

CUORE POLMONARE

1. Definizione

Ipertensione arteriosa polmonare pre-capillare con progressivo impegno funzionale o anatomo-funzionale delle sezioni cardiache destre da aumento delle resistenze vascolari polmonari, secondario a riduzione (estesa o circoscritta) della sezione trasversa del letto vascolare polmonare a livello capillare e/o pre-capillare, determinata da patologie toraco-polmonari.

WWW.FISIOKINESITERAPIA.BIZ

CUORE POLMONARE

2. Tipi

- **Cuore polmonare acuto:** L'I.A.P. precapillare si realizza in tempi brevi, talora brevissimi (embolia polmonare, polmonite acuta bilaterale, pnx iperteso etc.)
- **Cuore polmonare cronico:** L'I.A.P. precapillare si realizza lentamente nel tempo

CUORE POLMONARE

2. Tipi

I.A.P. pre-capillare episodica

I.A.P. pre-capillare progressivamente
ingravescente

C.P.C. anossica secondo Cournand
ipossiémica secondo Burrows

- ipossiémia
- ipercapnia

C.P.C. ostruttiva secondo Cournand
a bassa portata secondo Burrows

- restrizione ana-
tomica del
piccolo circolo

CUORE POLMONARE

3. STADI EVOLUTIVI

IMPEGNO POMPA EMATICA

I STADIO C.P.C.

- I.A.P.P. DOPO SFORZO LIEVE (40 Watts)

II STADIO C.P.C.

- I.A.P.P. A RIPOSO

III STADIO C.P.C.

- I.A.P.P. A RIPOSO
SEGNI ECG E/O
ECOCARDIOGR.
INTERESSAMENTO
CUORE DESTRO

IV STADIO C.P.C.

- I.A.P.P.
- SEGNI ECG DI C.P.C.
- SEGNI CLINICI DI I.V.D.
- IMPEGNO SECONDARIO VENTRICOLO SINISTRO

CATERISMO DESTRO



ECOCARDIOGRAMMA
ELETTROCARDIOGRAMMA



CLINICA



IMPEGNO POMPA AEREA

I FASE

INSUFFICIENZA RESPIRATORIA LATENTE

II FASE

INSUFFICIENZA RESPIRATORIA PARZIALE

III FASE

INSUFFICIENZA RESPIRATORIA GLOBALE

WALKING TEST
TEST CARDIOPOLMONARE DA SFORZO

CUORE POLMONARE

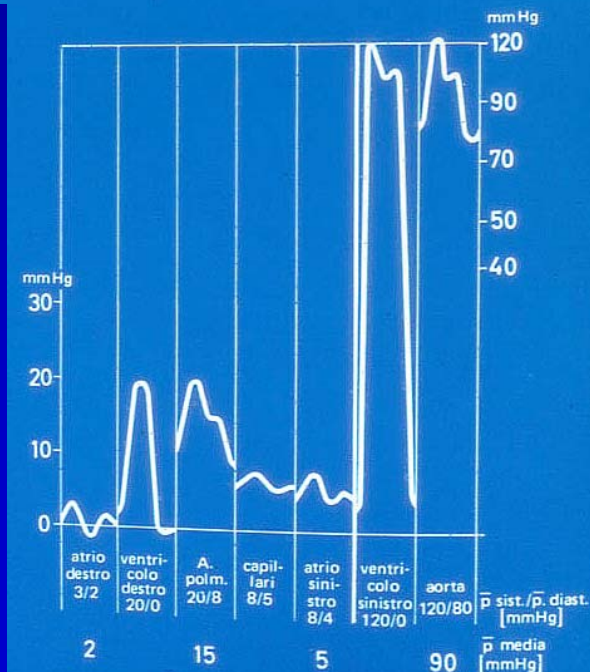
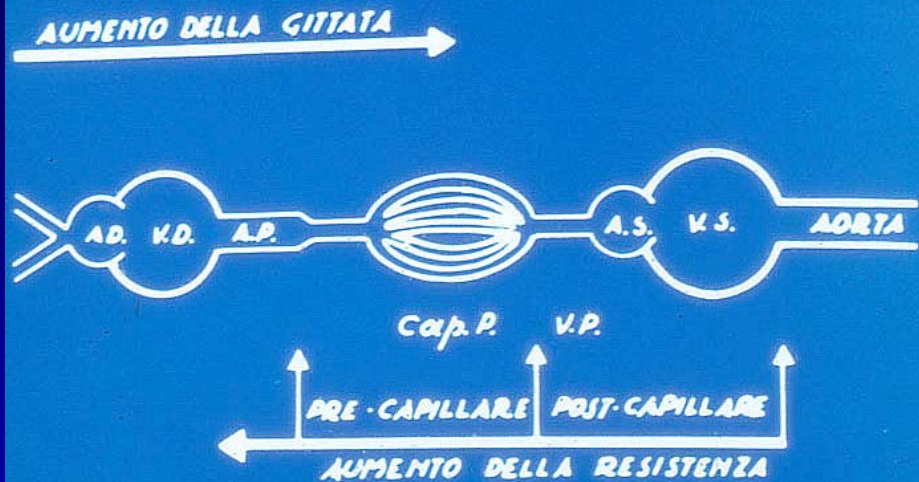
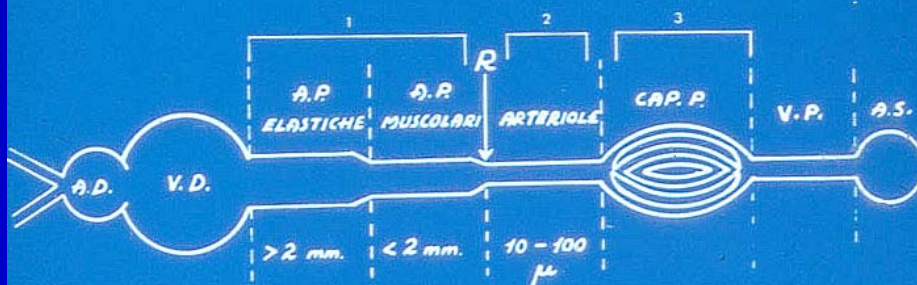
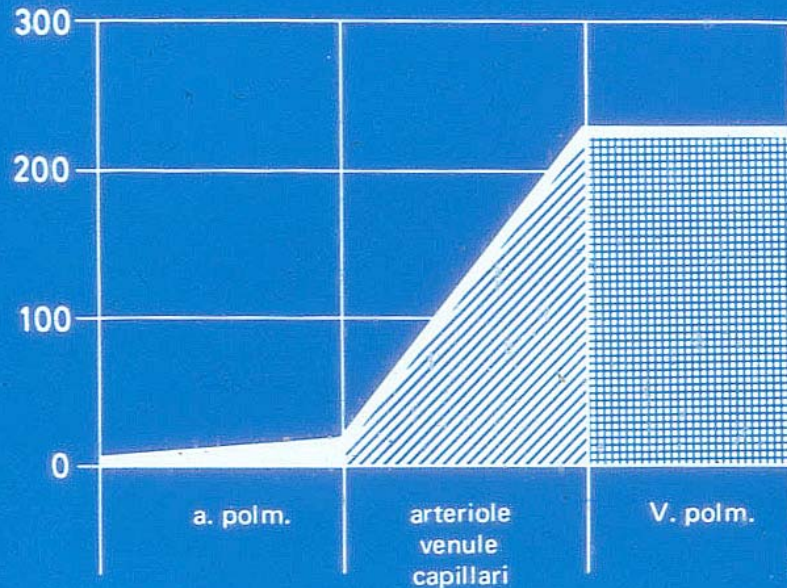
4. Caratteristiche del circolo polmonare

