

DIAGNOSI ECOGRAFICA DELLE COMUNICAZIONI PORTO-SISTEMICHE NEL CANE E NEL GATTO: STUDIO RETROSPETTIVO SU 51 CASI

ROBERTO A. SANTILLI, *Dr Med. Vet. D.E.C.V.I.M.-C.A. (Cardiology)*

GIANMARCO GERBONI, *Dr Med. Vet.*

MASSIMO OLIVIERI, *Dr Med. Vet.*

Clinica Veterinaria Malpensa - Via Marconi, 27 - 21057 - Samarate - Varese

DAVID S. BILLER, *D.V.M. D.A.C.V.R.*

Professor Radiology, Radiology Section Head, Kansas State University

Riassunto

Nel presente articolo gli autori descrivono i rilievi ecografici delle comunicazioni porto-sistemiche (CPS) nel cane e nel gatto. 45 cani e 6 gatti con CPS confermate con portografia mesenterica operativa e angiografia nucleare transrettale sono stati selezionati retrospettivamente dal giugno 1996 al dicembre 2001. Il 77,78% dei cani ha presentato CPS extra-epatiche ed il rimanente 22,22% CPS intra-epatiche. Il 100% dei gatti è risultato affetto da CPS extra-epatiche. L'ecografia ha permesso di evidenziare l'esatta anatomia del vaso anomalo nel 100% delle CPS intra-epatiche e nel 80% delle CPS extra-epatiche nel cane, e nel 83,3% delle CPS extra-epatiche nel gatto. I rilievi ecografici secondari, quali la microepatia con riduzione della trama portale, le alterazioni del flusso portale, la renomegalia con banda iperecogena midollare e gli uroliti o nefroliti, hanno comunque consentito di sospettare una comunicazione anomala tra il sistema portale ed il sistema venoso sistemico, comunicazione poi confermata con l'angiografia. Da questo lavoro è quindi emerso che l'esame ecografico ha permesso di diagnosticare direttamente o indirettamente le CPS nel cane e nel gatto con un elevato grado di precisione.

Summary

The authors described ultrasonographic findings of porto-systemic shunts (P.S.S.) in dog and cat. 45 dogs and 6 cats with confirmed P.S.S. with portography and transrectal liver nuclear scan were selected retrospectively during the period from June 1996 and December 2001. 77,78% of dogs had extra-hepatic P.S.S. and 22,22% intra-hepatic P.S.S. All cats presented extra-hepatic P.S.S. With ultrasound was possible to diagnose the exact anatomy in 100% of intra-hepatic P.S.S. and 80% of extra-hepatic P.S.S. of dog, and in 83,3% of extra-hepatic P.S.S. of cats. Secondary ultrasonographic findings, such as reduced hepatic volume and liver vasculature, abnormal Doppler portal flow, renomegaly with hyperechoic medullary band, and uroliths and nephroliths, permitted to suspect a P.S.S. in the cases where the anomalous vessel was then visualized with angiography.

Ultrasonography could be considered a precise technique to diagnose directly and indirectly P.S.S. in dogs and cats.

INTRODUZIONE

Le comunicazioni porto-sistemiche (CPS) sono alterazioni dell'anatomia vascolare che mettono in comunicazione il sistema venoso portale con il circolo venoso sistemico¹⁻⁷. Solitamente sono considerate come congenite le anomalie singole¹⁻⁷, mentre le multiple sono più spesso la conseguenza ed il

risultato di una patologia primaria epatica con ipertensione portale⁸⁻¹⁰. Un'ulteriore classificazione le suddivide in base alla sede in intra ed extra-epatiche ed in base alle dimensioni ed al numero in macrovascolari, microvascolari, singole e multiple¹⁻⁷. Un tipo particolare di comunicazione microvascolare intra-epatica congenita è la displasia microvascolare epatica (DME) caratterizzata dalla presenza di residui intra-lobulari delle vene vitelline¹¹⁻¹². La diagnosi di queste lesioni è esclusivamente istologica, gli esami e la sintomatologia sono in tutto simili a quelli delle altre alterazioni vascolari¹². La DME può essere isolata o associata alle CPS¹³.

"Articolo ricevuto dal Comitato di Redazione il 12/9/2002 ed accettato per pubblicazione dopo revisione l'8/11/2002".

Le CPS congenite sono più facilmente riscontrabili nei cani di razza, quelle intra-epatiche nei soggetti di grossa taglia, quelle extra-epatiche nelle razze medio-piccole¹⁻⁷. In particolare i Levrieri irlandesi presentano solitamente CPS intra-epatiche sinistro-poste, i Golden e i Labrador Retriever e i cani da pastore australiani le intra-epatiche centro-poste^{1-7,14-16}. Le CPS extra-epatiche sono comuni negli Yorkshire Terrier, Schnauzer nani, Barboni nani, Shih Tzu, Lasha Apso, Maltese e Cairn Terrier^{1-7, 17}. Nei gatti si riscontrano solitamente CPS extra-epatiche e le razze più rappresentate sono i Persiani e gli Himalaiani⁶⁻⁷. I segni clinici delle CPS compaiono, sia nel cane che nel gatto, entro l'anno d'età, sebbene siano stati riportati esordi più tardivi in cani adulti^{1-2,6-7,18-20}.

EMBRIOGENESI E CLASSIFICAZIONE DEGLI SHUNT

Durante la vita fetale avviene lo sviluppo delle vene vitelline e delle vene ombelicali. Queste si anastomizzano nella regione epatica formando un labirinto di sinusoidi, e successivamente il sistema circolatorio epatico. La vena vitellina destra contribuisce a formare il primo segmento della vena cava inferiore e la vena porta, la porzione craniale della vena ombelicale di sinistra diventa il dotto venoso d'Aranzio. La vena ombelicale di destra scompare completamente. Dal sistema delle vene cardinali originano la vena azygos ed i tre segmenti più caudali che contribuiscono a formare la vena cava caudale. La chiusura del dotto venoso d'Aranzio avviene tra il secondo ed il sesto giorno di vita e, quindi, non coincide con i cambiamenti della circolazione che avvengono al momento della nascita, come la chiusura del forame ovale e del dotto arterioso di Botallo²¹.

L'origine embriologica delle comunicazioni intra-epatiche è differente da quelle extra-epatiche. Le prime rappresentano la persistenza di una comunicazione tra la parte craniale e la parte caudale della vena vitellina destra attraverso la vena ombelicale sinistra¹⁻³. Possono essere sinistro-poste, destro-poste e centro-poste secondo i lobi epatici interessati²². Tra le sinistro-poste riscontrate con maggiore frequenza c'è la persistenza del dotto venoso d'Aranzio, costituito dalla parte craniale della vena ombelicale sinistra. La morfologia delle comunicazioni sinistre è simile nel cane e nel gatto ed è costituita da un vaso di grosse dimensioni che si stacca da una diramazione portale sinistra, passa attraverso il lobo laterale sinistro, il processo papillare del lobo caudato e si congiunge alla vena epatica sinistra²²⁻²³. Le CPS centro-poste appaiono come una dilatazione del tratto intra-epatico della vena porta che drena direttamente nella vena cava, spesso attraverso un forame²². L'apparizione delle destro-poste è invece costituita da un vaso tortuoso che drena, attraversando i lobi epatici destri, nella cava²². Le comunicazioni intra-epatiche sinistro-poste solitamente entrano nella vena epatica di sinistra prima di sfociare nella vena cava, mentre le destro-poste entrano direttamente nella vena cava²²⁻²³.

Le comunicazioni extra-epatiche originano dalla presenza di un vaso che unisce la vena cardinale destra (vena cava caudale o vena azygos) e la porzione caudale della vena

vitellina destra (vena porta, vena splenica, vena gastrica sinistra, etc.)^{1-3,7}. Le comunicazioni extra-epatiche primarie sono costituite da vasi anomali, mentre le secondarie sono comunicazioni normali, ma non funzionali, che si aprono secondariamente ad ipertensione portale⁸⁻¹⁰.

