertas proteicas protectoras que repelen los fagocitos. Por el contrario casi todos los tejidos muertos y las partículas extrañas carecen de tales cubiertas protectoras, lo que les expone a la fagocitosis.

En tercer lugar, el organismo dispone de medios específicos para reconocer determinados materiales extraños. Esta es una función del sistema inmunitario; el sistema inmunitario produce anticuerpos contra los agentes infecciosos como las bacterias. Los anticuerpos se adhieren a las membranas de las bacterias que se vuelven muy susceptibles a la fagocitosis. Para ello, la molécula de anticuerpo se combina también con el producto C3 de la cascada del complemento; las moléculas de C3 se unen a los receptores de la membrana de los fagocitos, iniciando así la fagocitosis. Este proceso de selección y fagocitosis se denomina opsonización.

Fagocitosis por macrófagos. Cuando se activan por acción del sistema inmunitario, los macrófagos son fagocitos mucho más poderosos que los neutrófilos y a menudo tienen capacidad para fagocitar hasta 100 bacterias. También tienen la capacidad de ingerir partículas mucho mayores, incluso eritrocitos enteros o, en ocasiones parásitos del paludismo; en cambio los neutrófilos no pueden fagocitar partículas mucho más grandes que las bacterias. Además, los macrófagos, tras digerir las

partículas, expulsan los productos residuales y a menudo sobreviven y siguen funcionando bastantes meses más.

Digestión enzimática de las partículas fagocitadas. Una vez que una partícula extraña ha sido fagocitada, los lisosomas y otros gránulos citoplasmáticos entran de inmediato en contacto con la vesícula fagocítica, y sus membranas se funden con ella, vertiendo así muchas enzimas digestivas y sustancias bactericidas a la vesícula. De este modo, la vesícula fagocítica se convierte entonces en una vesícula digestiva y comienza de inmediato la digestión de la partícula fagocitada.

Los macrófagos poseen abundantes lisosomas llenos de enzimas proteolíticas especialmente preparadas para digerir bacterias y otras sustancias proteicas extrañas. Los lisosomas de los macrófagos (pero no de los neutrófilos) contienen también grandes cantidades de lipasas, que digieren las gruesas membranas lipídicas de algunas bacterias, como el bacilo de la tuberculosis.

Capacidad de los macrófagos para matar bacterias. Además de digerir las bacterias ingeridas en los fagosomas, los macrófagos contienen compuestos bactericidas que destruyen la mayor parte de las bacterias, incluso cuando fracasan las enzimas lisosómicas. Esto resulta muy importante porque algunas bacterias presentan cubiertas protectoras u otros factores que evitan su destrucción por las enzimas digestivas. Gran parte del efecto letal está determinado por varios agentes oxidantes poderosos formados por las enzimas de la membrana del fagosoma o por una organela especial llamada *peroxisoma*. Estos agentes oxidantes comprenden grandes cantidades de superóxido, peróxido de hidrógeno e iones hidroxilo, todos ellos mortales para la mayor parte de las bacterias incluso en pequeñas cantidades. Además, una de las enzimas lisosómicas, la mieloperoxidasa, cataliza la reacción entre el peróxido de hidrógeno y los iones cloruro para formar hipoclorito, sustancia en extremo bactericida.

Sin embargo, algunas bacterias, sobre todo el bacilo tuberculoso, tienen cubiertas resistentes a la digestión lisosómica y al mismo tiempo, secretan también sustancias que resisten, en parte incluso los efectos bactericidas de los neutrófilos y los macrófagos. Estas bacterias provocan a menudo enfermedades crónicas por ejemplo la tuberculosis. (Guyton , Hall, 2001)

SISTEMA MONOCITO-MACRÓFAGO (SISTEMA RETICULOENDOTELIAL).

Gran parte de los monocitos que, al penetrar en los tejidos y después de transformarse en macrófago se une a ellos y permanece así durante meses o incluso años, a menos que sean requeridos para realizar funciones protectoras locales concretas. Al igual que los macrófagos móviles, tienen la capacidad de fagocitar grandes cantidades de bacterias, virus, tejido necrótico u otras partículas extrañas del tejido; así mismo, cuando se les estimula de forma apropiada, pueden liberarse de sus uniones y convertirse de nuevo en macrófagos móviles que responden a la quimiotaxis y a otros estímulos relacionados con el proceso inflamatorio. De este modo, el organismo cuenta con un extenso “sistema monocito-macrófago” en casi todas las áreas tisulares.

