

# IMPIEGO DELL'ECOCARDIO COLOR DOPPLER NEL CANE: VALUTAZIONE DEI FLUSSI TRANSVALVOLARI (QUADRI NORMALI E PATOLOGICI)

**PAOLA G. BRAMBILLA - FABIO FERÈ**

*Università degli Studi di Milano  
Istituto di Patologia Speciale e Clinica Medica Veterinaria - Milano*

## Riassunto

Il color Doppler è una tecnica diagnostica prevalentemente qualitativa e solo in parte quantitativa; gli Autori hanno intrapreso uno studio degli aspetti dei flussi transvalvolari cardiaci nel cane sia in condizioni fisiologiche sia patologiche.

## Summary

*The Color Doppler is a qualitative diagnostic technique and only in part quantitative. The Authors studied the aspects of the transvalvular flows in dog either in physiologic conditions or in pathologic conditions.*

## INTRODUZIONE E SCOPO

Il color Doppler (CD), recentemente introdotto nella diagnostica cardiologica in Medicina Veterinaria, permette di rappresentare con immagini a colori il flusso sanguigno all'interno delle camere cardiache e dei vasi<sup>1,2,4,6</sup>.

È basato sul principio del Doppler ad onda pulsata (PW), a differenza del quale riesce ad esaminare contemporaneamente un'area di flusso più ampia utilizzando diversi volumi campione posizionati su differenti linee di scansione (scan-line o sector-line)<sup>4,5,8</sup>.

Per ottenere le informazioni flussimetriche desiderate, a differenza delle altre metodiche, il color Doppler prevede l'utilizzo di un particolare filtro detto "indicatore di bersaglio in movimento" (MTI) che blocca gli echi più forti, a bassa velocità, solitamente generati dai tessuti, mentre consente il passaggio degli echi più deboli, ad elevata velocità generati dal flusso ematico<sup>4,8</sup>.

Tali informazioni sulla velocità sono successivamente elaborate mediante la tecnica dell'autocorrelazione cioè ad ogni valore della velocità media corrisponde un pixel, il più piccolo elemento dell'immagine codificato con il colore<sup>8</sup>.

Il CD utilizza un sistema a codice di tre colori base: rosso, blu e giallo più altri colori che originano dalla mescolanza dei suddetti<sup>8</sup>.

I colori forniscono indicazioni circa la direzione e la qualità del flusso: in caso di flussi laminari, il blu rappre-

senta quelli che si allontanano dal trasduttore, mentre il rosso quelli che si avvicinano<sup>3,4,5,8</sup>.

In condizioni patologiche (es. stenosi e/o insufficienza valvolare, difetti congeniti dei setti, dotto arterioso pervio, ecc...) i flussi turbolenti che si possono visualizzare, presentano delle variazioni di colore quali il giallo nelle sue diverse sfumature e/o un mosaico di colori (blu, rosso, giallo, verde...)<sup>3,4,5,8</sup>.

I differenti livelli di luminosità del colore forniscono informazioni circa la velocità del flusso: ad una elevata luminosità del colore corrisponde la massima velocità misurabile (limite di Nyquist), mentre alla più bassa velocità si assegna il colore nero<sup>8</sup>.

In linea generale, quando la velocità del flusso è inferiore al limite di Nyquist il colore più luminoso si osserva in corrispondenza della parte centrale, mentre i colori più scuri corrispondono alle parti più esterne del flusso<sup>8</sup>.

Analogamente a quanto si verifica utilizzando il Doppler pulsato, anche nel CD, è possibile che si verifichi il fenomeno dell'aliasing<sup>3,8</sup>. In questo caso si osserva un'inversione della "disposizione" dei colori nell'ambito del flusso in esame: i segnali a bassa velocità, rappresentati dai colori più scuri, sono circondati da segnali ad elevata velocità evidenziati da colori più brillanti<sup>4,5,8</sup>.

Il Doppler a codice di colore può essere abbinato sia all'ecocardiografia bidimensionale sia alla monodimensionale.

Il vantaggio principale del color Doppler M-mode è che

consente di stabilire, in base alla localizzazione del flusso patologico, in quale fase del ciclo cardiaco si verifica l'evento emodinamico anomalo.

L'esame dei flussi con il color Doppler permette soprattutto una valutazione qualitativa e solo in parte quantitativa; vantaggio del CD è che consente comunque di valutare un'ampia porzione del flusso in esame, evidenziando alterazioni anche di modestissima entità, che sarebbero valutabili con maggiore difficoltà impiegando esclusivamente il Doppler pulsato e continuo (CW).

Lo scopo del nostro lavoro è stato quello di analizzare gli aspetti dei flussi intracardiaci in condizioni normali e nelle più comuni patologie valvolari del cane mediante Doppler a codice di colore.

## MATERIALI E METODI

Il nostro studio è stato condotto su 15 cani di sesso, età e razza diverse, 7 sani e 8 affetti da diverse patologie cardiovascolari (Tabb. 1-2).

Tutti i soggetti sono stati sottoposti a visita clinica ed a esami strumentali (radiografico, elettrocardiografico ed ecocardio color Doppler).

