

Centro Cardiologico
Monzino

Centro Cardiologico "Monzino"
IRCCS Centro Studi per le Ricerche Cardiovascolari
CNR, Università degli Studi di Milano.



Caso clinico presentato dal Dott. Pietro Palermo

Responsabile U.O. Cardiologia Riabilitativa

Centro Cardiologico Monzino, Milano

ANAMNESI:

Paziente di 55 anni

Episodio di EPA nel 2002.

Nello stesso anno si riferiva alla cardiocirurgia di Pavia per approfondimento e valutazione per trapianto cardiaco.

Ecocardiogramma che evidenziava FE 35% con ipocinesia VS diffusa e insufficienza mitralica lieve-moderata;

Coronarografia: albero coronarico indenne da lesioni

CPET interrotto a 140W con consumo di O₂ 23,6 mL/kg/min.

Alla luce di tali reperti il paziente veniva escluso dall'inserimento in lista per trapianto.

Rilvalutazione clinica e strumentale: Ecocardiogramma, esami ematochimici, Spirometria semplice, Test da sforzo cardiorespiratorio.



CENTRO CARDIOLOGICO S.p.A. "Fondazione Monzino"

ISTITUTO DI RICOVERO E CURA A CARATTERE SCIENTIFICO

Ecocardiogramma Color Doppler

Paziente: Roberto
Cartella:
Indicazione:
app17sf

Data: 02/04/2019 Rep.: 1B 198
Eta': 55 Peso: 72 Altezza: 170 BSA: 1,832
Apparecchio: ECG: RS FC: 77
Codici 1: 1A: 1B: 1C:
Diagnosi 2: 2A: 2B: 2C:
3: 3A: 3B: 3C:

Parasternale		MISURAZIONI M-MODE E 2D			Cinesio Parietale	
Aorta: (mm)		Apice			Setto Ant. Anteriore	
Radice: <u>37</u>	Atrio sinistro:	Ventricolo Sinistro			Setto Inf. Anterolat.	
Ascendente:	E-setto:	Volumi: (ml) 4-C	2-C	Biplani	Interiore Posterolat.	
Cuspidi:	Mitrale:	Diastole:		<u>232</u>		
Area Aorta:		Indice: <u>0</u>	<u>0</u>	<u>127</u>		
Ventricolo Sinistro: (mm)		Sistole:		<u>156</u>		
Diastole: <u>67</u>	Setto i.v.: <u>9</u>	Indice: <u>0</u>	<u>0</u>	<u>85</u>		
Sistole:	Parete: <u>9</u>	FE (%): <u>0</u>	<u>0</u>	<u>32,8</u>		
F.A.: <u>##</u> (%)	Efflusso: <u>19</u>	Gittata: <u>5,9</u>	Indice: <u>3,2</u>			
Indice Ipertrafia: <u>0,27</u>	Massa: <u>###</u> (gm/m ²)	Atrio sinistro, area telesistolica (cm ²): <u>23</u>				
Valvola Aorta		MISURAZIONI DOPPLER				
Vel. max (m/s): <u>1,3</u>	Vena Polmonare:	Mitrale		Tricuspid		
Grad. max (mmHg): <u>7</u>	Integrale di flusso prevalente:	PHT (ms):		Vel. max (m/s): <u>2,5</u>		
Grad. med. (mmHg):		Grad. med. (mmHg):		Grad. max (mmHg): <u>25</u>		
Integrali (cm)		Area (cm ²): <u>0</u> (<u>0</u>)		Stima Pressione		
LVOT / Ao: <u>16</u>		Vel. picco E (cm/s): <u>52</u>		AD (mmHg): <u>9</u>		
Area (cm ²): <u>0</u> (<u>0</u>)		Decelerazione E (ms): <u>190</u>		Calcolo Pressione		
Gittata: <u>3,5</u>	Indice: <u>1,9</u>	Vel. picco A: <u>53</u> E/A: <u>1</u>		Sistolica VD (mmHg): <u>34</u>		

COMMENTO

Normali dimensioni di radice aortica ed aorta ascendente; arco aortico non visualizzabile.
Valvola aortica tricuspidata, al Doppler lieve rigurgito centrale.
Lieve dilatazione dell'atrio sinistro (vol BP 34 ml/mq). Setto interatriale apparentemente integro.
Lieve fibrosi dei lembi mitralici con insufficienza centrale funzionale di grado lieve-moderato.
Ventricolo sinistro severamente dilatato, normali spessori parietali, ipocinesia diffusa con movimento come da ritardo di conduzione IV, severa riduzione della frazione d'ieiezione biplanaria (dP/dT 577 mmHg/s).
Pattern transvalvolare mitralico e TDI (E/E' avg 8) e GTP (5 mmHg) come da normali pressioni di riempimento, prolungato rilasciamento e normale compliance ventricolare.
Lieve dilatazione dell'atrio destro (area 18 cmq).
Ventricolo destro lievemente dilatato (areaTD 15 cmq/mq), con normale funzione sistolica longitudinale (TAPSE 22 mm, S' TDI 12 cm/s) e globale (FAC 39%).
Lieve rigurgito tricuspidalico; VCI di normale calibro e dinamica respiratoria, stima indiretta di normale pressione sistolica ventricolare destra.
Apparato valvolare polmonare nella norma.
Pericardio indenne.

CONCLUSIONI

CMPD con severa disfunzione contrattile del ventricolo sinistro.
Insufficienza mitralica funzionale lieve-moderata.