Le comunicazioni extra-epatiche di più frequente riscontro sono quelle tra il tronco portale principale, un ramo della vena gastro-splenica (vena splenica, vena gastrica sinistra, vena gastro-epiploica sinistra), o un ramo della vena gastroduodenale e la vena cava caudale o la vena azygos, cranialmente all'insorgenza delle vene frenico-addominali^{1-3,7}. Più raramente la vena porta si connette direttamente alla vena toracica interna, alla vena renale e alla vena colica con, in alcuni casi, atresia completa della vena cava caudale o della vena porta²⁴.

Le comunicazioni porto-sistemiche extra-epatiche acquisite possono essere distinte in porto-pre-cavali ed in porto-post-cavali. Le prime sono rappresentate dalle anastomosi cardio-esofagee e sono tipiche dell'uomo, le seconde comprendono numerose possibilità di comunicazioni a livello gastro-frenico, duodenale, omentale, colico e rettale e sono più frequenti nel cane che nel gatto. Le CPS extra-epatiche acquisite sono la diretta conseguenza dell'ipertensione portale secondaria ad anomalie congenite quali l'atresia della porta, l'ipoplasia della porta, la fistola artero-venosa epatica o di patologie epatiche croniche come la cirrosi o la fibrosi epatica giovanile⁸⁻¹⁰.

DIAGNOSTICA PER IMMAGINI IN CORSO DI COMUNICAZIONI PORTO-SISTEMICHE MACROVASCOLARI

Le metodiche per immagini utilizzate nella diagnosi delle comunicazioni porto-cavali comprendono: l'ecografia addominale con l'ausilio del Doppler pulsato e a codice di colore^{18-20,25-27}, l'angiografia portale previa laparotomia²⁸⁻²⁹, la spleno-portografia transaddominale²⁸, la scintigrafia epatica transrettile³⁰⁻³⁴ o con iniezione di ^{99m}Tc-macroaggregato attraverso una vena splenica³⁵ e la risonanza magnetica³⁶.

L'ecografia addominale è considerata un metodo accurato di diagnosi delle CPS nel cane^{18,20,25-27} e nel gatto¹⁹ con una sensibilità pari al 95%, una specificità del 98% ed un'accuratezza diagnostica del 94% nel cane²⁰ e del 100% nel gatto¹⁹. L'esame ecografico permette di scoprire nel 100% dei casi le CPS macrovascolari intra-epatiche¹⁸, per quelle extra-epatiche, negli ultimi studi, la sensibilità è salita dal 80,5%¹⁸ al 92%²⁰ grazie all'ausilio del Doppler a codice di colore che permette di visualizzare i flussi anomali nella vena cava caudale²⁰. Nella maggior parte dei casi le CPS extra-epatiche sono visibili dalla proiezione obliqua intercostale destra dorsale²⁰. Altri segni ecografici indiretti che possono aiutare nella diagnosi delle CPS macrovascolari sono una riduzione soggettiva del volume epatico nel 97% dei cani²⁰ (Fig. 1) e nel 50% dei gatti¹⁹, una riduzione della trama portale nel 68% dei cani²⁰ (Fig. 1) e nel 21% dei gatti¹⁹ ed un aumento della velocità massima del flusso portale (> 15 cm/sec) con aspetto pulsatile e variabile con le fasi del respiro in modo simile al flusso della vena cava caudale, nel 70% dei

cani²⁰ e nel 80% dei gatti (Fig. 2)¹⁹. Le CPS macrovascolari intra-epatiche sono visibili attraverso le proiezioni standard sotto-xifoidea, l'intercostale sinistra ventrale ed obliqua intercostale destra dorsale^{18,22-26}. Le CPS sinistro-poste vengono evidenziate dalla proiezione intercostale sinistra ventrale. La loro classica apparizione è di una struttura tubulare ripiegata verso sinistra, che drena in posizione retro-diaframmatica nella vena epatica sinistra, solitamente dilatata, prima di sfociare nella vena cava caudale (Fig. 3)^{18,22-26}. Le CPS centro-poste risultano evidenti a destra della linea mediana e sono situate nella parte dorsale del lobo destro mediale. La finestra acustica per evidenziarle è l'obliqua intercostale destra dorsale, dove è possibile vedere la dilatazione aneurismatica della vena porta ed, in alcuni casi, una sottile membrana, con forame centrale, che la separa dalla vena cava caudale (Fig. 4)^{18,22-26}. Le CPS destro-poste solitamente appaiono come un vaso tortuoso d'ampio calibro, a destra della linea mediana, meglio evidenziabile dalla proiezione obliqua intercostale destra dorsale (Fig. 5)^{18,22-26}. Le CPS macrovascolari extra-epatiche vengono sempre ricercate dalla proiezione obliqua intercostale destra dorsale, dove è possibile evidenziare la presenza dei vasi anomali che mettono in comunicazione i rami portali con la vena cava caudale o la vena azygos (Figg. 6-7)²⁶. Nel gatto la CPS più comune è quella a partenza dalla vena gastrica sinistra. Essa si presenta come una struttura tubulare che decorre caudalmente al fegato, lungo la piccola curvatura gastrica (Fig. 8)²⁶. L'uso del Doppler a codice di colore permette di localizzare l'area di flusso turbolento nel punto in cui sfocia il vaso anomalo, da questa posizione è più facile ricostruire l'anatomia vascolare (Fig. 6)^{20,26}.

L'angiografia portale operativa è effettuata, previa laparotomia ed incannulazione di una vena digiunale o attraverso l'iniezione di mezzo di contrasto per via transaddominale nel parenchima splenico seguite da 4 - 6 radiogrammi 2 - 4 secondi dopo l'iniezione, permette di studiare l'anatomia portale e l'eventuale presenza di vasi anomali intra- od extra-epatici^{22,28}. L'anatomia vascolare, con la relativa apparizione angiografica, è stata descritta per le CPS intra- ed extra-epatiche congenite (Figg. 9-10-11), per le extra-epatiche acquisite e per la displasia microvascolare epatica^{22-23,28-29}.

Il portogramma nucleare con iniezione transrettale di tecnezio ^{99m} pertechnetato, viene attualmente impiegato in molti centri come metodo d'elezione nella diagnosi delle CPS congenite nel cane e nel gatto. Questo esame non è invasivo, è di facile esecuzione, i rischi sono limitati sia per il paziente e sia per l'operatore e non necessita anestesia³⁰⁻³⁴. Il 14% della dose iniettata viene assorbito dalla mucosa del colon senza essere estratto o legato e fluisce al fegato con un tempo d'assorbimento pari a $1,41 \pm 0,57$ minuti³². In condizioni normali nel cane l'area epatica risulta visibile, dopo l'iniezione endorettale, in 8 - 10 secondi, mentre quella cardiaca dopo ulteriori 8 - 12 secondi³⁰. Nel gatto la radioattività è presente nel cuore circa 8 - 14 secondi dopo l'apparizione epatica³⁰. Dall'analisi delle immagini scintigrafiche seriali è possibile calcolare la frazione di shunt che rappresenta la quota di sangue che arriva direttamente al cuore saltando il circolo portale epatico^{30-33,35}. I valori normali per la frazione di shunt sono pari al 5 - 15% nel cane^{30-33,35} e

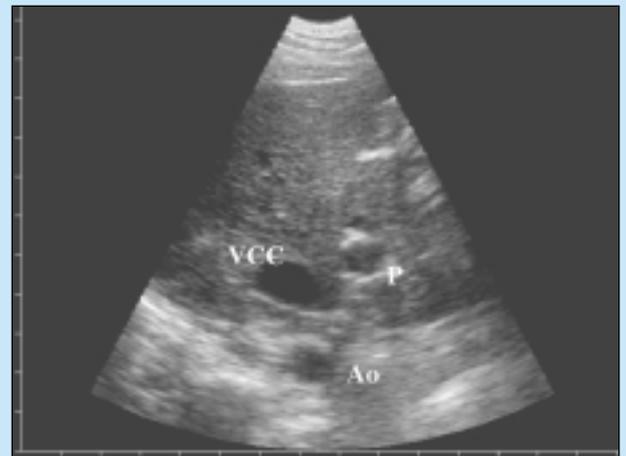


FIGURA 1 - Scansione intercostale destra obliqua dorsale in un cane, Yorkshire Terrier, maschio di 1 anno con comunicazione porto-sistemica. Notare la microepatia con riduzione della trama portale e la dilatazione della vena cava caudale in rapporto all'aorta. P = vena porta, VCC = vena cava caudale, Ao = aorta.