	Medie	Limiti		Medie	limiti
Pressioni in mm. Hg.					
<i>Vene cave</i>					
Massima	7	2-14	<i>Vene polmonari</i>	7	
Minima	5	0-8			
Media	6	1-10			
<i>Atrio destro</i>			<i>Atrio sinistro</i>		
Massima	7	2-14	Massima	13	6-20
Minima	2	-2 + 6	Minima	3	-2 + 9
Media	4	-1 + 8	Media	7	4-12
<i>Ventricolo destro</i>			<i>Ventricolo sinistro</i>		
Sistolica	24	15-28	Sistolica	130	90-140
Telediastolica	4	0-8	Telediastolica	7	4-12
<i>Arteria polmonare</i>			<i>Aorta</i>		
Sistolica	24	15-28	Sistolica	130	90-140
Diastolica	10	5-16	Diastolica	70	60-90
Media	16	10-22	Media	85	70-105
<i>Arteria polmonare incuneata («capillari polmonari»)*</i>					
Massima	16	9-23			
Minima	6	1-12			
Media	9	6-15			
<i>Resistenze</i>					
(In dyne x sec. x cm. — 5)					
Polmonari totali	200	150-250	Sistemiche totali	1150	900-1400
Polmonari arteriolari	70	45-120	Sistemiche arteriolari	850	600-900

CUORE POLMONARE

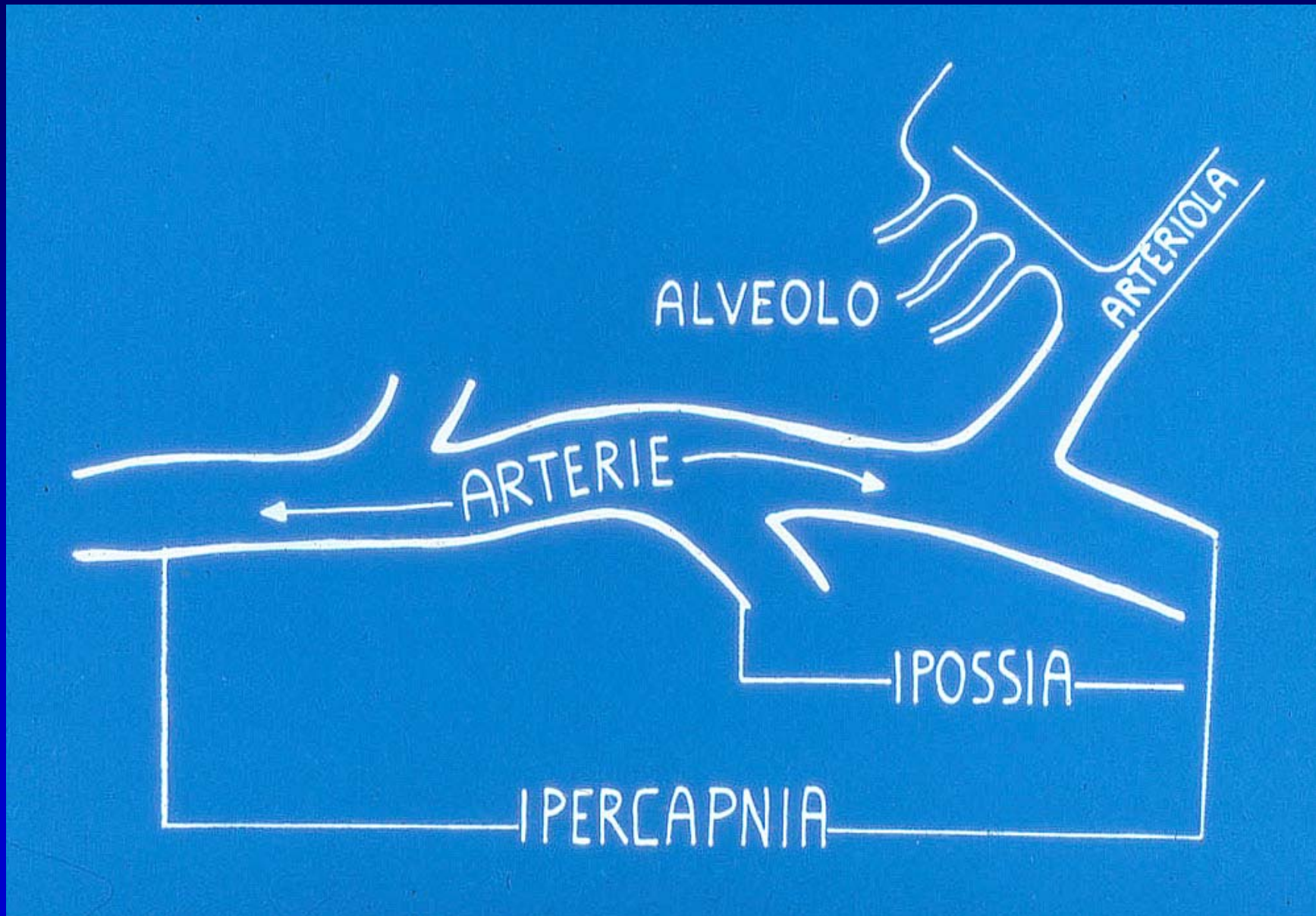
4. Caratteristiche del circolo polmonare