I 7 soggetti sani sono stati scelti allo scopo di ottenere immagini ecocardio color Doppler normali, mentre i quadri patologici che abbiamo considerato riguardano le più comuni patologie valvolari del cane, che sono rappresentate dall'insufficienza delle valvole atrioventricolari e dalla stenosi delle valvole semilunari (Tab. 2).

Tabella 1

Cane n°	Razza	Età (anni)	Sesso	Peso (kg)
1	SETTER ING.	13	F	18
2	METICCIO	4	F	19
3	METICCIO	4	F	17
4	METICCIO	2	M	22
5	METICCIO	2	M	18
6	METICCIO	1	F	16
7	METICCIO	1	F	16

F = femmina, M = maschio, ING = inglese.

Tabella 2

Cane n°	Razza	Età (anni)	Sesso	Peso (kg)	Patologia cardiaca
1	METICCIO	11	FS	12	VMT
2	METICCIO	13	F	12	VM
3	METICCIO	12	F	6	VM
4	BASSOTTO T.	8	F	4	VM
5	METICCIO	12	M	13	VM
6	YORK-SHIRE	10	M	6	VM
7	BOXER	3	M	24	VA
8	IRISH-TERRIER	2	M	12	VP

F = femmina, FS = femmina sterilizzata, M = maschio, T = tedesco, VM = valvolopatia mitralica, VMT = valvolopatia mitralica e tricuspide, VA = valvolopatia aortica, VP = valvolopatia polmonare.

L'apparecchio utilizzato per condurre le nostre indagini è un ecografo (SIM 7000 CHALLENGE -Esaote Biomedica-) provvisto di software in grado di eseguire metodiche ecografiche standard, ecocardiografie con Doppler pulsato e continuo e Doppler a codice di colore.

Per condurre lo studio sono state usate due sonde duplex, la prima con frequenza 2D 3.5/5.0 MHz e Doppler 2.5/3.3 MHz, la seconda con frequenza 2D di 5.0/7.5 MHz e Doppler 3.3/5.0 MHz.

L'esame strumentale è stato condotto su pazienti non sedati, secondo le metodiche standard<sup>11</sup>.

Ogni animale è stato sottoposto ad esame ecocardiografico (M e B-mode) e Doppler a codice di colore; successivamente abbiamo eseguito, sui soggetti affetti da patologie valvolari, l'esame Doppler a onda pulsata e continua.

Le immagini ottenute sono state videoregistrate, allo scopo di documentare l'esame.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

### Valvola mitrale

#### Posizione del trasduttore

Per lo studio della valvola mitrale abbiamo utilizzato la proiezione parasternale sinistra apicale 4 camere.

Con tale proiezione, l'allineamento del fascio ultrasonoro con il flusso sanguigno si ha con relativa semplicità e permette di ottenere immagini di ottima qualità.

#### Aspetto del flusso transvalvolare normale

In color B-mode si visualizzano flussi di colore rosso provenienti dall'atrio sinistro e diretti verso il ventricolo sinistro attraverso la valvola mitrale aperta (Figg. 1-2).

Il color Doppler monodimensionale permette di visualizzare un'area di colore rosso, durante la fase diastolica (Fig. 3).

#### Insufficienza mitralica: aspetto del flusso transvalvolare

Posizionando il sector-line a livello della valvola mitrale, si visualizza un'area a mosaico di colori (rosso, blu, giallo, verde...) nell'atrio sinistro verso la base del cuore, durante la fase sistolica (Figg. 4-5-6).

Tale immagine è rappresentativa delle turbolenze di flusso nell'atrio sinistro a seguito dell'insufficienza mitralica.

Il riscontro di un'area a mosaico di colori più o meno estesa in atrio sinistro è indice di una maggiore o minore gravità dell'insufficienza mitralica<sup>8</sup>.

Talvolta sono visibili in atrio sinistro, dei segnali di colore rosso che seguono quelli a mosaico di colori, possono essere dovuti all'inversione della direzione del flusso di rigurgito oppure ad un importante ritorno venoso polmonare<sup>8</sup>.

Imponendo minime angolazioni al trasduttore è possibile stabilire il significato di tali segnali, la continuità con quelli a mosaico di colori è suggestiva di appartenenza al jet mitralico<sup>8</sup>. Si tratta del cosiddetto "effetto turbine"