Ecocardiogramma:

Cardiomiopatia dilatativa con severa disfunzione contrattile del ventricolo sinistro (FE 32,8%) con ipocinesia VS diffusa e insufficienza mitralica lieve-moderata di origine funzionale.

Eco
Basale

Quesito diagnostico per il CPET : dispnea da sforzo in paziente con CMPD primitiva – Valutazione capacità funzionale

Passaggi interpretativi della prova da sforzo cardiopolmonare:

- 1) Test massimale per Quoziente Respiratorio raggiunto (1,42)
- 2) Test interrotto per esaurimento muscolare
- 3) Moderata riduzione della capacità funzionale VO_2 al picco pari al 64% del valore predetto
- 4) Soglia anaerobica conservata al 51 % del $VO_{2\text{ max}}$
- 5) Valore di VO_2/W e Polso dell'Ossigeno (VO_2/HR) ridotti come da limitazione cardiogenica
- 6) Assenti segni di limitazione Ventilatoria ($BR = MVV - Ve_{\text{picco}}$) (114,8-68,4=46,4)
- 7) Assenti segni di limitazione vascolare polmonare (Ve/VCO_2 20,8 nella norma)
- 8) Assente desaturazione da sforzo



CENTRO CARDIOLOGICO MONZINO
Unità Scompenso
Tel. 02-580021 Via Parea, 4 - Milano

Età: 55
Altezza: 170 Peso: 70.0

Referti : prova da sforzo CardioPolmonare
Protocollo: rampa 18

	Misurati	Teorici	% Teorici
Spirometria			
FVC (L)	4.57	4.02	114
FEV1 (L)	3.44	3.22	107
MVV(L)			
Dati a riposo	HR 71 1/min	SBP 100 mmHg	DBP 70 mmHg
Risposta Cardiovascolare	Teorici	Misurati	% Teorici
VO2 Max (l/min)	2.118	1.352	64
VO2/Kg Max (ml/kg/min)		19.3	
Soglia Anaerobica (l/min)	0.85	1.076	127
AT (% Max VO2 Teorico)	> 40%	51	
Carico Lavoro Max (Watts)	169	143	84
VO2/WR Slope	10.3	8.2	80
Polso O2 (ml/b)	12.8	9.5	74
Frequenza Cardiaca Max	162	142	88
Pressione Sistolica Max	170	120	71
Pressione Diastolica Max		80	
Risposta Ventilatoria			
VE Max	114.8	68.4	60
Riserva Respiratoria (%)		43	
Frequenza Respiratoria	< 50	26	
Scambi Gassosi			
VE/VCO2 Slope		20.8	
End Tidal CO2 (PetCO2)		37.9	
End Tidal O2 (PetO2)		112.7	
VE/VO2 @ AT	25-27	24	93
VE/VCO2 @ AT	28-30	24	83
VD/VT Rest (Est.)	0.30	0.31	102
VD/VT Max (Est)	<0.20	0.12	66
Quoziente respiratorio (RQ) Max		1.42	
SpO2 (O2 Sat-Pulse Ox) Riposo		99	
SpO2 (O2 Sat-Pulse Ox) al Max	96	99	

Passaggi interpretativi dei *PLOT* della prova da sforzo cardiopolmonare:

- 1) Plot N° 2 (**freccia rossa**) evidente calo del polso dell'ossigeno durante le fasi finali del test. (Il polso dell'ossigeno è un surrogato dello stroke volume. Normalmente si assiste durante le fasi dello sforzo ad un picco ed un successivo plateau)
- 2) Plot N° 3 (**freccia blu**) evidente cambio di linearità della relazione VO_2/Work segno di possibile variazione di stroke volume e di efficienza cardiogenica.
- 3) Plot N° 4 e 5 (**freccia verde**) Aumento significativo della VCO_2 nella fase finale del test
- 4) Plot N° 6 (**freccia viola**) aumento degli equivalenti Ve/VCO_2 e Ve/VO_2 nella fase finale del test

Dai dati raccolti e dall'analisi dei Plot si sospetta che durante l'esercizio avvenga qualcosa che determini una riduzione dello stroke volume che a sua volta possa determinare una acidosi e conseguente risposta del drive ventilatorio.