Resistenze vascolari polmonari
dynes sec cm⁻⁵



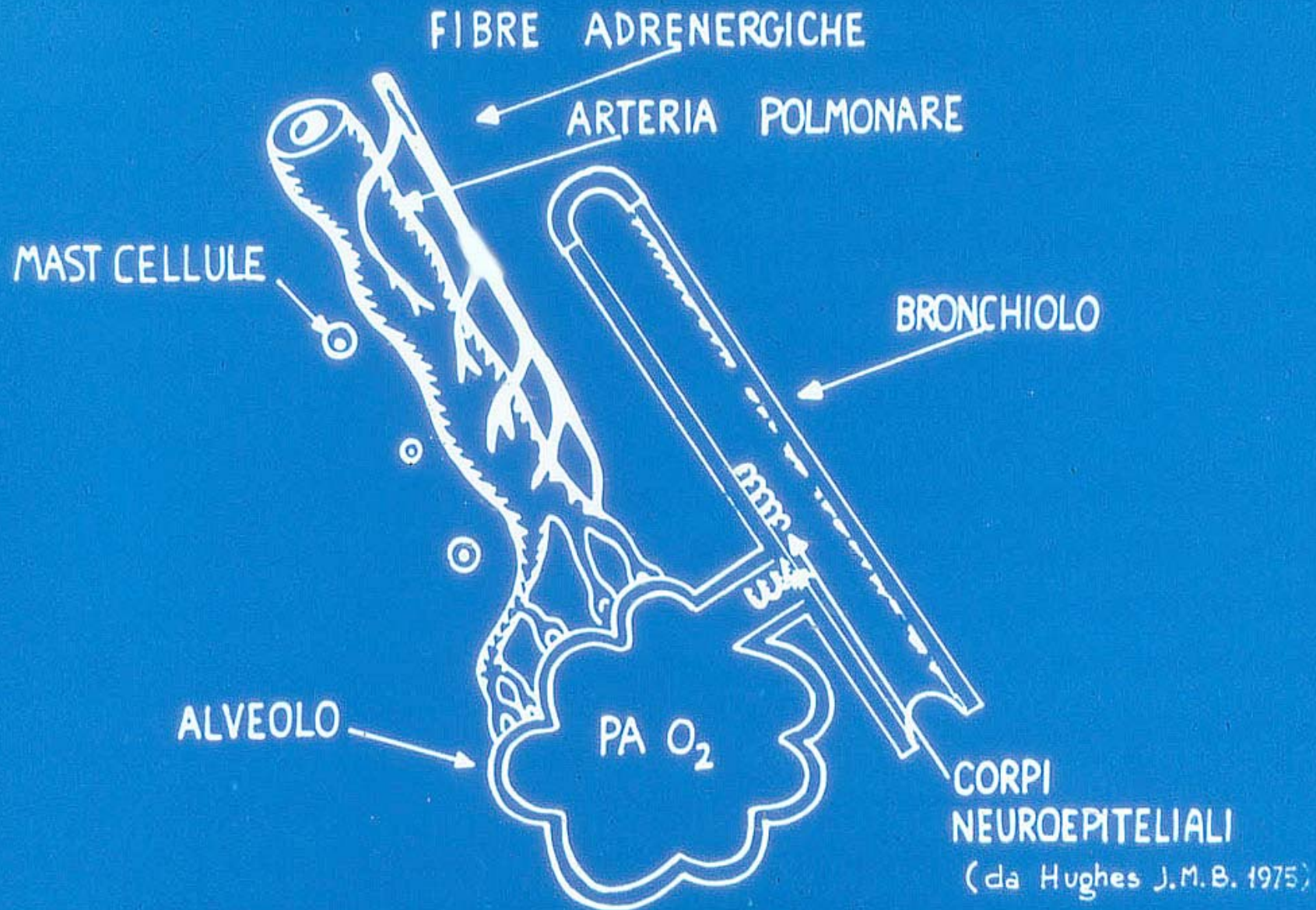
CUORE POLMONARE

5. Fattori regolatori del circolo polmonare



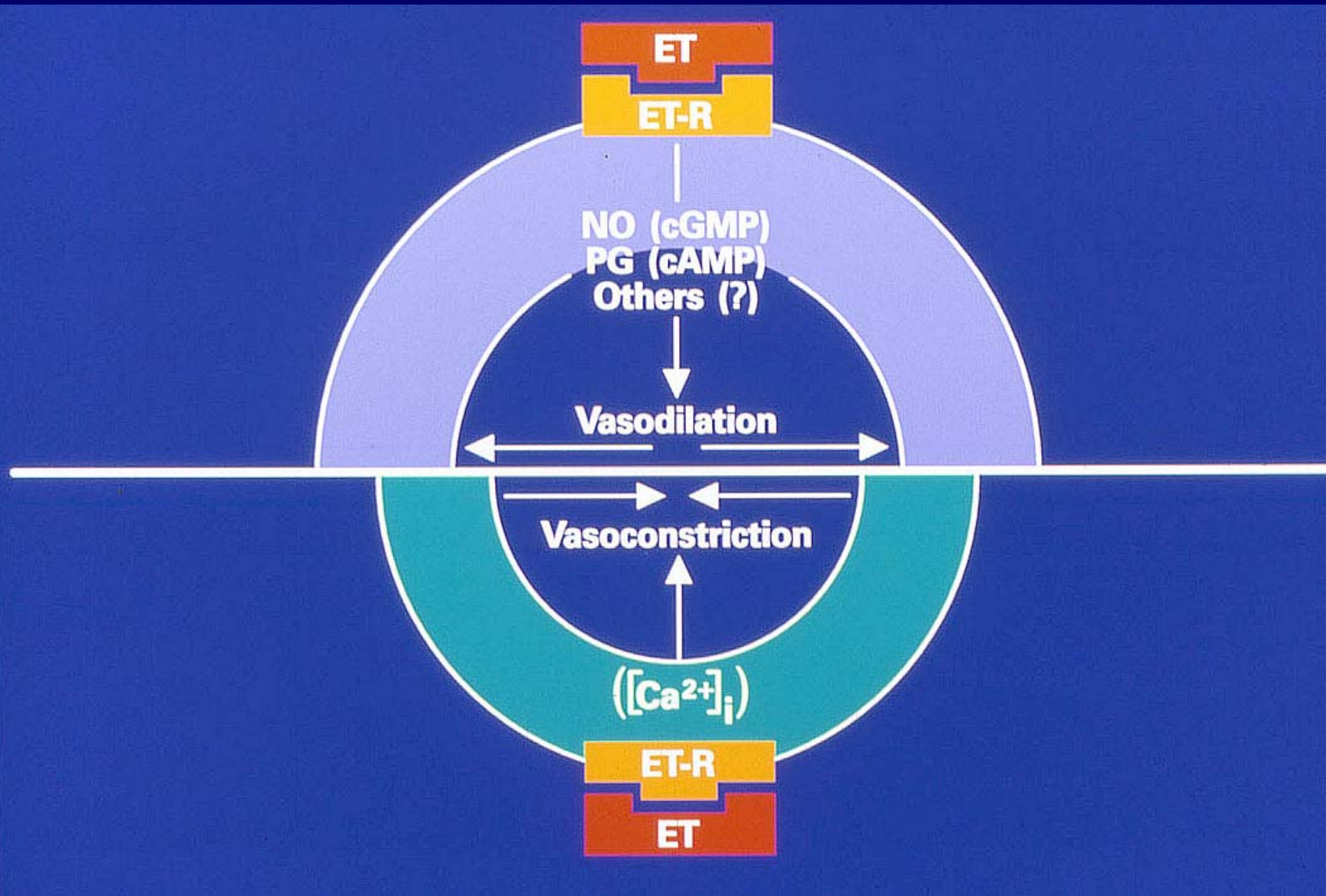
CUORE POLMONARE

5. Fattori regolatori del circolo polmonare



CUORE POLMONARE

5. Fattori regolatori del circolo polmonare



CUORE POLMONARE

5. Fattori regolatori del circolo polmonare

TURBE METABOLICHE ENZIMATICHE ED ELETTROLITICHE

IPOSSIEMIA

- ↓ legami fosforici, ↑ P inorganico
↓ ATP
- turbe miosina ATPase
- modificazioni viscosità intrinseca actomiosinica
- ↓ K_i
- ↑ K_e