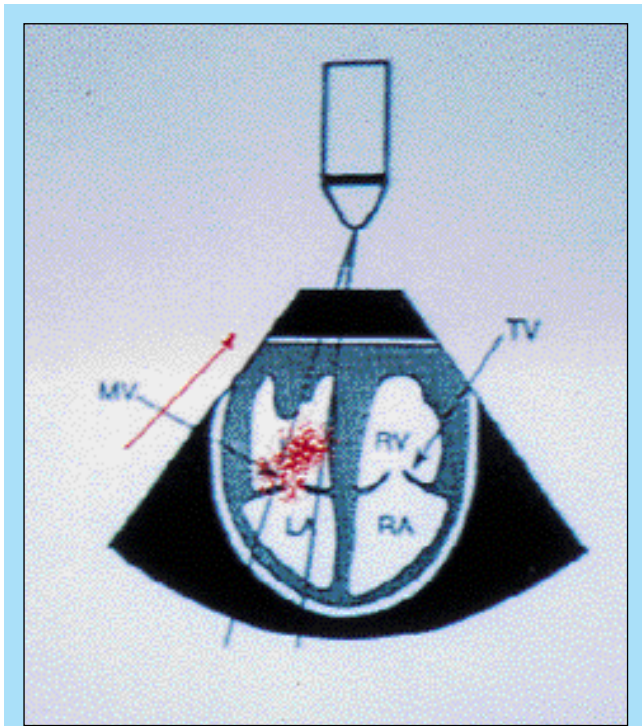


FIGURA 1 - Flusso transmitralico normale: rappresentazione schematica durante la diastole. LV=ventricolo sinistro, LA=atrio sinistro, RV=ventricolo destro, RA=atrio destro, MV=valvola mitrale, TV=valvola tricuspide (modificata da: Nyland T.G., Mattoon J.S.; Veterinary Diagnostic ultrasound. W.B. Saunders, Philadelphia 1995).



FIGURA 2 - Fase diastolica flusso transmitralico normale di colore rosso. ASX=atrio sinistro; V SX=ventricolo sinistro; M=valvola mitrale; ADX=atrio destro; VDX=ventricolo destro; S=setto interventricolare.

dovuto ad una deflessione del jet di rigurgito sulla parete dell'atrio sinistro<sup>8</sup>. La presenza di questo reperto è indice di insufficienza mitralica di grado importante<sup>8</sup>.

## Valvola tricuspide

### Posizione del trasduttore

Per lo studio di questa valvola abbiamo utilizzato la proiezione parasternale sinistra apicale 4 camere.

Anche in tale situazione, è stato relativamente semplice ottenere il perfetto allineamento fascio ultrasonoro-flusso sanguigno.

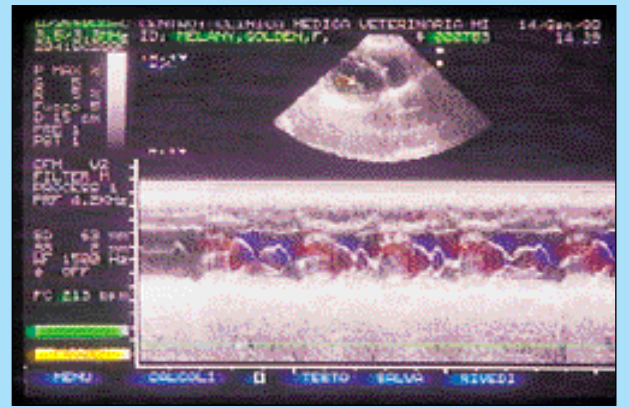


FIGURA 3 - Color doppler M-mode a livello della mitrale: area di colore rosso corrispondente al flusso diretto al ventricolo sinistro attraverso la mitrale durante la diastole.

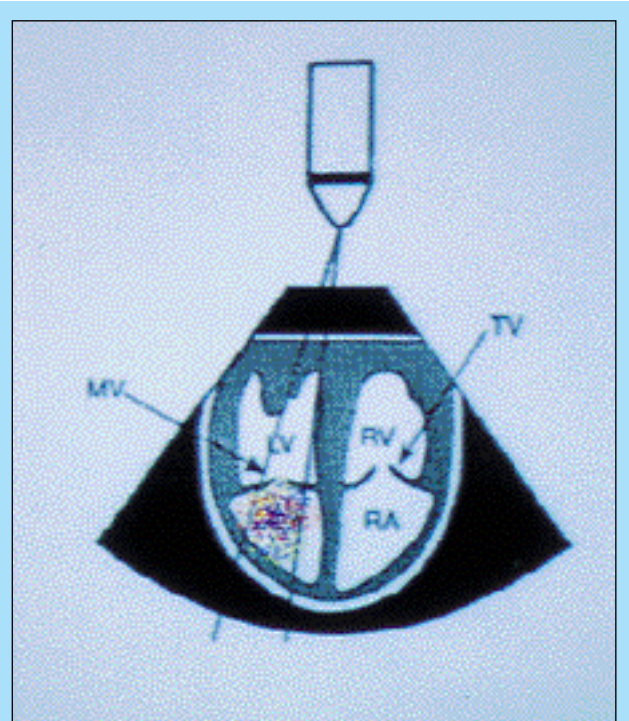


FIGURA 4 - Insufficienza mitralica: rappresentazione. Il flusso turbolento rappresentato da un mosaico di colori, si estende dalla valvola mitrale all'atrio sinistro. LV=ventricolo sinistro, LA=atrio sinistro, RV=ventricolo destro, RA=atrio destro, MV=valvola mitrale, TV=valvola tricuspide (modificata da: Nyland T.G., Mattoon J.S.; Veterinary Diagnostic ultrasound. W.B. Saunders, Philadelphia 1995).

### Aspetto del flusso transvalvolare normale

Posizionando il sector-line a livello della valvola tricuspide, in color B-mode, si visualizza un'area di colore rosso che dall'atrio destro si dirige verso il ventricolo destro durante la diastole, attraverso la valvola tricuspide aperta (Figg. 7-8).