La combinación de monocitos, macrófagos móviles, macrófagos tisulares fijos y algunas células endoteliales especializadas de la médula ósea, el bazo y los ganglios linfáticos, se denomina *sistema reticuloendotelial*. Sin embargo, todas o casi todas estas células se originan de las células madre monocíticas; por tanto, el sistema reticuloendotelial es casi sinónimo del sistema monocito – macrófago. Puesto que el sistema reticuloendotelial se utiliza más en la bibliografía médica que el de sistema monocito- macrófago, conviene recordar que se trata de un sistema fagocítico generalizado situado en todos los tejidos y, en especial en las zonas tisulares en donde es preciso destruir grandes cantidades de partículas, toxinas y otras sustancias no deseadas.

Macrófagos tisulares de la piel y tejidos subcutáneos (histiocitos).

Aunque por lo general la piel normalmente es inexpugnable a los agentes infecciosos, esta regla no se cumple cuando se lesiona. Si la infección se inicia en los tejidos subcutáneos y aparece una inflamación local, los macrófagos tisulares pueden dividirse in situ para formar más macrófagos para enseguida llevar a cabo sus funciones usuales de atacar y destruir agentes infecciosos.

Macrófagos de los ganglios linfáticos. Casi ninguna partícula que entra en los tejidos, como las bacterias, pasa directamente a la sangre a través de las membranas capilares. Pero si la partícula no se destruye localmente en los tejidos, entra en la linfa y fluye hasta los ganglios linfáticos situados de forma intermitente en el curso del flujo linfático. Las partículas extrañas quedan atrapadas ahí dentro de los ganglios en una red de senos recubiertos de macrófagos tisulares; estos los fagocitan y evitan su diseminación general por todo el organismo.

Macrófagos alveolares de los pulmones. Los pulmones representan otra vía por la que los microorganismos invasores entran con frecuencia al organismo. Existe un gran número de macrófagos tisulares que forman parte de las paredes alveolares y que fagocitan las partículas atrapadas en los alvéolos. Si las partículas son digeribles, los macrófagos las digieren y liberan los productos de la digestión a la linfa. Si la partícula no es digerida los macrófagos crean a menudo una cápsula “de célula gigante” alrededor de ella hasta que la disuelven lentamente, o al menos lo intentan. Estas cápsulas se forman con frecuencia alrededor de los bacilos tuberculosos, las partículas de polvo de sílice incluso las partículas de carbón.

Macrófagos (células de Kupffer) de los sinusoides hepáticos. Otra vía por la que las bacterias invaden el organismo es el tubo digestivo. Constantemente circulan grandes cantidades de bacterias, a través de la mucosa digestiva, a la sangre portal. Antes de que esta sangre entre en la circulación general, debe atravesar los sinusoides hepáticos; estos sinusoides están recubiertos de macrófagos tisulares, llamados células Kupffer. Estas células generan un sistema de filtración de partículas

tan eficaz que casi ninguna bacteria procedente del tubo digestivo logra pasar desde la sangre portal a la circulación general.

Macrófagos del bazo y la medula ósea. Si un microorganismo invasor logra entrar en la circulación general, quedan otras líneas de defensa por el sistema de macrófagos tisulares, en especial el bazo y la medula ósea. En estos dos tejidos los macrófagos son atrapados por la malla reticular de su parénquima y cuando las partículas extrañas entran en contacto con las células reticulares de esta malla, son fagocitadas por ellas.

El bazo es similar a los ganglios, excepto que a través de él fluye sangre en vez de linfa. Una pequeña arteria penetra de la capsula hacia la pulpa esplénica y termina en capilares pequeños, que son muy porosos y permiten la salida de gran número de células de la sangre hacia los cordones de la pulpa roja. Las trabeculas de la pulpa roja están revestidas por un gran número de macrófagos y además, lo están los senos venosos. Este paso peculiar de la sangre a través de los cordones de la pulpa roja es un medio excepcional para la fagocitosis de desechos indeseables de la sangre, en especial glóbulos rojos viejos y anormales.