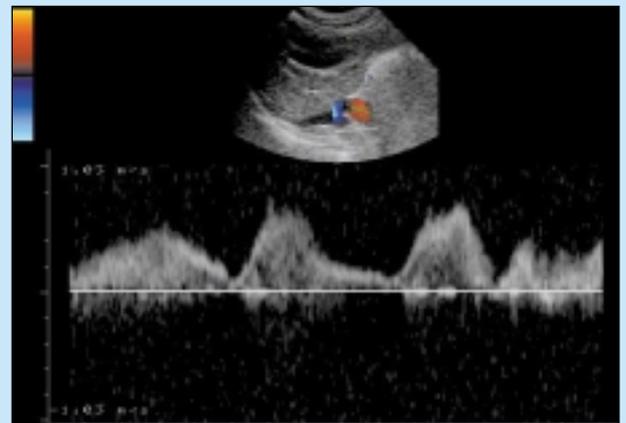


FIGURA 2 - Tracciato Doppler del flusso portale in un cane con comunicazione porto-sistemica attraverso la vena gastrica sinistra. Notare la pulsilità del flusso e l'aumento della velocità media che supera i 15 cm/sec.

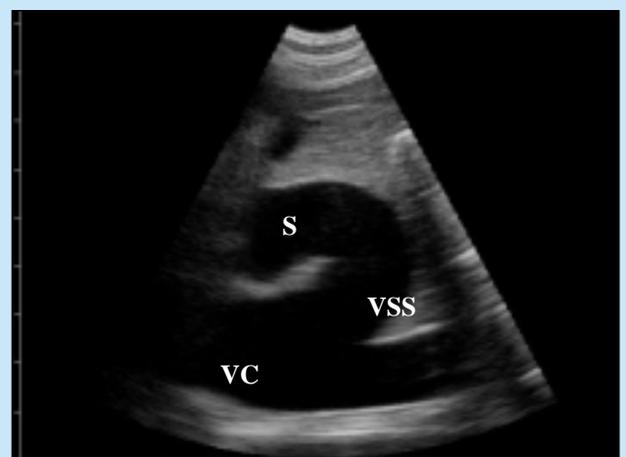


FIGURA 3 - Scansione intercostale sinistra dorsale in un cane con comunicazione porto-sistemica sinistro-posta (S). È evidente la classica forma tubulare ripiegata verso sinistra che sfocia nella vena sovraepatica sinistra (VSS) dilatata prima di entrare nella vena cava caudale (VCC).

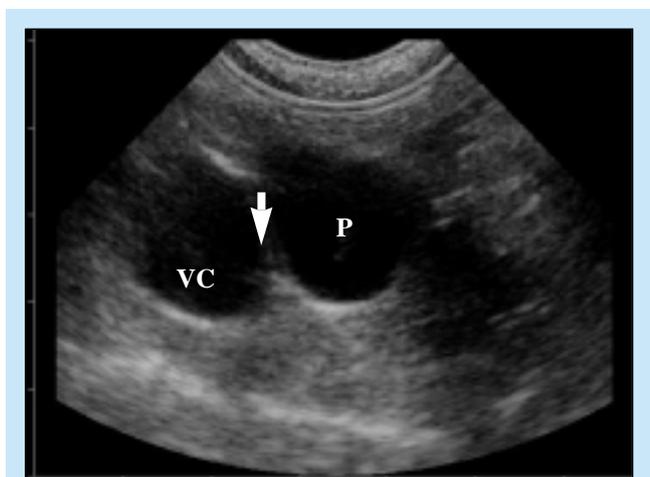


FIGURA 4 - Scansione intercostale destra obliqua dorsale in un cane con comunicazione porto-sistemica centro-posta. Il ramo intra-epatico della vena porta (P) risulta direttamente collegato alla vena cava caudale (VCC) attraverso un forame (freccia).

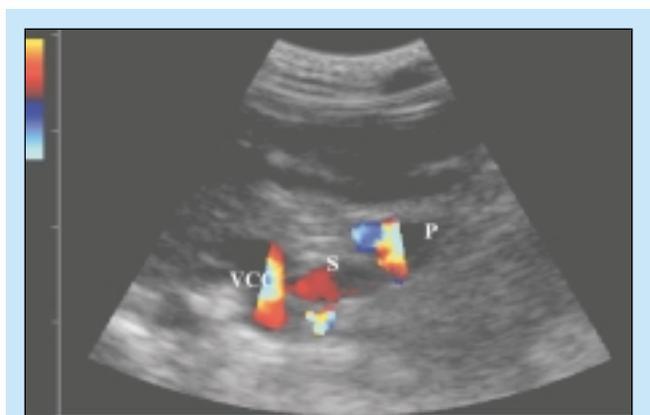


FIGURA 6 - Scansione intercostale destra obliqua dorsale in un cane con comunicazione porto-sistemica attraverso la vena gastrica sinistra (S). VCC = vena cava caudale, P = vena porta.

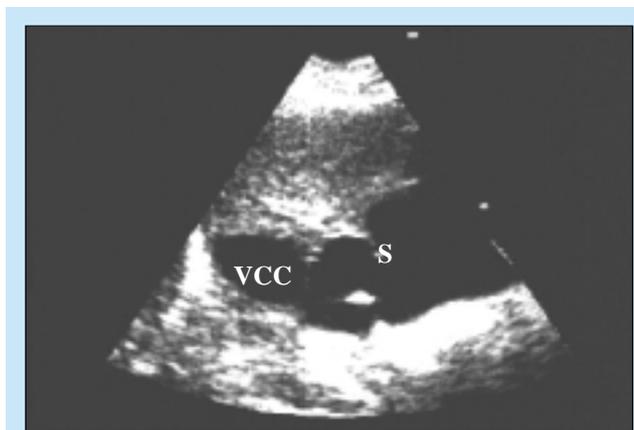


FIGURA 5 - Scansione intercostale destra obliqua dorsale in un cane con comunicazione porto-sistemica destro-posta. Notare il vaso con decorso tortuoso (S) posto a livello lobare destro. VCC = vena cava caudale.

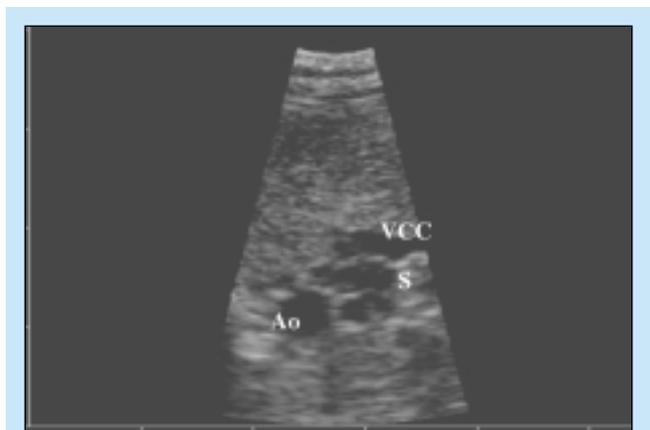


FIGURA 7 - Scansione intercostale destra obliqua dorsale in un cane con comunicazione porto-azygos (S). VCC = vena cava caudale, Ao = aorta.