Con l'impiego del color M-mode si evidenzia un'area di colore rosso, durante la diastole cardiaca, in prossimità dei lembi valvolari (Fig. 9).



FIGURA 5 - Insufficienza mitralica: flusso a mosaico di colori a livello della valvola atrioventricolare sinistra, durante la sistole. ASX=atrio sinistro, VSX=ventricolo sinistro, S=setto interventricolare.



FIGURA 6 - Insufficienza mitralica: flusso a mosaico di colori in atrio sinistro durante la sistole. L'area a mosaico occupa quasi interamente l'atrio sinistro, ciò è indice di un'insufficienza valvolare di maggiore gravità rispetto al caso precedente (Fig. 6). ASX=atrio sinistro, VSX=ventricolo sinistro, VDX=ventricolo destro, ADX=atrio destro, S=setto interventricolare.

### Insufficienza tricuspide: aspetto del flusso transvalvolare

Posizionando il sector-line a livello della valvola abbiamo osservato un flusso a mosaico di colori diretto verso l'atrio destro, durante la sistole cardiaca (Figg. 10-11). Anche in tale caso, il quadro è suggestivo di un flusso turbolento in corso di insufficienza tricuspide.

Talvolta si evidenziano dei segnali di colore rosso e verde-bluastro a livello del versante ventricolare della valvola, questo reperto è indicativo di accelerazione del flusso del jet da rigurgito tricuspide e possono essere utili per definire la sede del difetto della valvola<sup>8</sup>.

Talvolta si possono rilevare dei segnali di colore rosso adiacenti a quelli a mosaico di colori. Essi rappresentano l'inversione della direzione del flusso da rigurgito tricuspide che si verifica quando il jet, dopo aver urtato la parete dell'atrio destro, ritorna verso la valvola<sup>8</sup>. Questo quadro è suggestivo di insufficienza tricuspide importante<sup>8</sup>.

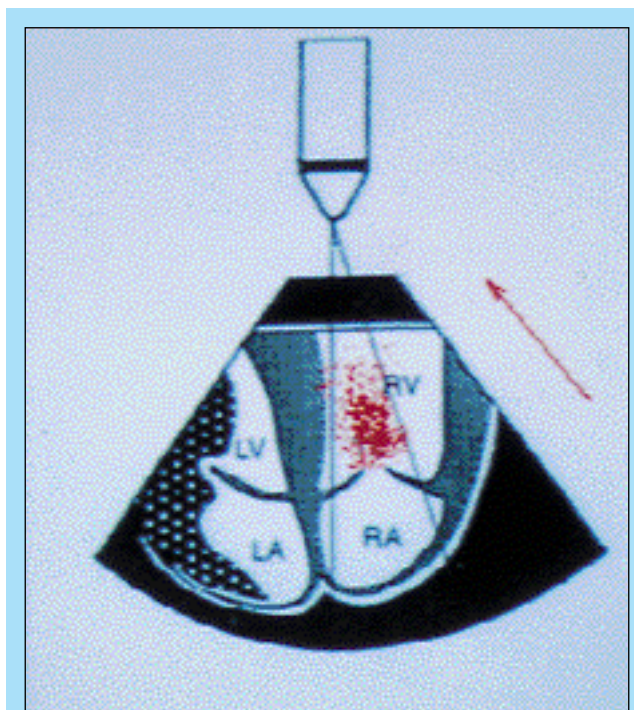


FIGURA 7 - Flusso transvalvolare tricuspide normale: rappresentazione schematica. LV=ventricolo sinistro, LA=atrio sinistro, RV=ventricolo destro, RA=atrio destro, TV=valvola tricuspide (modificata da: Nyland T.G., Mattoon J.S.; Veterinary Diagnostic ultrasound. W.B. Saunders, Philadelphia 1995).



FIGURA 8 - Flusso transvalvolare tricuspide normale di colore rosso. ASX=atrio sinistro; VSX=ventricolo sinistro; ADX=atrio destro; VDX=ventricolo destro; T=valvola tricuspide; S=setto interventricolare.



FIGURA 9 - Doppler a codice di colore M-mode: area di colore rosso durante la diastole cardiaca. T=valvola tricuspide; AO=aorta; ASX=atrio sinistro. Proiezione parasternale destra asse corto.