IPERCAPNIA

- ↓↓ K_i
- ↑↑ K_e

CUORE POLMONARE

6. Eziologia

1 - I.A.P. pre-capillare da alta quota

2 - I.A.P. pre-capillare da alterazioni funzionali vascolari

a) Iperensione polmonare primitiva (ipertrofia funzionale)

- Sindrome di Pickwick
- Maledizione di Ondine
- Obesità
- Depressione dei centri respiratori

b) Ipoventilazione alveolare

- Deformazioni della gabbia toracica
- Deficit neuro-muscolari
- Esiti di pleurite; fibrotorace

c) Riduzione della meccanica ventilatoria parietale

3 - I.A.P. pre-capillare da alterazioni anatomiche vascolari

a) Ostruzione dei vasi polmonari

- Arteriopatie ostruttive primitive e secondarie
- Malattia tromboembolica recidivante

b) Restrizione anatomica del piccolo circolo

- Exeresi polmonare
- Broncopneumopatie croniche con estese alterazioni del parenchima polmonare
- Broncopneumopatie croniche ostruttive; enfisema polmonare cronico
- Interstiziopatie polmonari croniche granulomatose e/o fibrosanti

CUORE POLMONARE

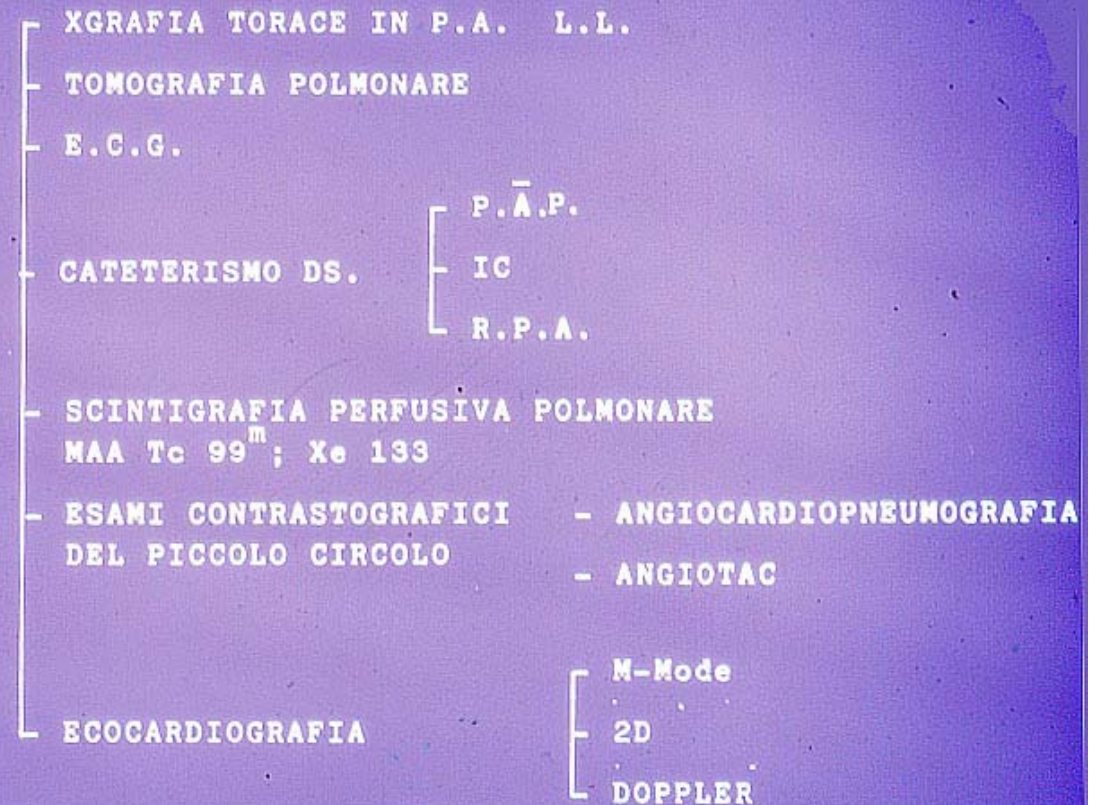
7. Cause incremento resistenze vascolari polm.

- Vasocostrizione arteriolare polmonare
- ↑ portata cardiaca
- Poliglobulia
- ↑ volume globuli rossi
- ↑ viscosità ematica
- Tendenza aggregazione eritrocitaria piastrinica
- Alterazioni del surfactant
- Alterata depressione endo-pleurica endo-mediastinica
- Alterata attività ventricolare destra
- ↑ pressione nelle vene polmonari e/o in atrio sinistro
- ↓ sezione del circolo polmonare
- Attivazione shunts anatomici extra-lobulari

CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.

STUDIO DEL PICCOLO CIRCOLO
E DELLA PERFORMANCE DEL
VENTRICOLO DESTRO



CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.

Segni elettrocardiografici concordanti per C.P.C.

- presenza dell'onda T negativa in V1, V2, V3
- deviazione dell'asse elettrico superiore a $+90^\circ$
- rapporto percentuale $R/(R+S)$ in V5 inferiore al 50%
- ampiezza dell'onda P in D2 superiore o uguale a 2 mm.
- rapporto percentuale $P/(R+S)$ in D2 superiore al 20%
- rapporto percentuale $R/(R+Q)$ in aVR superiore al 50%
- rapporto percentuale $R/(R+S)$ in V1 superiore al 50%

(Bernard e coll. - Boll. Organizzazione
Mondiale della Sanità 49, 155, 1973)

CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: ecocardiografia

Forme iniziali

- Possono non apprezzarsi alterazioni a carico del ventricolo destro
- Aumento del rapporto A/E
- Insufficienza tricuspидale per lo più di grado lieve

Forme di media gravità

- Ipertrofia del ventricolo destro
- Iniziale dilatazione del ventricolo e dell'atrio destro

Forme gravi

- Ipertrofia e dilatazione del ventricolo destro
- Riduzione della contrattilità del ventricolo destro
- Movimento paradossso del setto interventricolare, sbandato verso il ventricolo sinistro
- Dilatazione marcata dell'atrio destro e del sistema vena cava-sovraepatiche con comportamento paradossso con gli atti del respiro
- Marcata alterazione del rapporto A/E
- Costante insufficienza tricuspидale