Inflamación y función de los macrófagos.

Cuando ocurre una lesión tisular por bacterias, traumatismos, productos químicos, calor o cualquier otro fenómeno se liberan muchas sustancias que producen cambios secundarios e impresionantes en los otros tejidos. Estos cambios secundarios se llaman en conjunto, inflamación, que se caracteriza por:

1. Vaso dilatación local con exceso de flujo sanguíneo local consecuente.
2. Aumento de la permeabilidad de los capilares con fuga de grandes cantidades de líquido, hacia los espacios tisulares.
3. Coagulación de líquido en estos espacios a causa de las cantidades excesivas de fibrinogeno y otras proteínas que salen de los capilares.
- 4). Migración de un gran número de granulocitos y de monocitos hacia el tejido.
- 5). La tumefacción de las células tisulares.

Respuesta de los macrófagos a la inflamación

Los macrófagos tisulares como primera línea de defensa.

Los macrófagos que se encuentran en los tejidos, sean histiocitos en el tejido subcutáneo, macrófagos alveolares en los pulmones, microglia en el cerebro, comienzan inmediatamente su acción fagocitaria. Cuando son activados por los productos de la inflamación, el primer efecto consiste en el aumento de tamaño de cada una de las células. Luego, algunos de los macrófagos previamente sensibilizados pueden convertirse en unidades móviles, formando la primera línea de defensa durante la primera hora más o menos. Por desgracia, sin embargo su número no suele ser muy considerable.

Invasión por monocitos y macrófagos: tercera línea de defensa.

Junto con la invasión de los neutrófilos, también penetran en el tejido inflamado los monocitos de la sangre. No obstante, el número de monocitos circulantes es bajo. Además, la proporción de los almacenados en la médula ósea es mucho menor. Por consiguiente, la acumulación de estas células en el área del tejido inflamado es un proceso mucho más lento que la de los neutrófilos y requiere varios días para que se haga efectiva, incluso después de haber invadido el tejido inflamado, los monocitos son aún células inmaduras y requieren 8 horas o más para alcanzar tamaños mayores. Sin embargo, al cabo de días o semanas, los macrófagos predominan sobre las demás células fagocíticas del área inflamada.

Ya se indicó que los macrófagos pueden fagocitar muchas bacterias y grandes partículas, incluso polimorfo nucleares y grandes cantidades de tejido necrótico, que las que pueden fagocitar los neutrófilos. Además los macrófagos desempeñan un papel importante en la iniciación de la formación de anticuerpos.

Control de retroalimentación de la respuesta de los macrófagos.

Factores implicados en el control de la respuesta de los macrófagos y neutrófilos en la inflamación:

1. Factor de necrosis tumoral (TNF)
2. Interleuquina (IL-1)
3. Factor estimulador de colonias granuloso-monocito (GM-CSF).
4. Factor estimulador de colonias granulociticas (G-YCSF).
5. Factor estimulador de colonias monociticas (M-CSF).

Después de que los neutrófilos y los macrófagos han fagocitado un gran número de bacterias y tejido necrótico, casi todos los neutrofilos y gran parte de los macrófagos acaban muriendo. Pasados unos días, aparece a menudo una cavidad en el tejido inflamado que contiene diferentes porciones de tejido necrótico, neutrófilos muertos, macrófagos muertos y líquido tisular. A esta mezcla se la conoce comúnmente como *pus*.

Tras suprimirse la infección, las células muertas y el tejido necrótico del pus se autodestruyen de forma gradual en unos días y los tejidos adyacentes absorben los productos finales hasta que desaparece la mayor parte de los signos de la lesión. (Guyton, Hall, 2001).

LINFOCITOS T Y B

Existen dos tipos de linfocitos T y B. Estos tienen su origen en una célula madre común en la médula ósea. En los mamíferos, poco antes o después del nacimiento, el sitio de procesamiento temprano y diferenciación de las células madres para los linfocitos T, es el timo; para los linfocitos B, los sitios son el hígado, el bazo y la médula ósea fetales. La bolsa de Fabricio en las aves, realiza una función similar a la de la médula ósea de los mamíferos para procesar y diferenciar linfocitos B. (Dukes, H. Hugo, 1999).