5,9 ± 3,9% nel gatto³¹. La sensibilità e la specificità della scintigrafia nella diagnosi delle CPS congenite nel cane e nel gatto è stata valutata rispettivamente pari a 88% e 68%, considerando positivi per CPS tutti gli angiogrammi nucleari con differenze d'arrivo di radioattività al fegato ed al cuore minori a 2 secondi (Figg. 12-13)³⁰. I valori medi delle frazioni di shunt in corso di CPS congenite sono risultati pari a 78 ± 5,95% nel cane³⁴ e 52% nel gatto³¹. La frazione di shunt può essere usata secondo alcuni autori per valutare i risultati dopo chiusura chirurgica del vaso anomalo³⁴, per altri invece la variabilità nel calcolo è troppo ampia (0,4 - 59,6%) e perciò tale uso risulta opinabile³³.

La risonanza magnetica è un'altra metodica per immagini che consente di studiare l'anatomia vascolare epatica e di svelare la sede delle CPS congenite³⁶. La sensibilità di questa metodica nella diagnosi delle CPS congenite singole è risultata pari a 79% con una specificità del 100%³⁶. La maggiore limitazione di questa tecnica è legata al costo, alla disponibilità dell'impianto ed alla necessità di eseguire un'anestesia.

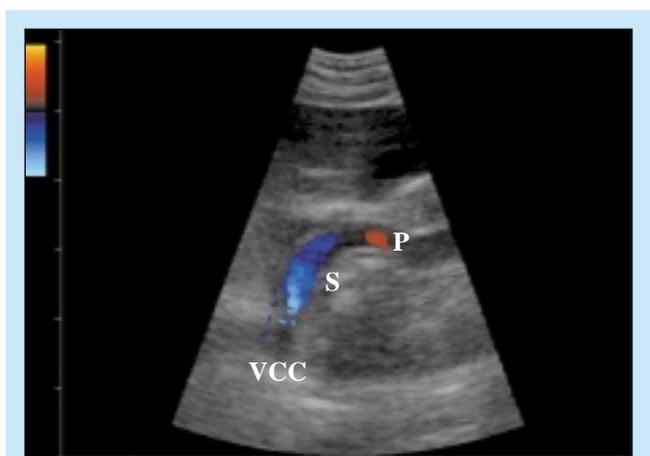


FIGURA 8 - Scansione retro-xifoidea in un gatto con comunicazione porto-sistemica attraverso la vena gastrica sinistra. È evidente la struttura tubolare che decorre caudalmente al fegato lungo la piccola curvatura gastrica (S). P = vena porta, VCC = vena cava caudale.

MATERIALI E METODI

Nel periodo compreso tra giugno 1996 e dicembre 2001, 45 cani e 6 gatti con segni clinici riferibili a comunicazioni porto-sistemiche sono stati sottoposti a consulto presso la clinica veterinaria Malpensa. Le cartelle cliniche dei casi in cui la diagnosi di CPS congenita è stata confermata con portografia mesenterica operativa previa laparotomia e, dove possibile, con angiografia nucleare transretale, sono state analizzate retrospettivamente, con particolare riguardo all'esame ecografico addominale. Tutti i soggetti sottoposti a portografia mesenterica operativa sono stati anestetizzati attraverso il solo uso di isofluorano, è stata effettuata una celiotomia lungo la linea alba e, dopo esposizione ed incannulazione di un ramo venoso digiunale, è stato iniettato 1 ml/kg p.v. di mezzo di contrasto iodato (iopamidolo 300 mg/ml). L'iniezione è stata seguita da un radiogramma addominale nei 6 - 10 secondi successivi. In caso di passaggio diretto di contrasto iodato da un ramo portale alla vena cava caudale (Figg. 9-10) o alla vena azygos (Fig. 11) attraverso uno o più vasi anomali, l'esame è stato considerato positivo per CPS congenite. Sono stati esclusi i casi in cui esistevano comunicazioni multiple di tipo porto-precavale e porto-postcavale riferibili a CPS acquisite. Le angiografie in cui il margine caudale dello shunt a fine inspirazione è risultato posto caudalmente al dodicesimo spazio intercostale sono state considerate CPS intra-epatiche (Fig. 9), mentre nel caso in cui a fine espirazione una porzione del vaso anomalo è risultata a livello o caudalmente alla tredicesima costa l'angiogramma è stato classificato come CPS extra-epatica (Fig. 10)²⁸⁻²⁹. Al termine dell'esecuzione della portografia mesenterica operativa, sono stati prelevati tre campioni biotipici ottenuti da diversi lobi epatici, al fine di escludere la concomitante presenza della displasia microvascolare epatica.

Le scintigrafie epatiche quantitative sono state eseguite presso il centro Imago di Castelletto Ticino. A tutti gli animali è stato effettuato un enteroclistma e successivamente è stato somministrato un normale pasto. Al momento dell'esecuzione dell'angiogramma nucleare i pazienti sono stati posti in decubito laterale destro senza sedazione o anestesia, 1 - 5 mCi di tecnezio ^{99m} pertecnato è stato iniettato nel colon discendente attraverso una sonda da nutrizione naso-gastrica da 5 F per il cane e 3 F per il gatto. Il mezzo radioattivo è stato successivamente spinto nel lume intestinale con l'ausilio di 10 - 20 ml d'aria nel cane e 2,5 ml d'aria nel gatto. L'acquisizione dei dati è partita contemporaneamente all'iniezione, con archiviazioni d'immagini seriali ogni 2 secondi per 3 minuti, utilizzando una matrice da 128 x 128. Successivamente all'iniezione è stato stabilito l'arrivo del radiofarmaco al fegato o al cuore e, quando la radioattività dell'organo era due volte quella delle zone confinanti, è stato definito il tempo zero. Passati i tre minuti, utilizzando la somma di tutte le immagini seriali, sono state disegnate manualmente le regioni d'interesse (ROI) del fegato e del cuore (Fig. 12) per il calcolo della frazione di shunt e per l'esecuzione del grafico con le curve di radioattività dei due organi in rapporto al tempo dall'iniezione (Fig. 13). Sono stati considerati positivi per CPS tutti i casi in cui la differenza d'arrivo del mezzo radioattivo al fegato e al cuore è risultata meno di 2 secondi.

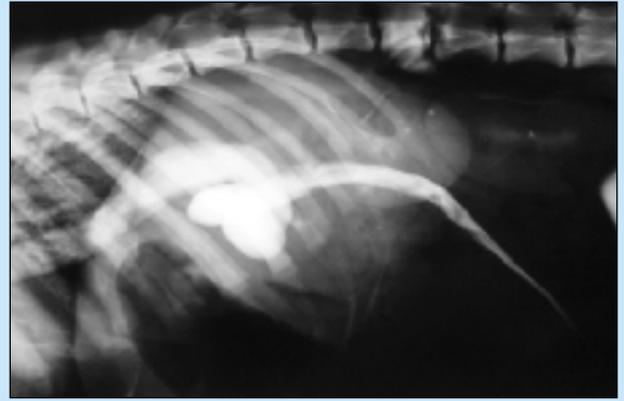


FIGURA 9 - Portografia mesenterica operativa in un cane con comunicazione porto-sistemica intra-epatica destro-posta. Il margine caudale del vaso anomalo a fine inspirazione è spostato caudalmente al XII spazio intercostale. L'immagine ecografica è riportata in figura 5.