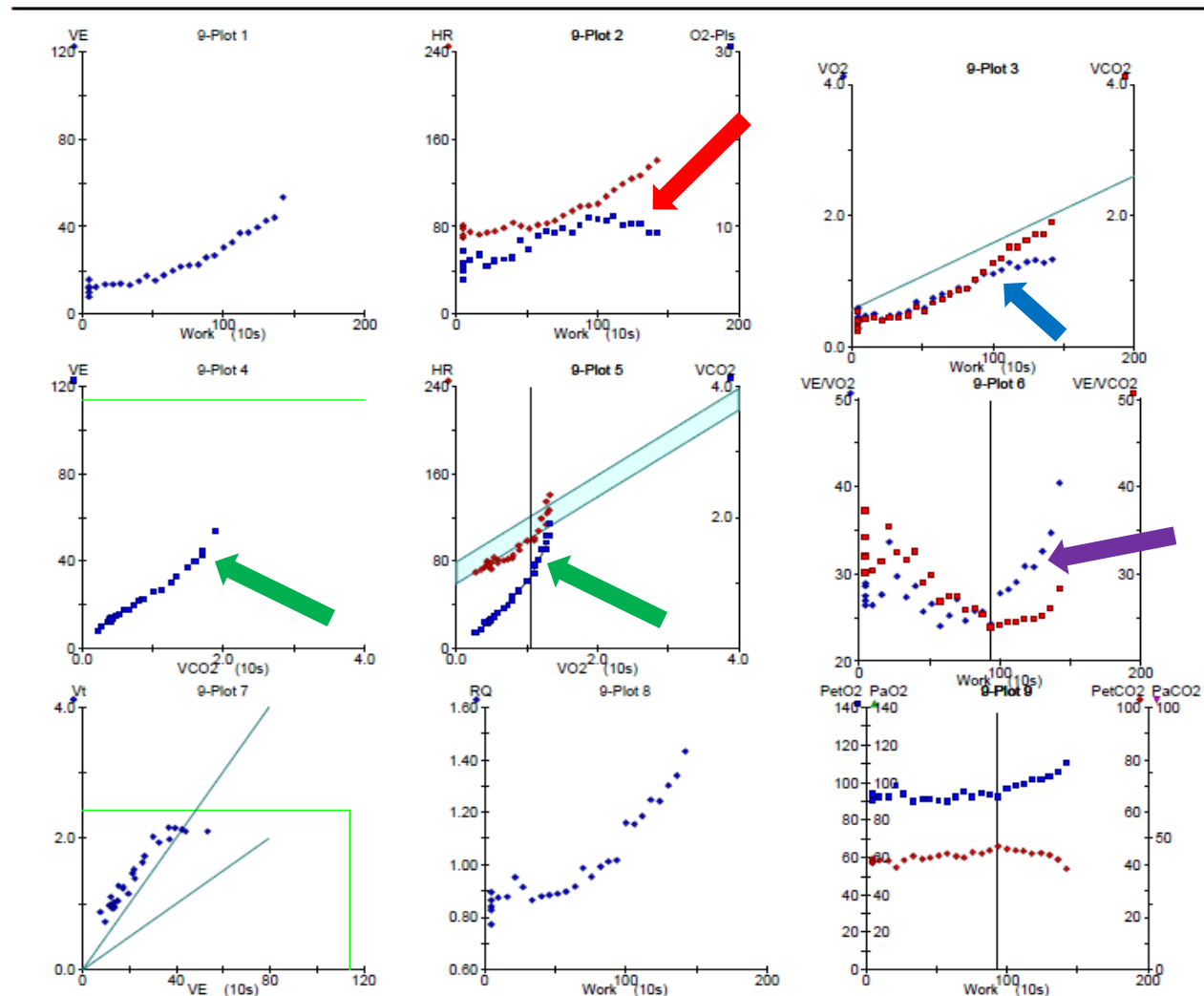
Grafici della prova da sforzo CardioPolmonare

Id: CPET

età: 55

Altezza: 170

Peso: 70.0



Evidente cambio di linearità della relazione VO_2/Work indice di modificazione dello stroke volume ed efficienza cardiogenica durante l'esercizio

Conclusioni :

Test cardiopolmonare condotto con protocollo a rampa 18.

Sono state utilizzate le equazioni di Hansen/Wasserman per il calcolo dei valori normali predetti.

Test massimale (RQ 1.42) interrotto per esaurimento muscolare indicativo di moderata riduzione della capacità funzionale (VO_2 picco pari a 19.3 mL/kg/min che corrisponde a 64% di VO_2 max predetto) con segni di limitazione cardiogenica e/o decondizionamento (VO_2/work ridotto 8.2, polso O_2 picco pari a 74% del predetto non compensatorio di HR max pari a 88% del predetto, AT normale).

Si segnala appiattimento di VO_2/work all'acme dell'esercizio con caduta del polso di O_2 .

Non segni di impegno vascolare polmonare (VE/VCO_2 slope normale 20.8).