Los linfocitos son elementos fundamentales en la producción de inmunidad. Después del nacimiento, algunos linfocitos se forman en la médula ósea, pero la mayoría se forma en el tejido linfoide (William F. Ganog, 2001).

Los linfocitos B están relacionados con la inmunidad humoral y producen anticuerpos contra bacterias y virus extracelulares.

Los linfocitos T están relacionados con la inmunidad celular y responden a antígenos como hongos, trasplantes, células neoplásicas y organismos patógenos intracelulares. Hay cuatro tipos de linfocitos T; células T citotóxicas, células T cooperadoras, células T supresoras, células T de memoria. Las células T citotóxicas también se denominan células “asesinas” porque destruyen a los invasores extraños al producir peróxido de hidrógeno con sus enzimas lisosomales (peroxidasa, fosfatasa y oxigenasa), como lo hacen los macrófagos. El peróxido de hidrógeno es letal para los microorganismos. Las células T citotóxicas también atacan a las células de órganos transplantados u otras células extrañas al organismo. Eliminan a las células poseedoras de antígenos que invaden a este. Las células cancerosas se derivan de los propios tejidos corporales. Empiezan a generar antígenos específicos cuando se tornan cancerosas. El sistema de inmunidad del cuerpo reconoce cuando una célula cambia de normal a neoplásica (cancerosa), que es extraña para el cuerpo. Entonces estas son atacadas por las células T citotóxicas. (Dukes H. Hugo, 1999).

La célula T citotóxica es una célula de ataque directo capaz de destruir microorganismos y, a veces las células del propio organismo. Por esta razón, se denominan células agresoras o citolíticas (del inglés, Killer cells). Estas células destruyen a las células que atacan uniéndose a ellas, para enseguida secretar proteínas formadoras de agujeros llamadas perforinas, lo que ocasiona que penetre líquido del espacio intersticial en dicha célula. La célula T citotóxica libera también sustancias directamente a la célula atacada; lo que ocasiona que aumente de tamaño y poco después se disuelva. (Guyton, Hall., 2001).

Las células NK se clasifican como un tercer tipo de linfocito que a veces se conoce como linfocito ni T, ni B. Las células asesinas naturales son linfocitos grandes que constituyen hasta 10 a 15% de las células mononucleares. Matan células sin

sensibilización previa aparente e implicación de antígenos de histocompatibilidad principal.(William F. Ganong, 2001).

ALGUNAS PATOLOGÍAS DE INTERÉS EN MEDICINA VETERINARIA RELACIONADA CON EL SISTEMA LINFÁTICO.

Linfadenitis:

Se define en forma general como el aumento de tamaño de los ganglios linfáticos. El aumento de los ganglios periféricos causa inflamaciones visibles y palpables, y en algunos casos obstrucción de los drenajes linfáticos y consecuentemente un edema local como en las linfangitis esporádicas del caballo. El aumento de los ganglios internos puede causar obstrucción de esófago, faringe, tráquea o bronquios.

La hipertrofia de los ganglios linfáticos puede ser el resultado de una infección o de una invasión neoplásica.

Neoplasia secuencial al infarto de ganglios linfáticos.

Puede desarrollarse metástasis por extensión de células neoplásicas en tejidos adyacentes. La neoplasia primaria afecta a los ganglios linfáticos en linfomatosis (por ejemplo, en leucosis viral bovina), en el linfosarcoma y en la leucemia mieloide.

En la linfomatosis y en la leucemia mieloide, y en la endocarditis bacteriana es característico la hipertrofia simultánea de gran número de ganglios

La leucemia se caracteriza por una proliferación anormal de tejido mielogeno o linfático, que produce un marcado aumento de linfocitos circulantes. Probablemente la enfermedad es de origen neoplásico, acompañada muchas veces de esplenomegalia, y aumento de volumen de los ganglios linfáticos y proliferación de la médula ósea (Blood, D.C. O.M. Radostits, 1992).