FIGURA 10 - Portografia mesenterica operativa in un cane con comunicazione porto-sistemica extra-epatica attraverso la vena gastrica sinistra. Una porzione del vaso anomalo a fine espirazione risulta a livello della XIII costa. L'immagine ecografica è riportata nella figura 6.



FIGURA 11 - Portografia mesenterica operativa in un cane con comunicazione porta-azygos. L'immagine ecografica è riportata nella figura 7.

L'esame ecografico addominale è stato effettuato da un unico operatore (RAS) in decubito dorsale, previo digiuno di 12 ore e tricotomia dell'intera area addominale. Il fegato è stato esaminato dalla posizione retro-xifoidea, sottocostale ed intercostale destra e sinistra. Sono state valutate il volume, la riduzione della trama portale e l'ecogenicità dell'or-

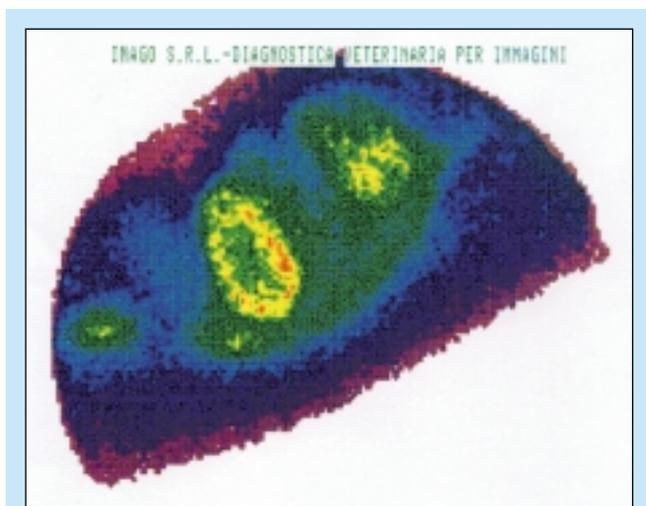


FIGURA 12 - Angiogramma nucleare dopo iniezione transretinale di 3 mCi di ^{99m}Tc -pertechnetato in un cane con comunicazione porto-sistemica attraverso la vena gastrica sinistra. Appaiono evidenti le aree d'interesse di fegato e cuore.

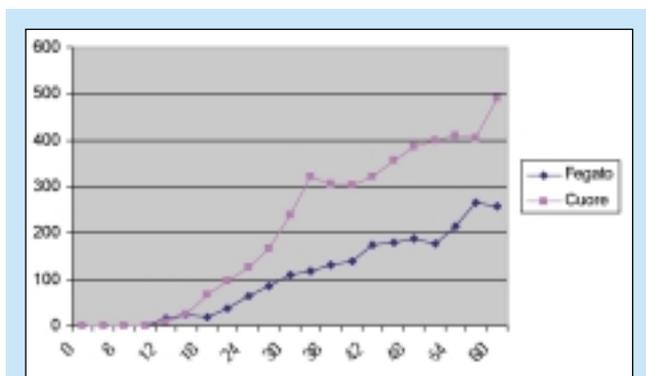


FIGURA 13 - Angiogramma nucleare dopo iniezione transretinale di 4 mCi di ^{99m}Tc -pertechnetato in un cane con comunicazione porto-sistemica attraverso la vena gastro-epiploica sinistra. Il tempo d'arrivo al cuore è stato di 12 secondi, al fegato 15 secondi. La frazione di shunt calcolata è risultata pari a 69,27%.

gano, confrontando quest'ultima con la corticale del rene destro e la milza. Dalla posizione intercostale obliqua dorsale destra sono state misurate l'area della vena cava caudale e dell'aorta, effettuando in seguito il rispettivo rapporto, che in condizioni normali, non supera 1,2 (dati non pubblicati dell'autore). È stato effettuato lo studio del flusso portale attraverso l'analisi della velocità media e dell'uniformità del tracciato ottenuto con il Doppler pulsato con il metodo dell'insonazione³⁷. La velocità media è stata considerata aumentata se maggiore di 15 cm/sec.³⁷. In ogni soggetto è stata valutata la presenza e l'esatta anatomia delle CPS. Tra i rilievi indiretti sono state segnalate la presenza di nefromegalia, la presenza della banda iperecogena midollare e/o di nefroliti e di uroliti o sabbia urolitica vescicale.

RISULTATI

I 45 cani esaminati sono stati suddivisi in due gruppi secondo la posizione della CPS diagnosticata attraverso la

portografia mesenterica operativa: gruppo I CPS intra-epatiche; gruppo II CPS extra-epatiche.

Dieci cani (22,22%) sono stati inclusi nel gruppo I con un'eterogenea distribuzione di razza (2 meticci, 1 Bernese, 1 Pastore Tedesco, 1 Dogue de Bordeaux, 1 Terranova, 1 Rottweiler, 1 Boxer, 1 cane Corso ed 1 Dobermann), un rapporto maschi/femmine di 1,5, un'età media al momento della diagnosi di $2,27 \pm 2,72$ anni, con una mediana di 1,2 anni ed un range tra 4 mesi e 9 anni. Il peso medio dei soggetti di questo gruppo è risultato pari a $25,75 \pm 8,91$ kg, con una mediana di 24 kg ed un range tra i 14 ed i 45 kg. Trentacinque cani (77,78%) sono stati invece inclusi nel gruppo II con una diversa distribuzione di razza (18 Yorkshire, 5 meticci, 2 Shih Tzu, 2 Barboni Toy, 2 Pastore Scozzese, 2 Bassotto Tedesco, 1 Maltese, 1 Beagle, 1 Bracco Tedesco, 1 Terrier Russo), un rapporto maschi/femmine di 0,84, un'età media al momento della diagnosi di $2,6 \pm 2,14$ anni, con una mediana di 2 anni ed un range tra 1 mese e 7 anni. Il peso medio dei soggetti di questo gruppo è risultato pari a $7 \pm 9,25$ kg, con una mediana di 4,65 kg ed un range tra i 1,2 ed i 50 kg.

Tutti i gatti dello studio hanno presentato CPS extra-epatiche. La distribuzione delle razze è risultata eterogenea (3 comuni europei, 1 Persiano, 1 Norvegese, 1 Devon Rex) con un rapporto maschi/femmine di 2, un'età media di $1,33 \pm 0,96$ anni, con una mediana di 0,9 anni e un range compreso tra i 6 mesi ed i 3 anni. Il peso medio dei gatti colpiti è risultato pari a $2,36 \pm 1,14$ kg, con una mediana di 2,05 kg ed un range tra 1 e 4,4 kg.

Il 100% dei cani ($n = 45$) e dei gatti ($n = 6$) è stato sottoposto ad esame ecografico. Il 100% dei cani del gruppo I ha presentato un fegato ridotto di dimensioni con riduzione della visualizzazione della trama portale, un flusso portale pulsatile con velocità aumentata ed un rapporto area vena cava caudale/area aorta maggiore di 1,2 (Figg. 1-2). È stato possibile visualizzare e definire la posizione del vaso anomalo nel 100% dei casi con la seguente distribuzione: 60% sinistro-poste (Fig. 3), 30% destro-poste (Fig. 5) e 10% centro-poste (Fig. 4). Il 90% dei cani di questo gruppo ha presentato renomegalia con banda iperecogena midollare ed il 50% litiasi renale e/o vescicale (Tab. 1).