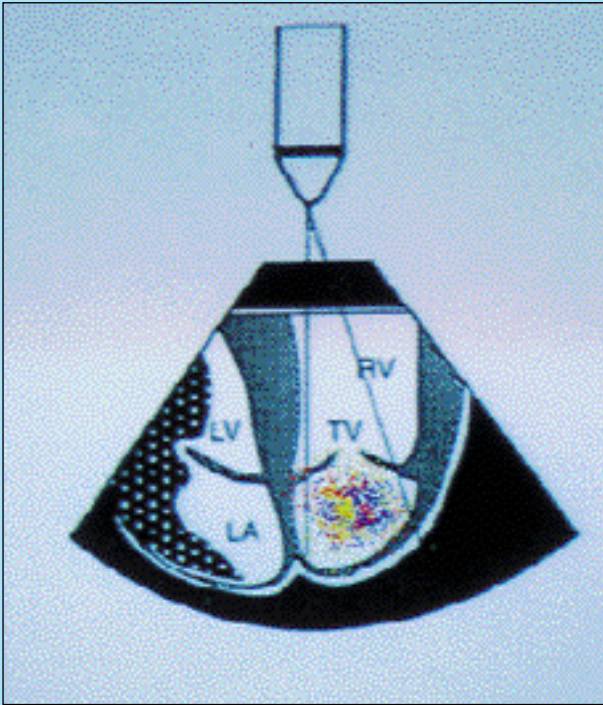


FIGURA 10 - Insufficienza della tricuspide: rappresentazione schematica di un flusso transvalvolare a mosaico di colori che si estende dalla valvola atrioventricolare destra verso l'atrio destro. L'estensione dell'area a mosaico di colori è indicativa della gravità dell'insufficienza. LV=ventricolo sinistro, LA=atrio sinistro, RV=ventricolo destro, RA=atrio destro, TV=valvola tricuspide (modificata da: Nyland T.G., Mattoon J.S.; Veterinary Diagnostic ultrasound. W.B. Saunders, Philadelphia 1995).



FIGURA 11 - Insufficienza della tricuspide: il flusso a mosaico di colori si estende dalla tricuspide all'atrio destro. ASX=atrio sinistro; ADX=atrio destro; VDX=ventricolo destro; T=valvola tricuspide.

## Valvola aortica

### Posizione del trasduttore

Per lo studio della valvola aortica abbiamo utilizzato la proiezione parasternale sinistra 5 camere.

Questa proiezione permette il perfetto allineamento tra il fascio di ultrasuoni e il flusso transvalvolare.

### Aspetto del flusso transvalvolare normale

Posizionando il sector-line a livello della valvola, il flusso transvalvolare viene rappresentato da un'area di colore blu orientata dal ventricolo sinistro verso la radice dell'aorta (Figg. 12-13). Tale immagine è caratteristica di flussi laminari in allontanamento.

### Stenosi sub-aortica: aspetto del flusso transvalvolare

In presenza di stenosi sub-aortica le immagini ottenute con il color Doppler B-mode evidenziano, durante la sistole

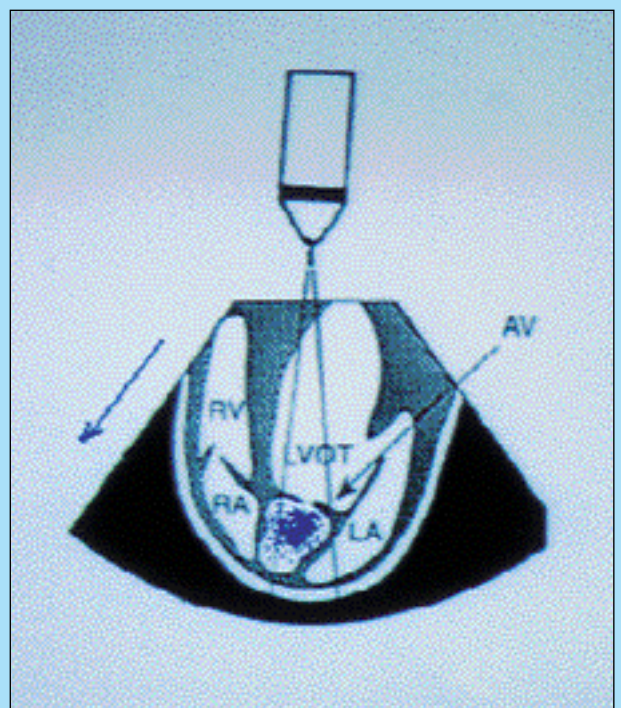


FIGURA 12 - Flusso transvalvolare aortico normale: rappresentazione schematica, il flusso si allontana dalla sonda quindi è rappresentato dal colore blu. RV=ventricolo destro; RA=atrio destro; LVOT=tratto efflusso ventricolo sinistro; AV=valvola aortica; LA=atrio sinistro. (Modificata da: Nyland T.G., Mattoon J.S.; Veterinary Diagnostic ultrasound. W.B. Saunders, Philadelphia 1995.)

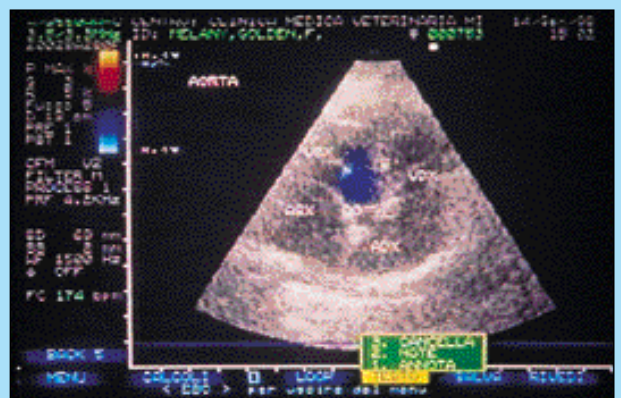


FIGURA 13 - Flusso transvalvolare aortico normale. ASX=atrio sinistro; VSX=ventricolo sinistro; ADX=atrio destro; VDX=ventricolo destro; AO=aorta; S=setto interventricolare.

le, jet di eiezione a mosaico di colori (rosso, blu, giallo, verde...) in prossimità dell'emergenza aortica in sede sub-valvolare (Figg. 14-15).