Leucosis viral bovina (LVB). Es una neoplasia muy mortal, sistémica y maligna del sistema reticuloendotelial de los bovinos que se caracteriza por la aparición de cúmulos de linfocitos neoplásicos en casi cualquier órgano, con una variedad correspondiente de los signos clínicos. La enfermedad asume varias formas:

- Leucosis viral bovina enzoótica, que es la forma común en animales adultos.
- Esporádica, que afecta a animales menores de tres años de edad y que incluye:
 - Juvenil, que afecta animales menores de 6 meses de edad, que se caracteriza por un aumento de tamaño de múltiples ganglios linfáticos.
 - Forma tímica en animales menores de 2 años, caracterizada por hinchazón en el cuello que causa timpanismo y edema.
 - Forma cutánea en bovinos de 1 a 3 años de edad, que se caracteriza por la aparición de nódulos y placas en la piel.
 - Linfocitosis persistente, que es un proceso linfoproliferativo benigno.(Blood, D.C. O.M. Radostits, 1992).

Linfosarcoma del caballo. En este no se observa una linfopatía generalizada. En caballos adultos puede haber múltiples nódulos cutáneos o una mayor implicación de los órganos de la cavidad torácica, del abdomen o en otras localizaciones individuales, por ejemplo, el paladar, el cual está caracterizado por disfagia.

El síndrome más común en los caballos es la pérdida de peso, el edema ventral del cuello y tórax, algunas veces derrames pleurales o peritoneales, anemia. Disnea, tos y masas abdominales palpables por exploración rectal. Si está implicada la pared intestinal aparece cólico y diarrea.

- Solo una pequeña proporción de caballos con linfadenopatías, debida a un linfosarcoma, sufre alteraciones leucémicas en la sangre. Los casos en que aparecen cambios muestran linfocitosis marcada, a veces trombocitopenia y anemia. (Blood, D.C. O.M. Radostits, 1992).

Infecciones bacterianas que se asocian a bacterias.

La linfadenitis acompaña otros síntomas en muchas enfermedades específicas como paperas, enfermedad catarral maligna de los bovinos, encefalomiелitis esporádica

bovina, fiebre de la costa Este, enfermedad de Ondin, muermo, mieloidosis, linfangitis enzootica y otras. Pero se presenta como único síntoma en tuberculosis, linfadenitis caseosa de las ovejas, enfermedad de Morel en las ovejas, que es producida por un micrococo no identificado, adenitis cervical del cerdo causada por especies de Streptococcus, linfadenitis poco común del cordero, causada por Pasteurella multocida y en algunos casos por actinobacilosis. En la linfadenitis aguda puede haber dolor y calor a la palpación, pero los ganglios en su mayor parte son indoloros. La adenitis cervical es un hallazgo común en los cerdos sacrificados, pero las lesiones rara vez causan enfermedad clínica. Una gran cantidad de agentes etiológicos pueden estar implicados en la producción de enfermedades que impliquen el desarrollo de una linfadenitis; como los estreptococos, corynebacterium equi (Rhodococcus), Mycobacterium tuberculosis, M. avium, M. bovis y otras.

Es importante mencionar también que para distinguir una linfadenitis de una hipertrofia de carácter tumoral solo es posible a través de biopsias. (Blood, D.C. O.M. Radostits, 1992)

Enfermedad de Mareck.

Se trata de una enfermedad neoplásica muy común de las aves domésticas, caracterizándose por alteraciones linfoides en el sistema nervioso, vísceras y ojos. Es de muy alta morbilidad. (Merck, 2000).

Tuberculosis.

Es una enfermedad zoonótica producida por mycobacterias. La tuberculosis puede transmitirse a sus mascotas por medio de sus dueños los cuales padecen esta infección; por ejemplo: los perros afectados sufren bronconeumonía, formación de nodúlos pulmonares y linfadenopatía hiliar, anorexia y letargo. Los gatos suelen tener una mayor prevalencia de afección intestinal y a menudo padecen diarrea, vómito, perdida de peso y linfadenopatía mesenterica. (William R. Fener, 1997)

CONCLUSIONES

- El sistema linfático esta íntimamente ligado al equilibrio de la salud de los animales domésticos.
- El presente trabajo es una fuente de información que puede proporcionar ayuda para obtener datos sobre el sistema linfático.
- El conocimiento de este sistema y las reacciones físicas y químicas que tiene lugar en el mismo es una herramienta que conduce a obtener un diagnóstico de la salud de los animales y por lo tanto un tratamiento si se requiriera.
- Es importante crear el interés sobre el estudio de este sistema en los alumnos en tránsito de formación de MVZ, ya que las reacciones físicas y químicas que tiene lugar en este sistema, le ayudarán a comprender los mecanismos que están inmersos en equilibrio de la vida misma.