Il 100% dei cani del gruppo II ha presentato il fegato ridotto di dimensioni, con riduzione della visualizzazione della trama portale nel 94,28% dei casi, aumento velocità flusso portale con aspetto pulsatile nel 94,28% dei casi e rapporto area vena cava caudale/area aortica maggiore di 1,2 nel 88,57% dei casi. Il vaso anomalo è stato isolato e n'è stata identificata l'esatta anatomia nel 80% dei cani di questo gruppo con la seguente distribuzione: 82,15% gastrici sinistri-cavali (Fig. 6), 3,57% gastro-epiploici sinistri-cavali, 3,57% gastro-splenico-cavale e 14,28% porta-azygos (Fig. 7). Il 65,71% dei cani del gruppo II ha mostrato renomegalia con banda midollare iperecogena ed il 45,71% nefroliti e/o uroliti (Tab. 1). In un caso è stato possibile ipotizzare la presenza di concomitanti CPS acquisite velari omentali.

Il gruppo di gatti con CPS extra-epatiche ha presentato nel 50% dei casi il fegato ridotto di dimensioni con riduzione della visualizzazione della trama portale, nel 100% dei casi il rapporto area vena cava caudale area aortica maggiore di 1,2 e nel 83,3% un flusso portale con velocità

Tabella 1
Rilievi ecografici in 45 cani ed in 6 gatti con comunicazioni porto-sistemiche (CPS)

Rilievo ecografico	CPS – Intra-epatiche cane (n = 10)	CPS – Extra – epatiche cane (n = 35)	CPS – Extra-epatiche gatto (n = 6)
Microepatia	100%	100%	50%
Riduzione trama portale	100%	94,28%	50%
Alterazione flusso portale	100%	94,28%	83,3%
Area V.C.C./AO. > 1,2	100%	88,57%	100%
Presenza vaso anomalo	100%	80%	83,3%
Tipo	Sinistro-posta 60% Destro-posta 30% Centro-posta 10%	Gastrico Sin. 78,58% Gastro-epiploico sin 3,57% Gastro-splenico 3,57% Porta-azygos 14,28%	Gastrico Sin. 80% Pancreatico-Duod. 20%
Renomegalia con banda midollare iperecogena	90%	65,71%	50%
Nefroliti/uroliti	50%	45,71%	0%

umentata ed aspetto pulsatile. Nel 83,3% dei gatti di questo gruppo è stato possibile stabilire la presenza e la posizione del vaso anomalo, di questi soggetti 80% ha presentato CPS attraverso la vena gastrica sinistra (Fig. 8) e il 20% attraverso la vena pancreatico-duodenale craniale. Il 50% dei gatti ha presentato renomegalia con banda midollare iperecogena, in nessun soggetto sono stati evidenziati invece nefroliti e/o uroliti (Tab. 1).

Tutti i soggetti dello studio sono stati sottoposti a portografia mesenterica operativa al fine di confermare la presenza e l'esatta anatomia del vaso anomalo. La diagnosi è stata confermata nel 100% dei cani del gruppo I (Fig. 9) e nella rimanente parte dei cani del gruppo II e dei gatti (Fig. 10), compresi i casi dove non era stato possibile evidenziare la CPS con il solo esame ecografico. Il 57,14% dei cani del gruppo II ha presentato angiogrammi compatibili con comunicazioni dirette tra il tronco principale portale e la vena cava caudale, il restante 42,86% comunicazioni porta-azygos (Fig. 11). In un cane con CPS attraverso la vena gastro-splenica sono state evidenziate concomitanti CPS acquisite velari omentali. Nel gatto in cui l'ecografia non aveva permesso la diagnosi di sede, la portografia ha dimostrato la presenza di una CPS attraverso la vena pancreatico-duodenale.

In dieci cani con CPS extra-epatiche è stato effettuato un angiogramma nucleare transrettale al fine di valutare la frazione di shunt pre-chiusura chirurgica. I tempi medi di arrivo del radiofarmaco a livello epatico sono stati pari a $13,09 \pm 4,09$ secondi, a livello cardiaco $13,64 \pm 3,38$ secondi con una frazione di shunt media di $62,42 \pm 16,37\%$.

DISCUSSIONE

Nei cani e nei gatti del nostro studio la distribuzione di razza, l'età al momento della diagnosi ed il peso rispecchiano quanto riportato in letteratura, in particolar modo l'incidenza

delle CPS extra-epatiche nei cani di piccola taglia e nei gatti e delle CPS intra-epatiche nei cani di grossa taglia¹⁻⁷. Nel nostro gruppo di cani con CPS intra-epatiche e di gatti è stato evidenziato un maggior numero di soggetti di sesso maschile, dato non riportato nei precedenti lavori.

Anche nel nostro studio l'ecografia addominale ha rivestito un ruolo determinante nella diagnosi delle CPS sia nel cane sia nel gatto. Tramite l'ausilio di questa metodica è stato possibile stabilire la presenza e l'esatta anatomia nel 100% delle CPS intra-epatiche nel cane e nel 80% e 83,3% delle CPS extra-epatiche rispettivamente nel cane e nel gatto. Tale sensibilità nella diagnosi è risultata simile a quella riportata in letteratura per le CPS intra-epatiche nel cane (100%)¹⁸, ma leggermente inferiore per le extra-epatiche sia nel cane (80,5 - 92%)^{18,20} sia nel gatto (100%)¹⁹. Il contemporaneo uso del Doppler a codice di colore ha aiutato in molti casi a visualizzare aree di turbolenza nella vena cava caudale, ritrovamento importante nella successiva guida allo studio dell'anatomia del vaso anomalo. La distribuzione dei diversi tipi di CPS intra- ed extra-epatiche riscontrate nel nostro studio è rappresentativa di quella riportata in letteratura^{1-7,18-20,26}. La proiezione obliqua intercostale dorsale destra ha permesso di svelare la maggior parte delle CPS intra-epatiche centro- e destro-poste del cane, le extra-epatiche attraverso la vena azygos e la vena pancreatico duodenale nel cane e nel gatto e attraverso la vena gastrica sinistra nel cane. La proiezione intercostale sinistra ventrale è stata utilizzata per lo studio delle CPS intra-epatiche sinistro-poste e le extra-epatiche attraverso la vena gastro-epiploica sinistra nel cane. Nel gatto la proiezione retro-xifoidea è stata utilizzata per le CPS attraverso la vena gastrica sinistra.

Nella nostra esperienza, prima di evidenziare il vaso anomalo, sono stati i diversi segni ecografici indiretti ad enfatizzare il sospetto della presenza di una CPS. Il rilievo di microepatia con aumento diffuso dell'ecogenicità è risultato presente nel 100% dei cani con CPS intra-epatiche

ed extra-epatiche e nel 50% dei gatti con CPS extra-epatiche. In molti casi l'esame del fegato è stato possibile solo dalla proiezione intercostale destra o sinistra e non dal classico approccio sotto-xifoideo. Il riscontro della microepatia è stato del tutto simile a quello riportato in letteratura: 97% dei cani con CPS senza distinzione di sede²⁰ e 50% dei gatti¹⁹, ma la sua validità nella diagnosi delle CPS appare ridotta data la bassa accuratezza diagnostica riportata (74%)²⁰. La riduzione della visualizzazione della trama portale è un altro indice indiretto di riduzione della perfusione epatica attraverso il circolo portale a testimonianza di una comunicazione porto-sistemica. Questo rilievo è molto specifico della presenza di una CPS vista l'accuratezza diagnostica pari al 80%²⁰. Nel nostro studio questo segno è stato ritrovato in percentuale pari al 100% nei cani con CPS intra-epatiche, al 94,28% nei cani con CPS extra-epatiche e al 50% nei gatti, percentuale maggiore a quella riportata¹⁹⁻²⁰.