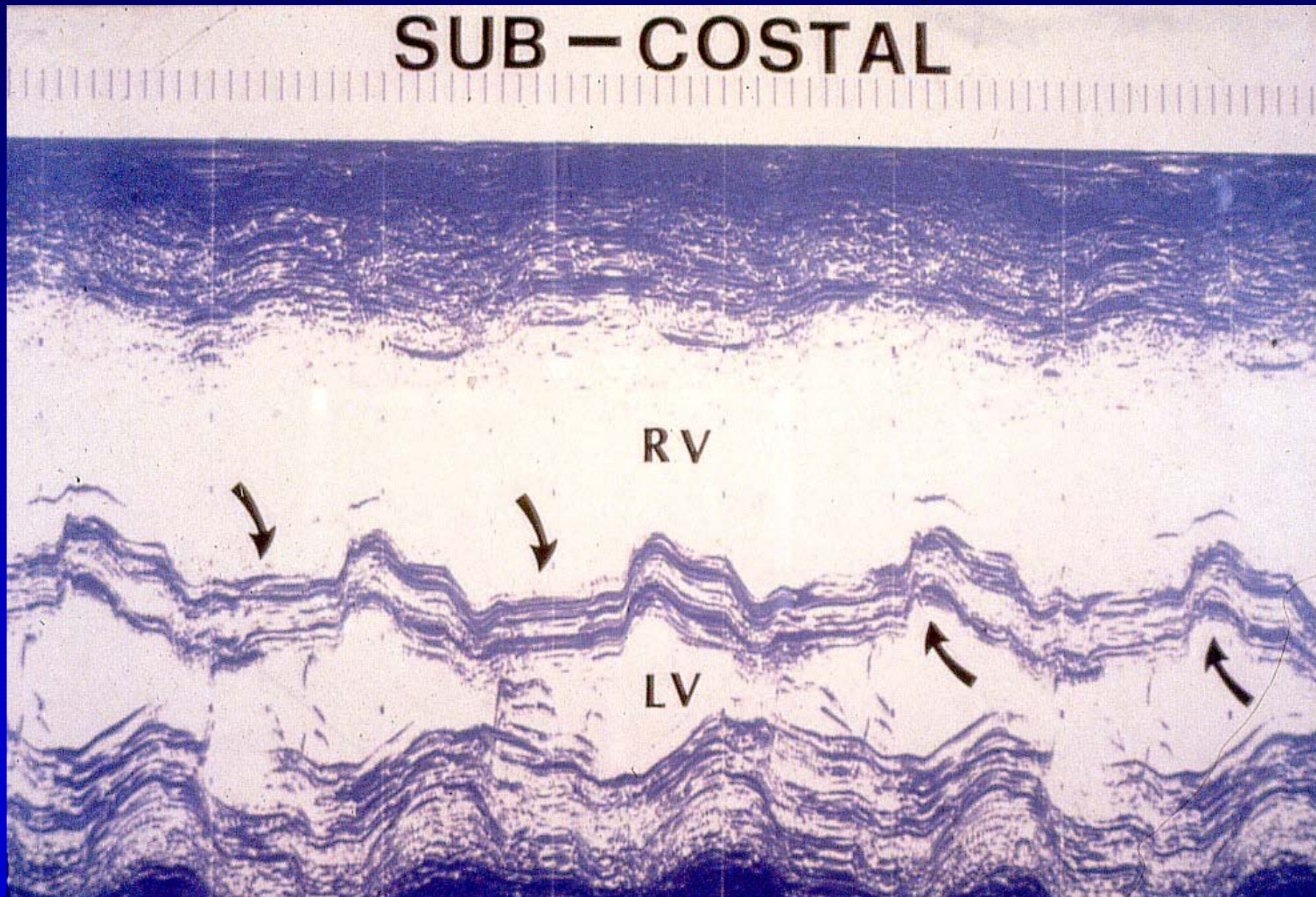
CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: ecocardiografia

- Dilatazione del ventricolo destro
- Eventuale riduzione dei diametri del ventricolo sinistro
- Movimento paradossico del setto interventricolare con dislocazione verso il ventricolo sinistro in diastole
- ↑ diametro arteria polmonare
- Dilatazione del sistema vena cava-sovraepatiche e comportamento paradossico con gli atti del respiro
- Insufficienza tricuspидale

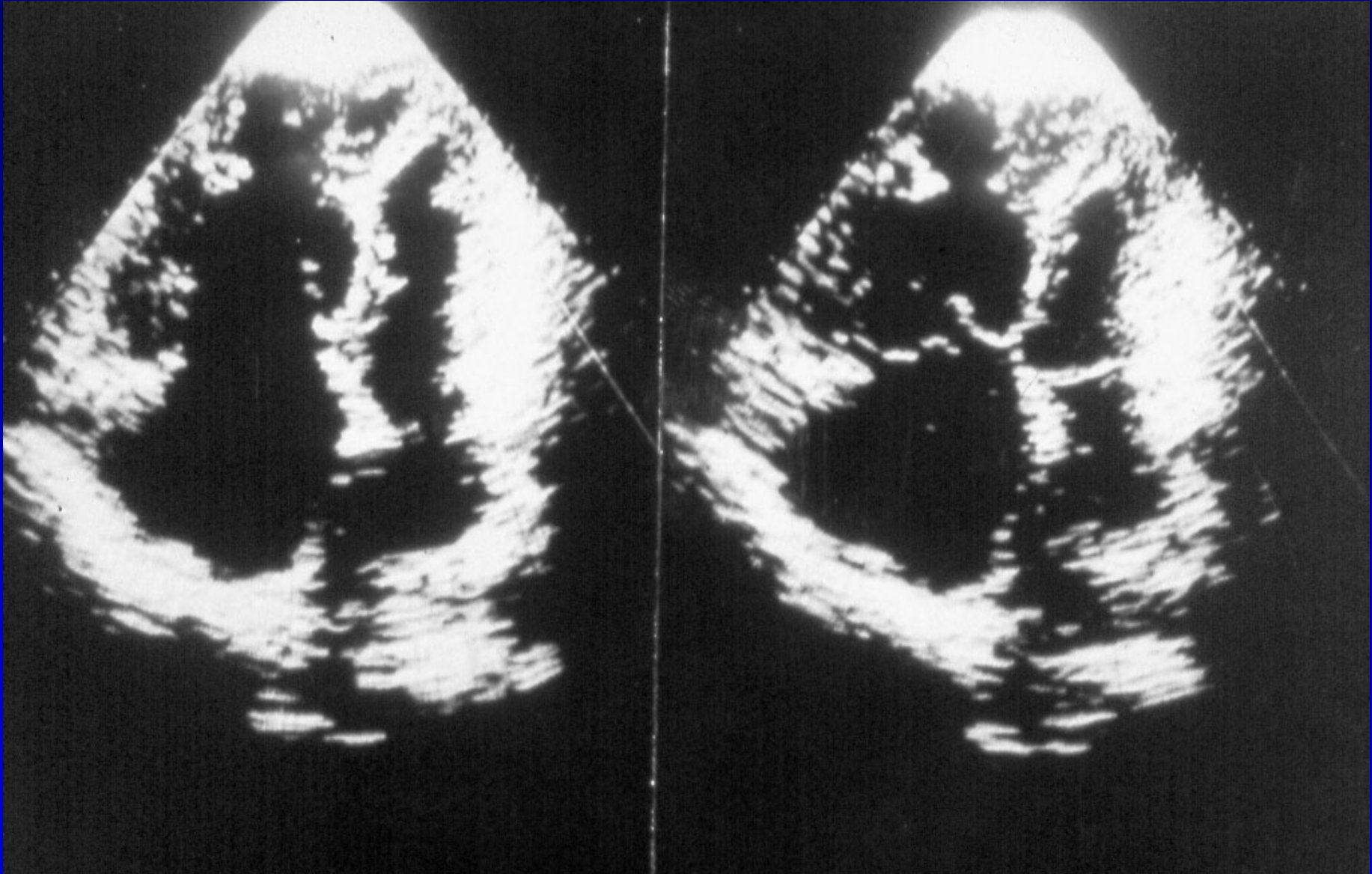
CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: ecocardiografia