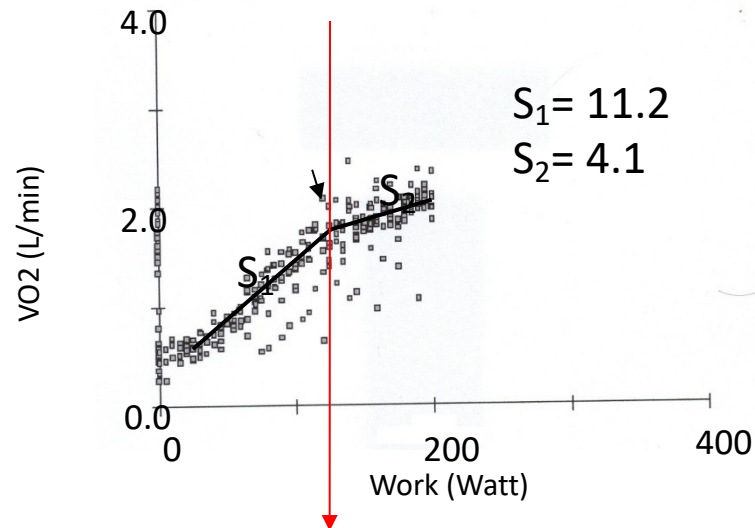
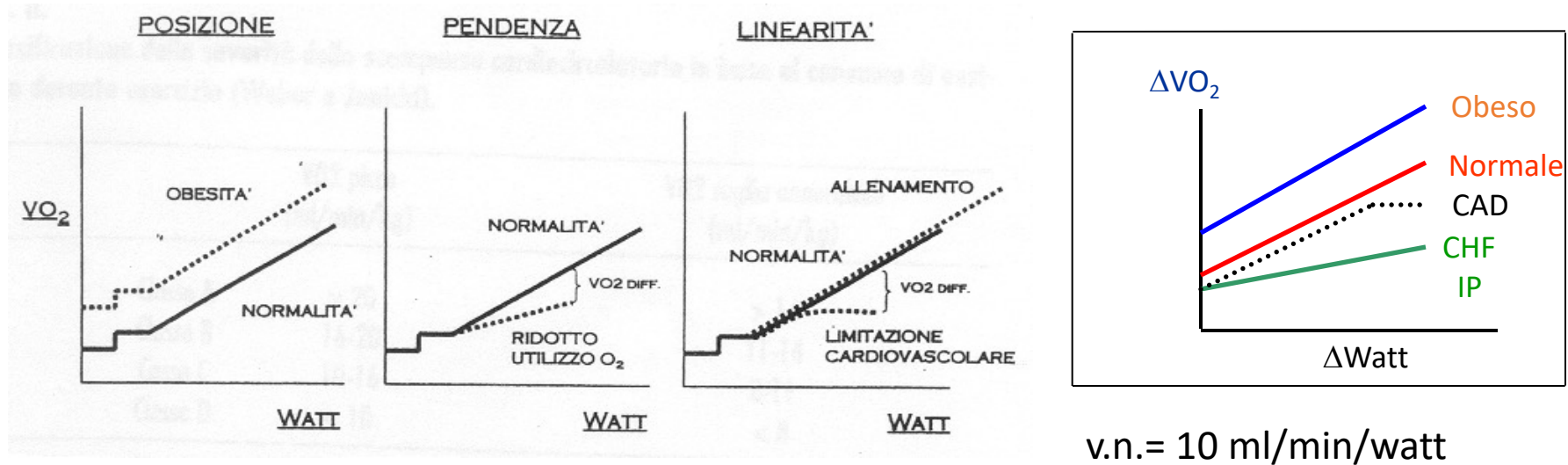
Non segni di limitazione ventilatoria (Riserva ventilatoria pari a 43%, VE_{max} pari a 68.4 L/min e SatO_2Hb al picco pari a 99%).

All'ECG ritmo sinusale, normale conduzione AV e IV, nei limiti la ripolarizzazione ventricolare, durante esercizio alcuni BEV anche organizzati in coppie e triplette, non segni o sintomi di ridotta riserva coronarica, normale risposta pressoria.

MECKI score 1.37 %.

CONCLUSIONI: Moderata riduzione della capacità funzionale con appiattimento di VO_2/work all'acme dell'esercizio e caduta del polso di O_2 .

$\Delta VO_2 / \Delta \text{work}$ – Limitazione Cardiovascolare



Comparsa di inadeguata performance cardiaca

Ridotta performance cardiaca

- Comparsa di ischemia miocardica
- Comparsa di insufficienza valvolare mitralica
- Comparsa di incompetenza cronotropa
- Blocchi AV, bradicardia
- Aritmie VE
- Altro...

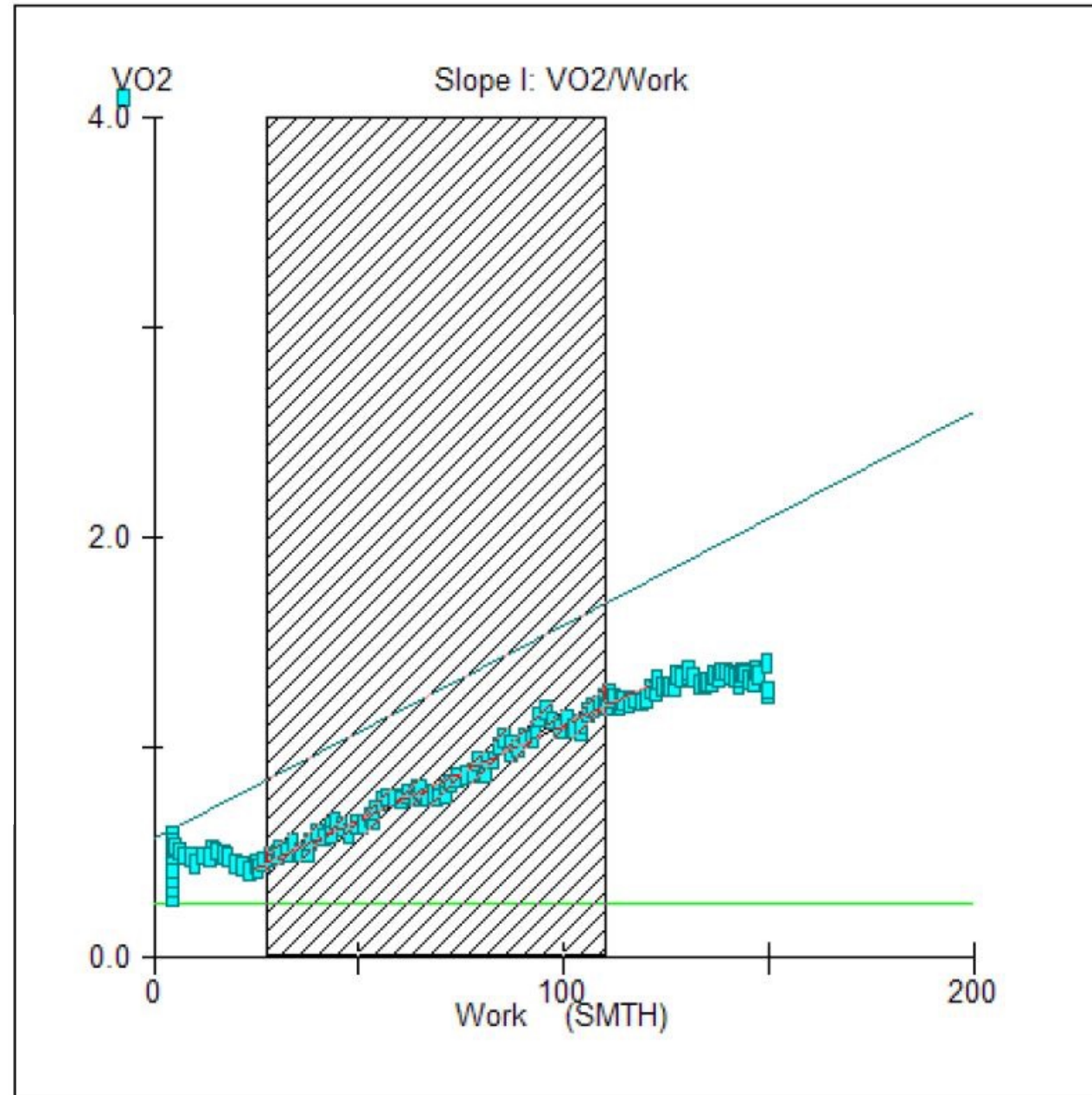
**Normale valore e linearità
della relazione VO_2/Work
fino ad un carico di
esercizio oltre i 100 Watt
(v.n. 10 ml/min/watt)**