Le alterazioni del flusso portale in corso di CPS sono caratterizzate da un aumento della velocità media, ottenuta con il Doppler pulsato, che solitamente a digiuno supera i 15 cm/sec. e da un aspetto pulsatile del flusso. La pulsatilità è data dalla comunicazione del sistema portale con quello sistemico, risultando il primo influenzato dai cambiamenti della pressione atriale destra e pleurica con le fasi del respiro^{19-20,26,37}. Altre condizioni che rendono variabile il flusso portale sono la fistola artero-venosa epatica, l'insufficienza tricuspide ed alcuni artefatti quali i movimenti respiratori e un posizionamento del volume campione non corretto²⁶. Questi artefatti e la difficoltà nell'ottenere in tutti i soggetti un tracciato Doppler del flusso portale ottimale, ha ridotto la sensibilità, specificità ed accuratezza diagnostica di questo parametro nella diagnosi delle CPS nel cane (70%, 71%, 61%)²⁰ e nel gatto (80%)¹⁹. Nel nostro studio le caratteristiche alterazioni del flusso portale sono state dimostrate in un più alto numero nei cani (100% dei cani con CPS intra-epatiche, 94,28% dei cani con CPS extra-epatiche) ed in un numero simile nei gatti (83,3%).

Dal nostro lavoro è emerso un dato importante segnalato in letteratura in corso di displasia microvascolare³⁸: un aumento del calibro della vena cava caudale nella proiezione intercostale destra obliqua dorsale. Rapportando l'area in sezione trasversale della vena cava a livello di iato diaframmatico con l'area aortica nella stessa scansione, abbiamo ottenuto nel 100% dei cani con CPS intra-epatiche, nel 88,57% dei cani con CPS extra-epatiche e nel 100% dei gatti un rapporto maggiore a 1,2. La dilatazione del calibro della vena cava presente in tutte le CPS intra- ed extra-epatiche, con l'unica eccezione delle comunicazioni porta-azygos, testimonia il passaggio diretto del flusso portale alla vena cava, con un aumento del volume ematico in questa sede.

Ulteriori segni ecografici secondari alla presenza di CPS sono rappresentati da diversi gradi di renomegalia con banda midollare iperecogena, nefroliti e/o uroliti. In letteratura è stato riportato il segno midollare nel 21,42% dei gatti con CPS¹⁹. Nella nostra casistica il 90% dei cani con CPS intra-epatiche, il 65,71% dei cani con CPS extra-epatiche ed il 50% dei gatti hanno presentato la banda iperecogena midollare, mentre il 50% dei cani con CPS intra-epatiche, il 45,71% dei cani con CPS extra-epatiche e nessun gatto ha presentato nefroliti e/o uroliti. Il segno midollare si presuppone

sia causato dalla presenza di cristalli di biurato di ammonio a livello di tubuli distali e dotti collettori.

La portografia mesenterica operativa è stata effettuata in tutti i soggetti dello studio al fine di confermare la presenza della CPS, studiare l'esatta anatomia del vaso anomalo. L'angiografia portale è stata in alcuni casi solo diagnostica, in altri preventiva alla chiusura del vaso anomalo. Nelle cinquantuno portografie eseguite non si sono verificati incidenti anestesiológicos od operatori fatta eccezione di un caso di coma epatico irreversibile verificatosi 24 dopo l'esame. Nel 100% dei casi lo studio angiografico ha permesso di analizzare l'esatta anatomia vascolare, permettendo inoltre di verificare indirettamente la parziale perfusione epatica, attraverso lo studio della radiopacità lobare. L'anatomia di tutte le CPS ottenuta con l'esame ecografico è stata successivamente confermata dalla portografia mesenterica operativa, che ha permesso inoltre di studiare il 20% di vasi anomali extra-epatici sospettati ma non evidenziati con gli ultrasuoni.

L'avvento della scintigrafia epatica quantitativa negli ultimi anni ha permesso di studiare oltre la presenza del vaso anomalo anche la frazione di shunt, un indice di vitale importanza al fine della valutazione indiretta della perfusione epatica presente. Nel nostro studio soltanto dieci cani sono stati sottoposti a questa metodica con conferma della presenza del vaso anomalo nel 100% dei casi e con frazioni di shunt del $62,42 \pm 16,37\%$, medie leggermente inferiori a quelle riportate ($78 \pm 5,95\%$)³⁴. Questa tecnica anche se raramente permette di studiare la sede e l'esatta anatomia del vaso anomalo, consente di valutare indirettamente la presenza delle CPS attraverso i tempi di arrivo del radiofarmaco al fegato ed al cuore³⁰⁻³⁵.

Dal presente studio sono emersi dati che confermano il valido supporto diagnostico offerto dall'esame ecografico addominale in corso di CPS nel cane e nel gatto. In caso di sintomatologia ed esami di laboratorio compatibili con una CPS l'esame ecografico è sicuramente il primo passo nella conferma della presenza del vaso anomalo, nello studio dell'anatomia e delle eventuali possibilità di correzione chirurgica del vaso anomalo. In corso di CPS l'esperienza dell'operatore è determinante nel valutare la presenza e l'esatta posizione del vaso, anche se, nella nostra esperienza, alcuni segni ecografici indiretti sono spesso sufficienti a sospettare la presenza della comunicazione porto-sistemica. La mancata visualizzazione del vaso anomalo potrebbe confondere una CPS macrovascolare con un quadro di DME, che presenta spesso sintomatologia e rilievi ecografici simili. Nel nostro centro il ritrovamento di microepatia con aumento dell'ecogenicità del parenchima, associato a rapporto area vena cava caudale/area aortica > di 1,2, flusso portale pulsatile con velocità > di 15 cm/sec. e renomegalia con banda iperecogena midollare, sono spesso già diagnostici di CPS macrovascolare ed un attento esame permette spesso di evidenziare il vaso anomalo in posizione intra- od extra-epatica. Un fegato normale o solo moderatamente ridotto, con riduzione della visualizzazione della trama portale, flusso portale uniforme e a bassa velocità, con un rapporto area vena cava caudale/area aortica > di 1,2, senza evidenza di un vaso anomalo nelle classiche sedi, spostano invece il nostro sospetto diagnostico verso displasia microvascolare epatica. Il passaggio successivo è la scintigrafia epatica quantitativa che in caso di CPS presenta

frazioni di shunt superiori al 50% mentre in corso di DME risulta del tutto normale³⁸. In caso di scintigrafia normale si consiglia la triplice biopsia epatica che conferma la presenza della displasia microvascolare epatica, in caso di angiogramma nucleare compatibile invece con CPS macrovascolare si esegue direttamente la legatura chirurgica.

Nell'ultimo anno nel nostro centro abbiamo limitato il numero delle portografie mesenteriche operative perché, una volta stabilita la presenza di una CPS macrovascolare con l'ecografia e confermata dalla scintigrafia epatica quantitativa, questo esame risulta superfluo, richiede anestesia e prolunga i tempi in caso venga eseguito prima della chiusura del vaso anomalo. La portografia mesenterica operativa non offre inoltre nessun vantaggio nella diagnosi della DME perché non permette di differenziare cani normali da cani con displasia microvascolare epatica a meno che si usino esposizioni multiple (3 al secondo per 6 secondi) con visualizzazione della diversa perfusione epatica nei lobi colpiti³⁸.

In conclusione restiamo dell'avviso che un ecografista esperto riesca nella maggior parte dei casi, tramite una corretta descrizione anatomica, a guidare il chirurgo nella ricerca del vaso anomalo riducendo la necessità di esami invasivi. L'esame scintigrafico viene effettuato solo in un secondo momento servendo, oltre che a confermare la presenza della CPS, a valutare il risultato chirurgico ottenuto, attraverso il calcolo della frazione di shunt prima e dopo legatura. Nell'ultimo anno seguendo lo schema su descritto abbiamo limitato il numero e la durata delle anestesie, riducendo i rischi e migliorando il risultato degli interventi chirurgici di chiusura delle CPS congenite del cane e del gatto.