Tali segnali di turbolenza si estendono fino ad occupare interamente il primo tratto dell'arteria. L'ampiezza di tali segnali a livello valvolare è indicativa dell'entità della stenosi: all'aumentare della gravità, l'ampiezza del jet diminuisce<sup>8</sup>.

Il flusso sanguigno nel tratto di efflusso del ventricolo sinistro appare normale, di colore blu (Fig. 16).

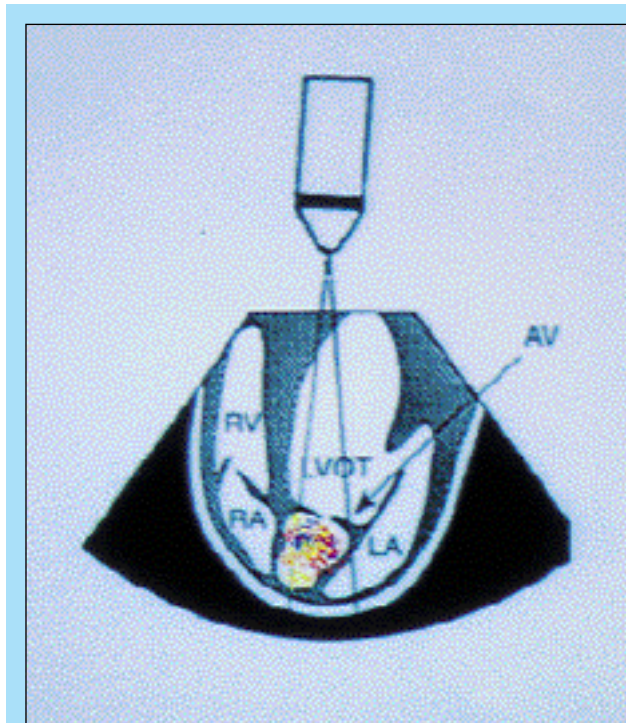


FIGURA 14 - Stenosi aortica: rappresentazione schematica. RV=ventricolo destro; RA=atrio destro; LVOT=tratto efflusso ventricolo sinistro; AV=valvola aortica; LA=atrio sinistro. (Modificata da: Nyland T.G., Mattoon J.S.; Veterinary Diagnostic ultrasound. W.B. Saunders, Philadelphia 1995.)



FIGURA 15 - Stenosi aortica: jet di eiezione a mosaico di colori che origina a livello della stenosi sub-valvolare aortica, in sistole e si estende verso l'emergenza aortica. VDX=ventricolo destro; VSX=ventricolo sinistro; ADX=atrio destro; AO=aorta.



FIGURA 16 - Tratto di efflusso del ventricolo sinistro: si rileva un'immagine di colore blu che rappresenta un flusso laminare in allontanamento prima di raggiungere la stenosi della valvola aortica. VDX=ventricolo destro; ADX=atrio destro; VSX=ventricolo sinistro; ASX=atrio sinistro; AO=aorta.

## Valvola polmonare

### Posizione del trasduttore

Lo studio di tale valvola è stato condotto utilizzando la proiezione parasternale asse corto a livello della valvola aortica.

### Aspetto del flusso transvalvolare

L'esame del flusso a livello della valvola polmonare mostra un'area di colore blu durante la sistole cardiaca, che si estende dal ventricolo destro verso l'arteria polmonare. Tale colore è rappresentativo di un flusso sanguigno che si allontana dal trasduttore (Figg. 17-18). In alcuni soggetti abbiamo osservato che non sempre si riescono ad ottenere delle buone immagini, a causa dell'interferenza del flusso sanguigno dell'aorta. Posizionando infatti il sector-line a livello della valvola polmonare si osservano, in associazione al flusso blu laminare normale in allontanamento, delle aree di colore rosso intenso corrispondenti al flusso nella radice aortica. Nel tratto di efflusso del ventricolo destro, il flusso sanguigno è rappresentato da un'immagine di colore blu (flusso laminare in allontanamento) (Fig. 19).

### Stenosi polmonare: aspetto del flusso transvalvolare

Posizionando il sector-line a livello della valvola polmonare patologica, si visualizza un'area a mosaico di colori (rosso, blu, giallo, verde) durante la sistole cardiaca orientata verso l'arteria polmonare, tale reperto è suggestivo di flusso turbolento ad elevata velocità (Figg. 20-21).

Questa immagine è rappresentativa delle turbolenze di un flusso accelerato conseguente alla stenosi valvolare.