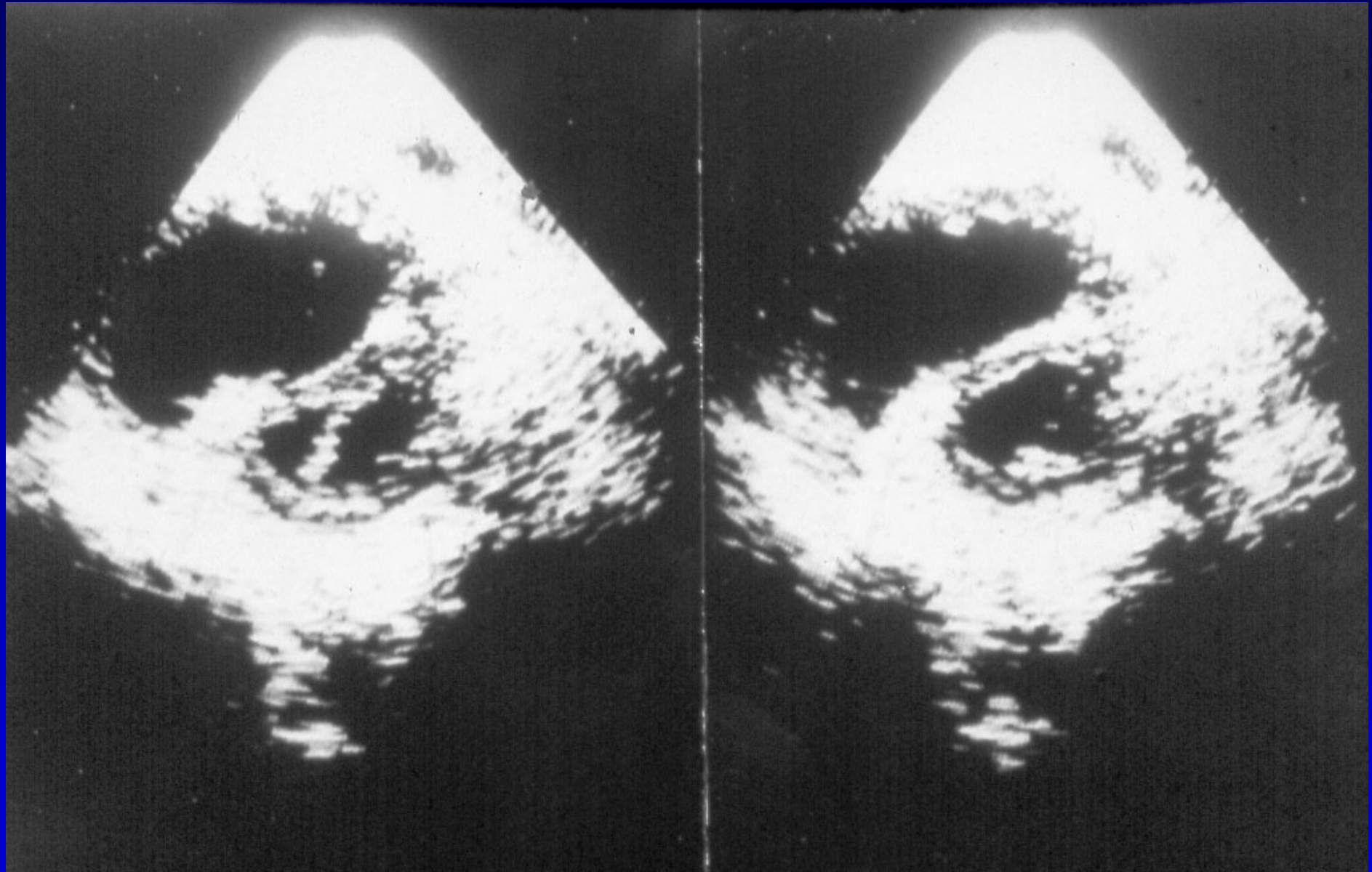
CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: ecocardiografia