BIBLIOGRAFÍA

<http://www.arrakis.es/~lluengo/linfatico.html>

{ Consulta 27 agosto,2005 }

Blood, D.C. O.M. Radostits. Medicina Veterinaria. Editorial. Nueva Editorial Interamericana S.A. de C.V. Una división de Mac Graw – Hill, Inc México D.F. 7ª Edición 1992 P. 383,381.

Banks, William J. Histología Veterinaria aplicada. Editorial. El manual moderno. S.A de C.V México D.F. 2ª. Edición 1996 PP. 401-403.

Climent, S. (M.Sorasa L. Domínguez, P. Muniosa, Terrado). Manual de anatomía y embriología de los animales domésticos. 5ª. Edición. Reimpresión 2001. Editorial Acribia. S.A de C.V. Zaragoza, España 2002 Pág. 186, 186-187.

Dukes, H. Hugo. Fisiología de los Animales Domésticos de Dukes. Editorial Limusa S.A. de C.V. México Grupo Noriega Editores. México D.F. 5ª. Edición 1999, P. 37, 37-38.

Finn Geneser. Histología. Editorial. Medica Panamericana. S.A. de C.V. Alberto Alcocer 24. Madrid España. 3ª. Edición 2001. Pp. 428-432.

Frandsen, R.D. .Anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos. Editorial Interamericana. Mc. Graw- Hill. México. D.F. 5ª. Edición 1995 P. 319

Guyton, Hall. Tratado de Fisiología Médica. Editorial. Mc Graw Hill interamericana editores. S.S. de C.V. México D.F. 10ª. Edición 2001 pp. 479-481, 498

Herrera, Emilio. Bioquímica Perinatal. Aspectos básicos y Patológicos. Fundación Ramón Arces Madrid, España.1988 Pág. 407-440.

Neo, Josef, MD. (Director huésped); Clínicas de Perinatología. Gastroenterología neonatal. Mc. GrawHill Interamericana. México.1996 Vol. 23 No. 2 Pág. 159-274.

<http://www.Sinfomed.org.ar/mains/infopaci/amigdalas.htm>

[Consulta: 3 Octubre,2005]

<http://www.Icarito.cl/tercera.cl/icarito/2001/809/pag9.htm>

[Consulta 27 agosto, 2005]

Mailxmail.com/curso/vida/SistemaImfatico/capitulo1.htm.

[Consulta 2 septiembre, 2005]

Merck & Co., Inc. El Manual Merck de Veterinaria Ed. En Español Océano grupo Editorial, S.A. Barcelona España 5ª ed. 2000 p. 2176.

<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002247.htm>

[Consulta: 10 septiembre, 2005]

Rojas, Espinosa, Oscar Inmunología de Memoria. Editorial Médica Panamericana S.A. de C.V. México D.F. 2ª. Edición. 1996 PP. 401-403.

Rojas, M William. Cano R, Luz Elena. Inmunología. Corporación para Investigaciones Biológicas. Medellín Columbia. 1999. 11ª. Edición PP. 76-77.

Shively, M.J. Anatomía Veterinaria, Básica, Comparativa, y Clínica. Editorial. El manual moderno. México D.F. 6ª. Edición 1993. P.216.

Sisson, S.D. & J.D. Grossmon .Anatomía de los Animales Domésticos. 5a. Edición Reimpresión 2001.Editorial Masson S.A. de C.V. Barcelona España. P.203

[http:// www. WikiPedia. org/wiki/Sistema linf% c3 % A 1tico](http://www.WikiPedia.org/wiki/Sistema_linf%C3%A1tico)
[Consulta: 10 septiembre, 2005]

William F. Ganog Fisiología Médica. Editorial. El manual moderno. S.A. de C.V. México D.F. 18ª. Edición 2001, P. 568, 582.

William R. Fener. Medicina Veterinaria de Pequeñas Especies (Manual de diagnóstico rápido). Ed. Limusa S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. México D.F. 1997 p. 33