Slope: 0.0090

Intercept: 0.1923

X =

Y =



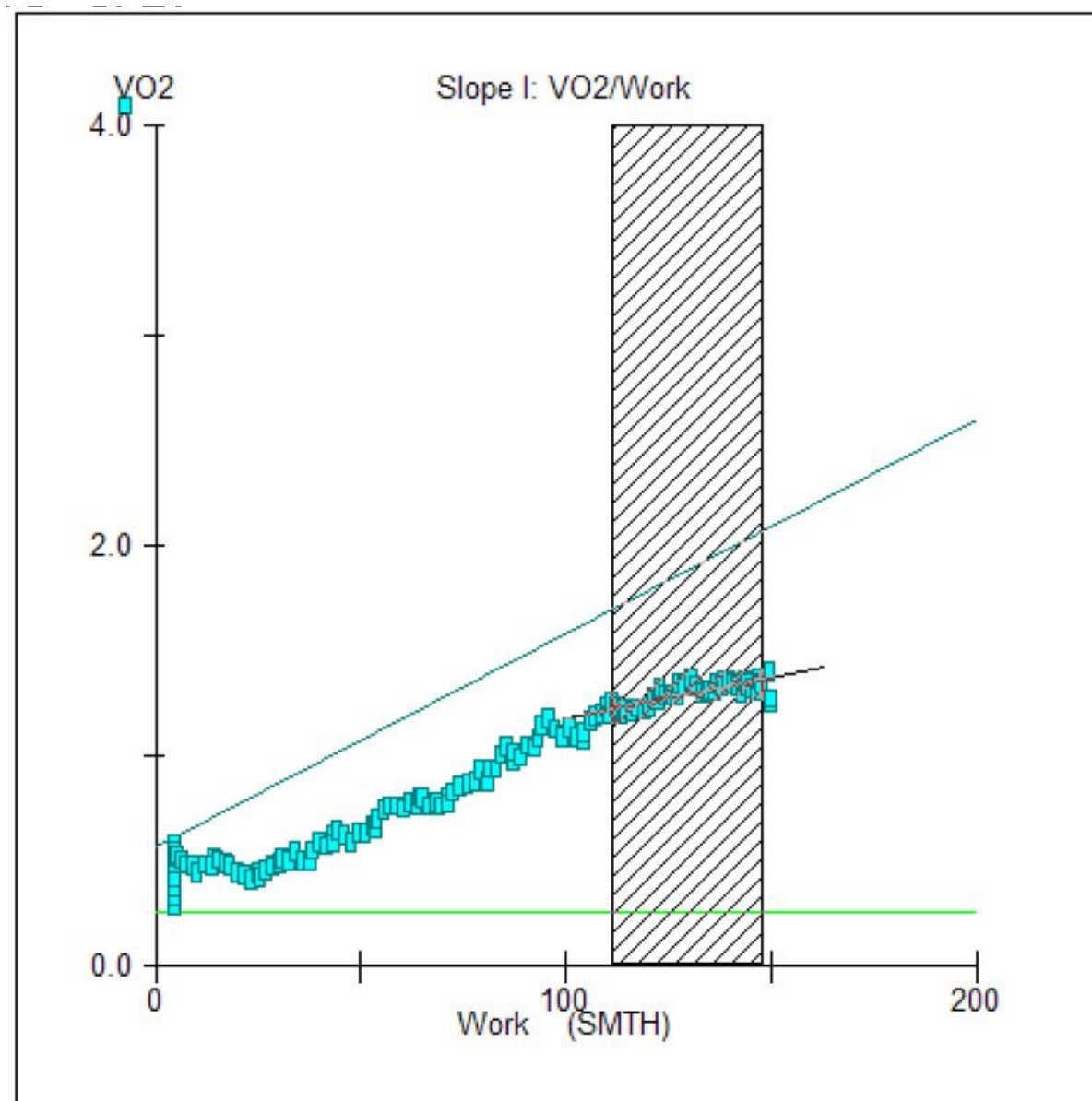
Durante le fasi finali del test
oltre i 110 Watt perdita della
linearità della relazione
 VO_2/Work con un
decremento fino a un valore
di circa 4 ml/min/watt (v.n.
10 ml/min/watt)