## CONCLUSIONI

Il protocollo diagnostico di routine, in un paziente cardiopatico, prevede l'iniziale valutazione dei flussi transval-

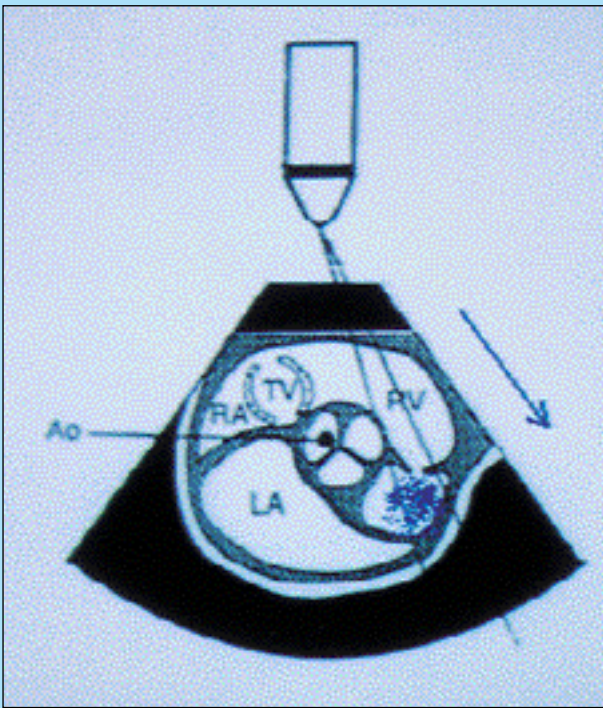


FIGURA 17 - Flusso transvalvolare polmonare normale: rappresentazione schematica. LA=atrio sinistro; RA=atrio destro; RV=ventricolo destro; TV=valvola tricuspide; AO=valvola aortica (modificata da: Nyland T.G., Mattoon J.S.; Veterinary Diagnostic ultrasound. W.B. Saunders, Philadelphia 1995).



FIGURA 20 - Stenosi polmonare: rappresentazione schematica. LA=atrio sinistro; RA=atrio destro; RV=ventricolo destro; TV=valvola tricuspide; AO=valvola aortica (modificata da: Nyland T.G., Mattoon J.S.; Veterinary Diagnostic ultrasound. W.B. Saunders, Philadelphia 1995).

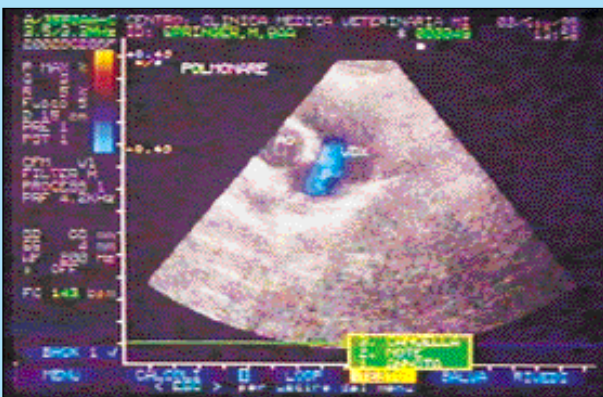


FIGURA 18 - Flusso transvalvolare polmonare normale. AO=aorta, VDX=ventricolo destro, P=valvola polmonare.

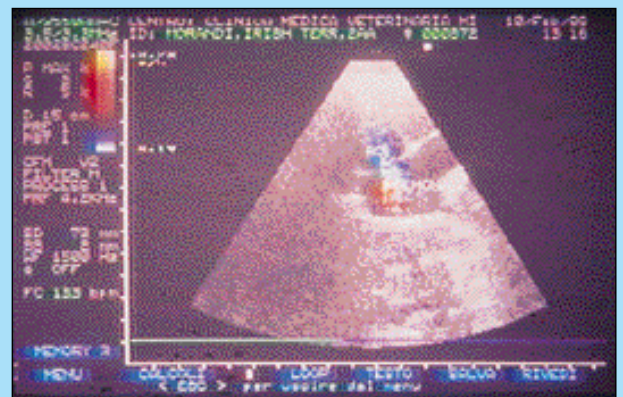


FIGURA 21 - Stenosi polmonare: il jet di eiezione a mosaico di colori origina a livello della valvola polmonare durante la sistole. AO=aorta.

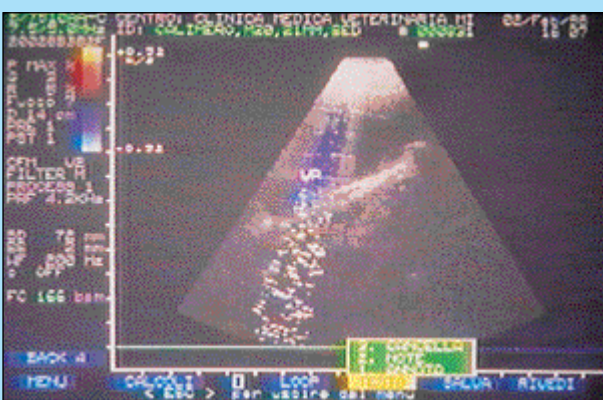


FIGURA 19 - Area di colore blu, nel tratto di efflusso del ventricolo destro. VP=valvola polmonare.

volari mediante Doppler a codice di colore tuttavia, è importante ricordare che si tratta di un metodo d'indagine che consente soprattutto una valutazione qualitativa del flusso e solo in parte quantitativa.