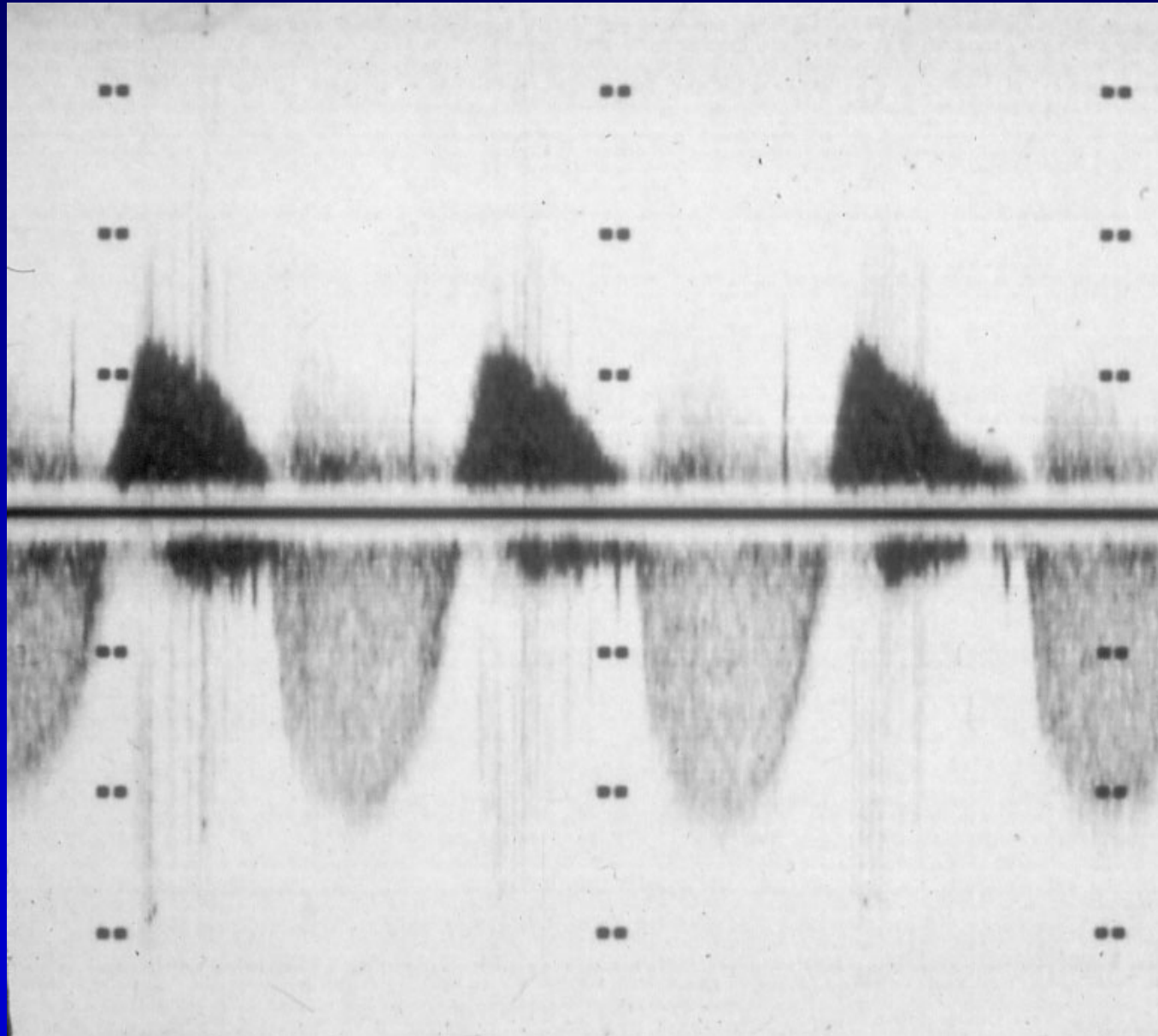
CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: ecocardiografia



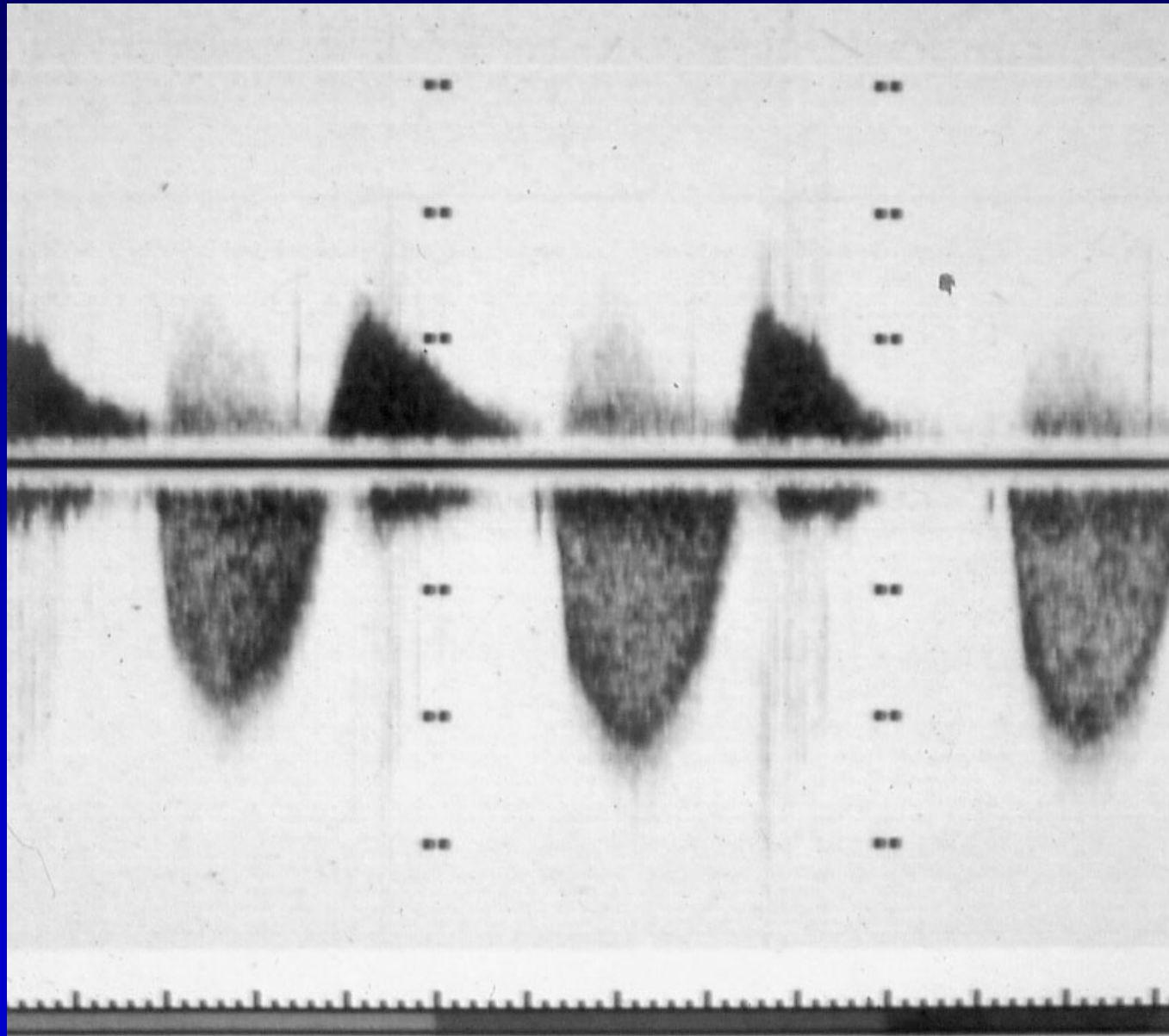
CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: ecocardiografia