Slope: 0.0037

Intercept: 0.8044

X =

Y =

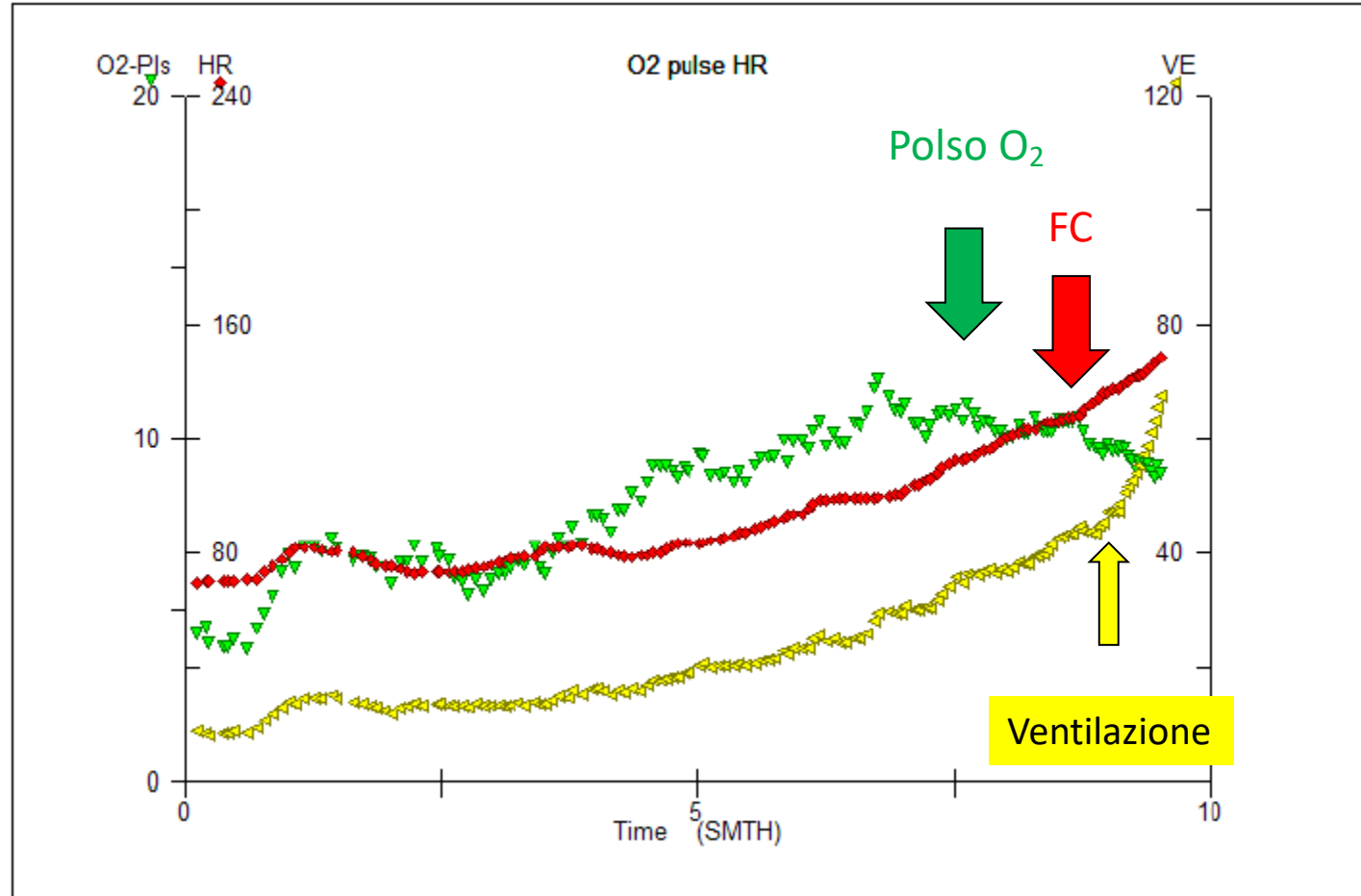


Legge di Fick
 $GC = VO_2 / (Ca - Cv)O_2$

$$VO_2/FC = SV \times (Ca - Cv)O_2$$

Contemporaneità delle variazioni dei parametri raccolti dal CPET a seguito di variazioni dello stroke volume durante l'esercizio:

- Riduzione e calo del polso dell'ossigeno
- Aumento del drive ventilatorio
- Aumento vicariante della frequenza cardiaca al fine di mantenere una gittata cardiaca adeguata