Da ciò la necessità di completare comunque le indagini mediante l'impiego del Doppler a onda pulsata e continua.

La principale utilità del Doppler a codice di colore è quella di consentire l'analisi di una "porzione" ampia del flusso transvalvolare e di evidenziare così anche alterazioni di flusso di modesta entità, difficilmente diagnosticabili utilizzando esclusivamente il Doppler a onda pulsata e continua.

Dallo studio condotto su soggetti sani, abbiamo potuto constatare che non tutte le finestre acustiche riportate in letteratura per condurre l'ecocardiografia B-mode, si pos-

sono impiegare per l'esecuzione dell'esame color Doppler. La scelta è condizionata dalla necessità di avere il flusso sanguigno parallelo al fascio ultrasonoro.

Inoltre abbiamo osservato che, anche nell'utilizzare le finestre acustiche che consentono la migliore rappresentazione del flusso sanguigno, è necessario adattare, volta per volta, la posizione dello scan-line in modo tale da ottenere il suo perfetto allineamento con il flusso transvalvolare.

Se tale esigenza non viene rispettata, anche in soggetti normali si potrebbero infatti ottenere immagini simili a quelle prodotte da flussi patologici.

Il possibile riscontro di "falsi positivi", può rappresentare un limite all'uso del color Doppler anche se, la pratica costante della metodica e la correlazione tra rilievi strumentali e clinici (es. soffio cardiaco), permettono di superare agevolmente tale difficoltà.

In pazienti affetti da insufficienza mitralica e/o tricuspide, il Doppler a codice di colore permette di stimare con buona approssimazione la gravità del processo patologico in base all'estensione dell'area di rigurgito<sup>7,12</sup>.

È inoltre possibile formulare considerazioni di tipo quantitativo, che permettono di individuare lo stadio di insufficienza, ponendo in relazione l'estensione del jet di rigurgito mitralico e l'area del flusso aortico<sup>12</sup>.

Tale rapporto ha un valore inferiore a 0,2 nel caso di lievi insufficienze (pazienti in I classe NYHA), mentre è superiore a 4,4 in caso di gravi alterazioni (pazienti in IV classe NYHA)<sup>12</sup>.

Anche nel caso di stenosi valvolari è possibile risalire, dalla valutazione del jet, alla gravità della patologia: la larghezza del jet di eiezione, misurato a livello della valvola, è inversamente proporzionale alla gravità della stenosi<sup>8</sup>.

Il color Doppler ha dato infine una svolta decisiva anche alla diagnostica per immagini delle patologie cardiache congenite infatti, mentre in passato erano disponibili solo metodi invasivi (angiografia), oggi è possibile utilizzare tecniche incruente. Questo a vantaggio sia del paziente

sia del clinico che, al fine di monitorare l'evoluzione di una patologia, può ripetere più volte l'indagine strumentale senza creare disagi al paziente.

## Parole chiave

*Color Doppler, cane, valvopatologia.*

## Key words

*Color Doppler, dog, valvular disease.*

## Bibliografia

1. Bussadori C. Pervietà del Dotto Arterioso di Botallo (P.D.A.) nel cane. Diagnosi e terapia. *Veterinaria*, 1993, 2; 15-27.
2. Bussadori C., Guarda F. Atlante cardiologia dei piccoli animali, Scivac, Cremona, 1994.
3. Colpo R., Brambilla P.G., Ferro E. Valutazione qualitativa dei flussi transvalvolari cardiaci normali nel cane mediante esame Doppler. *Veterinaria*, 11, 3, 1996.
4. Darke P. Doppler echocardiography *Journal-of-Small-Animal-Practice*. 1992, 33, 104-112.
5. Darke P., Bonagura J. D., Kelly D.F. *Color Atlas of Veterinary Cardiology* Mosby-Wolfe, 1996.
6. Green R.W. *Small Animal Ultrasound* Lippincott-Raven, 1996.
7. Nakayama T., Wakao Y., Takiguchi S., Uechi M., Tanaka K., Takahashi M. Prevalence of Valvular Regurgitation in Normal Beagle Dogs Detected by Color Doppler Ecocardiography. *Journal-of-Veterinary-Medical-Science* 1994, 56, 973-975.
8. Navin C. Nanda Atlante di ecocardiografia Doppler a colori Centro Scientifica Editore, Torino 1991.
9. Nyland T.G., Mattoon J.S. *Veterinary Diagnostic Ultrasound*. WB Saunders, Philadelphia 1995.
10. Porciello F. Introduzione all'Ecocardiografia nel cane. Corso di base di Ecografia e Ecocardiografia nel cane. Perugia, 26-27 Gennaio 1996.
11. Thomas W.P. Two dimensional, real-time echocardiography in the dog. *Veterinary-Radiology* 1984, 25:2, 50-64.
12. Uehara Y., Takahashi M. Quantitative Evaluation of the Severity of Mitral Insufficiency in Dogs by the Color Doppler Method. *Journal-of-Veterinary-Medical-Science* 1996, 58, 249-253.