Parole chiave

Cane, gatto, comunicazioni porto-sistemiche, ecografia.

Key words

Dog, cat, porto-systemic shunts, ultrasound.

Bibliografia

- Vulgamott JC. Portosystemic shunts. *Vet Clin North Am: Small Animal Practice* 1985;15:229-241.
- Van den Ingh T S G A M, Rothuizen J, Meyer HP. Circulatory disorders of the liver in dogs and cats. *Vet Quarterly* 1995;17:70-76.
- Bostwick DR, Twedt DC. Intrahepatic and extrahepatic portal venous anomalies in dogs: 52 cases (1982-1992). *J Am Vet Med Assoc* 1995;206:1181-1185.
- Rothuizen J, Van den Ingh, Th S G A M, Voorhout G, et al. Congenital porto-systemic shunts in sixteen dogs and three cats. *J Small Animal Pract* 1982;23:67-81.
- Johnson CA, Armstrong PJ, Hauptman JG. Congenital portosystemic shunts in dogs: 46 cases (1979-1986). *J Am Vet Med Assoc* 1987;191:1478-1483.
- Berger B, Whiting PG, Breznock EM, et al. Congenital feline portosystemic shunts. *J Am Vet Med Assoc* 1986;188:517-521.
- Schunk CM. Feline portosystemic shunts. *Seminars Vet Med Surg* 1997;12:45-50.
- Rogers WA, Suter PF, Breznock EM, et al. Intrahepatic arteriovenous fistulae in a dog resulting in portal hypertension, portacaval shunts, and reversal of portal blood flow. *J Am Vet Med Assoc* 1977;13:470-475.
- Cornelius LM, Thrall DE, Halliwell WH, et al. Anomalous portosystemic anastomoses associated with chronic hepatic insufficiency in six young dogs. *J Am Vet Med Assoc* 1975;167:220-228.
- Boothe HW, Howe LM, Edwards JF, et al. Multiple extrahepatic portosystemic shunts in dogs: 30 cases (1981-1993). *J Am Vet Med Assoc* 1996;208:1849-1854.
- Lesley P, Tappe J, Lyman R, et al. Hepatic microvascular dysplasia in dogs. *Progress in Vet Neurology* 1996;7:88-96.
- Christiansen JS, Hottinger HA, Allen L, et al. Hepatic microvascular dysplasia in dogs: a retrospective study of 24 cases (1987- 1995). *J Am Anim Hosp Assoc* 2000;36:385-389.
- Allen L, Stobie D, Maudlin GN, et al. Clinicopathologic features of dogs with hepatic microvascular dysplasia with and without portosystemic shunts: 42 cases (1991-1996). *J Am Vet Med Assoc* 1999;214:218-220.
- Ubbink GJ, Van de Broek J, Meyer HP, et al. Prediction of inherited portosystemic shunts in irish wolfhounds on the basis of pedigree analysis. *Am J Vet Res* 1998;59:1553-1556.
- Kerr MG, Van Doorn T. Mass screening of irish wolfhound puppies for portosystemic shunts by the dynamic bile acid test. *Veterinary Record* 1999;144:693-696.
- Meyer HP, Rothuizen J, Ubbink JG, et al. Increasing incidence of hereditary intrahepatic portosystemic shunts in irish wolfhounds in the netherlands (1984- 1992). *Veterinary Record* 1995;136:13-16.
- Tisdall PLC, Hunt GB, Bellenger CR, et al. Congenital portosystemic shunts in maltese and australian cattle dogs. *Aust Vet J* 1994;71:174-178.
- Holt DE, Schelling CG, Saunders HM, et al. Correlation of ultrasonographic findings with surgical, portographic, and necropsy findings in dogs and cats with portosystemic shunts: 63 cases (1987-1993). *J Am Vet Med Assoc* 1995;207:1190-1193.
- Lamb CR, Forster van Hijfte MA, White RN, et al. Ultrasonographic diagnosis of congenital portosystemic shunt in 14 cats. *J Small Animal Pract* 1996;37:205-209.
- Lamb CR. Ultrasonographic diagnosis of congenital portosystemic shunts in dogs: results of a prospective study. *Vet Radiol & Ultrasound* 1996;37:281-288.
- Gunther M. Sviluppo dell'apparato circolatorio. In: *Embriologia degli animali domestici*. ed.ermes 1980, pp 209-232.
- Lamb CR, White RN. Morphology of congenital intrahepatic portacaval shunts in dogs and cats. *Veterinary Record* 1998;142:55-60.
- White RN, Burton CA. Anatomy of the patent ductus venosus in the dog. *Veterinary Record* 2000;146:425-429.
- Barthez PY, Siemens LM, Koblik PD. Azygos continuation of the caudal vena cava in a dog: radiographic and ultrasonographic diagnosis. *Vet Radiol & Ultrasound* 1996;37:354-356.
- Wrigley RH, Konde JL, Park RD, et al. Ultrasonographic diagnosis of portacaval shunts in young dogs. *J Am Vet Med Assoc* 1987;191:421-424.
- Lamb CR. Ultrasonography of portosystemic shunts in dogs and cats. *Vet Clin North Am: Small Animal Practice* 1998;28:725-751.
- Tiemessen I, Rothuizen J, Voorhout G. Ultrasonography in the diagnosis of congenital portosystemic shunts in dogs. *Vet Quarterly* 1995;17:50-53.
- Suter PF. Portal vein anomalies in the dog: their angiographic diagnosis. *J Am Vet Radiol Soc* 1975;16:84-96.
- Perry RL, Lowrie CT. Particular contrastographic study. Portography and cerebral angiography. *Departement of Small Animal Clinical Sciences. Michigan State University, College of Veterinary Medicine. Notes, 1989.*
- Koblik PD, Hornof MS, Hornof WJ. Transcolonic sodium pertechnetate tc 99m scintigraphy for diagnosis of macrovascular portosystemic shunts in dogs, cats, and potbellied pigs: 176 cases (1988-1992). *J Am Vet Med Assoc* 1995;207:729-733.
- Forster-van Hijfte MA, McEvoy FJ, White RN, et al. Per rectal portal scintigraphy in the diagnosis and management of feline congenital portosystemic shunts. *J Small Anim Pract* 1996;37:7-11.
- Caride VJ. Rectal absorption of 99m Tc-pertechnetate in the dog. *Concise communication. Journal Nuclear Medicine* 1973;14:600-603.
- Samii VF, Kyles AE, Long CD et al. Evaluation of interoperator variance in shunt fraction calculation after transcolonic scintigraphy for diagnosis of portosystemic shunts in dogs and cats. *Journal American Veterinary Medical Association* 2001;218:1116-1119.
- Van Vechten BJ, Komtebedde J, Koblik PD. Use of transcolonic portal scintigraphy to monitor blood flow and progressive postoperative attenuation of partially legated single extrahepatic porto-systemic shunts in dogs. *Journal American Veterinary Medical Association* 1994;204:1170-1174.
- Meyer HP, Rothuizen J, van den Brom WE, et al. Quantitation of portosystemic shunting in dogs by ultrasound-guided injection of 99mTc-macroaggregates into a splenic veins. *Res in Vet Sci* 1994;57:58-62.
- Seguin B, Tobias KM, Gavin PR, et al. Use of resonance angiography for diagnosis of portosystemic shunts in dogs. *Vet Radiol & Ultrasound* 1999;40:251-258.
- Lamb CR, Mahoney PN. Comparison of three methods for calculating portal blood flow in dogs using duplex-Doppler ultrasonography. *Vet Radiol & Ultrasound* 1994;35:190-194.
- Schermerhorn T, Center SA, Dykes NL, et al. Characterization of hepatoportal microvascular dysplasia in a kindred of Cairn Terrier. *J Vet Intern Med* 1996;10:219-230.