Svela una eventuale limitazione
CARDIOGENICA

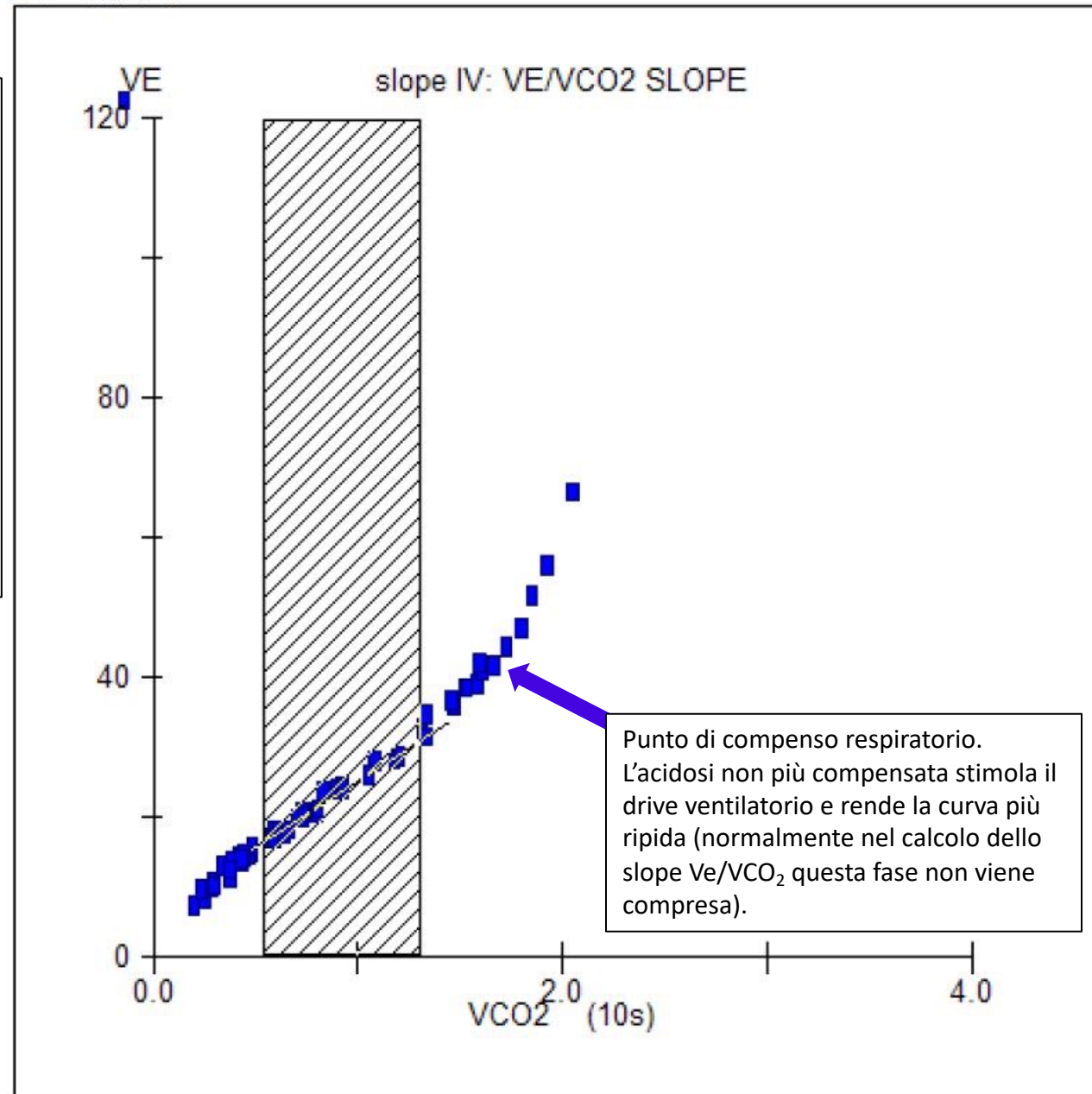
In questo caso durante le fasi finali del test a seguito del comparsa della riduzione dello stroke volume e conseguente aumento della CO_2 il drive ventilatorio è ulteriormente stimolato. Ma la fase finale della curva non va inclusa nel calcolo dello slope. Motivo per il quale in questo caso il valore Ve/VCO_2 rimane nei limiti della normalità.

Slope: 19.3625

Intercept: 5.6553

X =

Y =



Passaggi interpretativi

Al fine di cercare di comprendere le alterazioni della performance cardiaca durante l'esercizio si è ritenuto opportuno sottoporre il paziente ad esame ecocardiografico da sforzo per indagare la cinetica del ventricolo sinistro e le dinamiche valvolari

L'ecografia cardiaca da sforzo ha svelato lo sviluppo di **insufficienza valvolare mitralica di entità severa e conseguente ipertensione polmonare** che spiegano molto bene il comportamento dei parametri raccolti mediante il CPET:

- **riduzione della stroke volume documentata dal cambio di linearità del $VO_2/Work$ e dal calo del polso dell'ossigeno**
- **Incremento del drive ventilatorio per l'aumento della CO_2 e per la comparsa di ipertensione polmonare (non tale comunque da portare a desaturazione)**



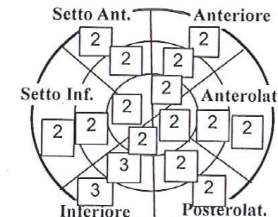
CENTRO CARDIOLOGICO S.p.A. "Fondazione Monzino"

ISTITUTO DI RICOVERO E CURA A CARATTERE SCIENTIFICO

Ecocardiogramma Color Doppler

FTI		Data: 02/04/2019		Rep.:	
Sesso: M	Eta': 55	Peso: 72	Altezza: 170	BSA: 1,832	
IE:	Apparecchio:	ECG:			
	Codici	1:	1A:	1B:	1C:
	Diagnosi	2:	2A:	2B:	2C:
		3:	3A:	3B:	3C:

Parasternale		MISURAZIONI M-MODE E 2D		Cinesi Parietale	
Aorta: (mm)		Apice			
Radice:	Atrio sinistro:	Ventricolo Sinistro		Setto Ant. Anteriore	
Ascendente:	E-setto:	Volumi: (ml) 4-C	2-C	Biplani	
Cuspidi:	Mitrale:	Diastole:		225	
Ventricolo Sinistro: (mm)	Aorta:	Indice:	0	123	
Diastole:	Setto i.v.:	Sistole:		144	
Sistole:	Parete:	Indice:	0	79	
F.A.: 0 (%)	Efflusso:	FE (%):	0	36	
Indice Ipertrafia: 0	Massa: -14 (gm/m ²)	Gittata:	0	Indice: 0	
		Atrio sinistro, area telesistolica (cm ²):		0 Non valutabile 1 Normocin. 2 Ipocinesi	



Valvola Aorta		MISURAZIONI DOPPLER		Tricuspidale	
Vel. max (m/s):		Vena Polmonare:	Mitrale	Vel. max (m/s):	
Grad. max (mmHg): 0		Integrale di flusso prevalente:	PHT (ms):	Grad. max (mmHg): 0	
Grad. med. (mmHg):			Grad. med. (mmHg):	Stima Pressione	
Integrali (cm)			Area (cm ²): 0 (0)	AD (mmHg):	
LVOT/Ao:			Vel. picco E (cm/s):	Calcolo Pressione	
Area (cm ²): 0 (0)			Decelerazione E (ms):	Sistolica VD (mmHg): 0	
Gittata: 0	Indice: 0		Vel. picco A:		
			E/A: 0		

COMMENTO

Indicazione all'esame : valutazione insufficienza mitralica in CMPD primitiva
Terapia in atto: Entresto 49/51 x 2, bisoprololo 7.5 x 2, Canrenone, Ranitidina.

ECG basale: RS 65 bpm, normale conduzione AV, piccola Q inferiore, non segni di ischemia.
PA basale 90/50 mmhg

ECO BASALE: severa dilatazione ventricolare sinistra, diffusa ipocinesia parietale, più spiccata a carico della parete inferiore, FE severamente ridotta. Al colordoppler IM centrovalvolare secondaria di grado moderato (EROA 0.26 cmq); PAPS stimata 27 mmhg.

ECG da sforzo: test condotto fino al carico di 125 W con raggiungimento dell'84% della FC massima teorica, non significative alterazioni della cinesi segmentaria; nel recupero frequente extrasistolia ventricolare polimorfa isolata, una coppia. Paziente asintomatico per angor/dispnea. PA al picco 130/80 mmhg.
ECO da sforzo: invariate le alterazioni della cinesi segmentaria senza significativa risposta iperdinamica, insufficienza mitralica massiva, severa ipertensione polmonare (PAPS 60 mmhg).

CONCLUSIONI

Severa insufficienza mitralica e severa ipertensione polmonare sotto sforzo in CMPD primitiva con severa depressione funzionale.

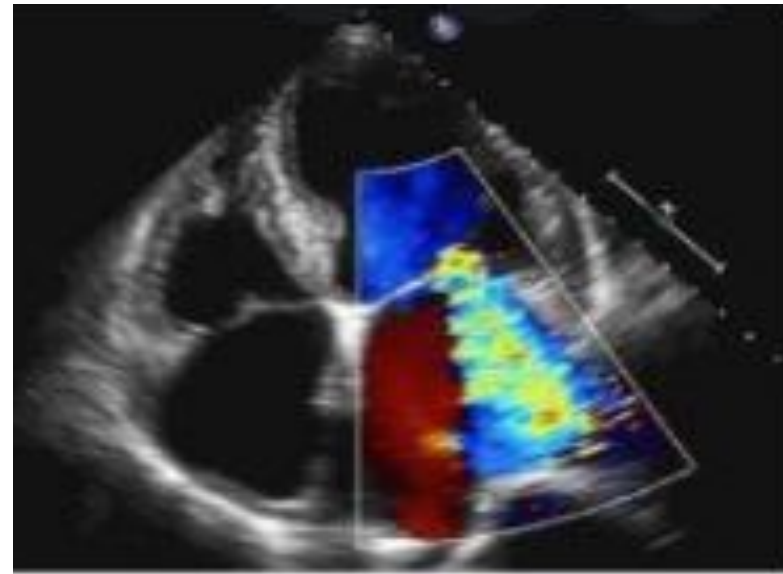
Eco
Sforzo

CONCLUSIONI

L'evidente appiattimento della curva VO₂/Work durante le fasi finali dell'esercizio e il contemporaneo decremento del polso dell'ossigeno denotano una NON adeguata performance cardiaca relativa alle aumentate richieste energetiche durante l'esercizio.

Tale riduzione della performance e conseguente limitazione di origine cardiogenica è stata svelata mediante l'utilizzo «sinergico» dell'ecografia da sforzo che ha svelato la comparsa di significativa insufficienza mitralica ed ipertensione polmonare da sforzo vs lieve insufficienza valvolare a riposo.

Il test da sforzo cardiorespiratorio si rivela un prezioso strumento nelle mani del clinico per guidare il percorso Diagnostico-Terapeutico



Grazie ! Dott. Pietro Palermo