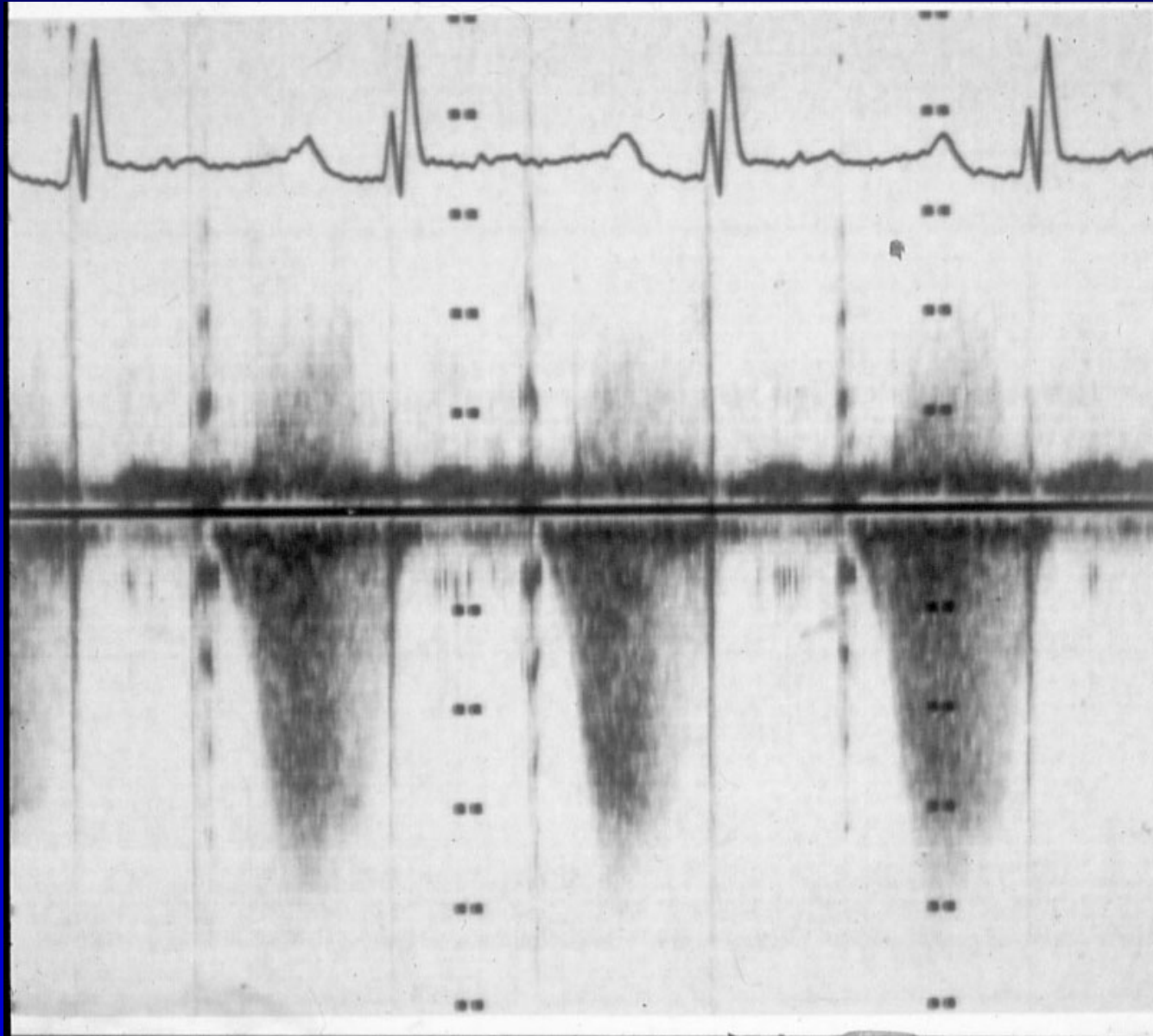
CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: ecocardiografia



CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: ecocardiografia



CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: Cateterismo cardiaco ds.

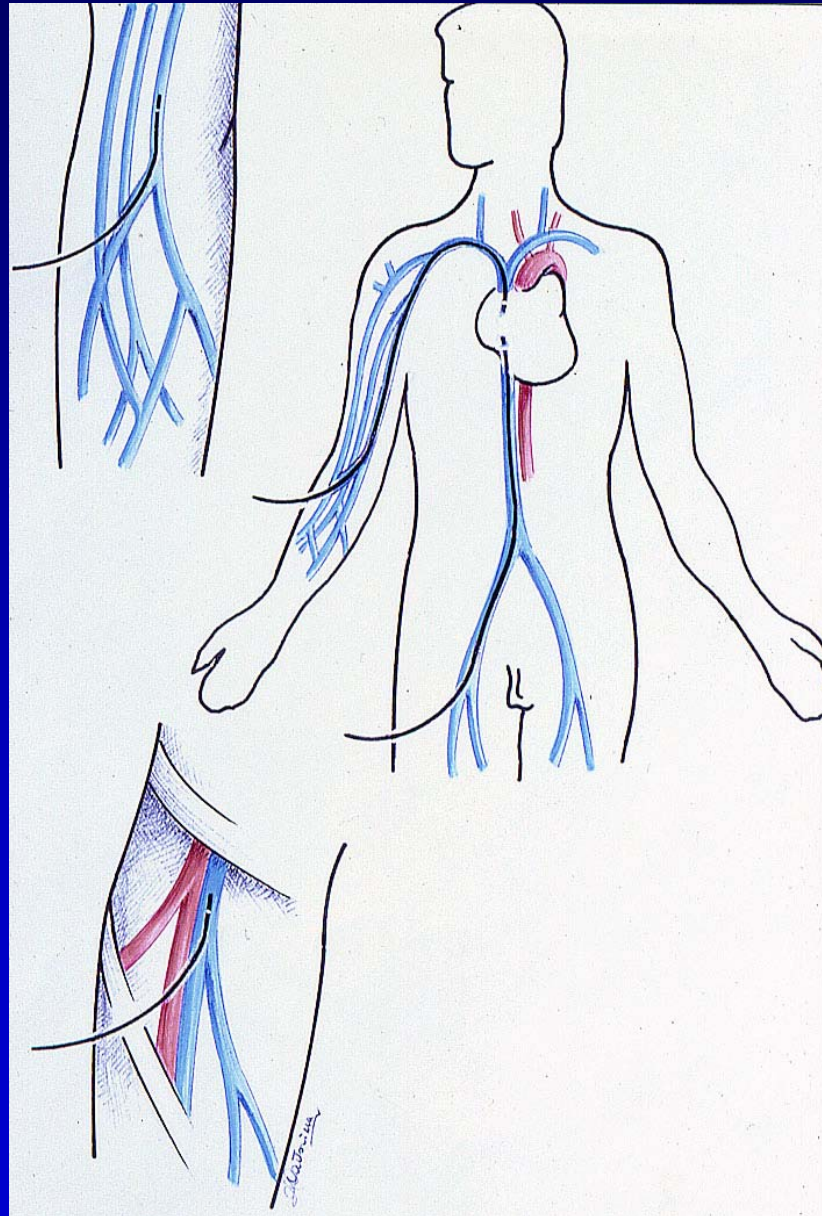
- rilievo aspetti morfologici delle curve pressorie cavitare
- analisi dati di pressione nei vari settori esplorati
- riscontro salti ossimetrici : esistenza e qualificazione eventuali shunts intra o extracardiaci
- calcolo gittata cardiaca; indice cardiaco; resistenze polmonari totali ed arteriolari

identificazione di
Sindromi qualificate

- S. da iperafflusso
- S. da ipoafflusso
- Cardiopatia polmonare
 - acuta
 - cronica
- Polmone da stasi

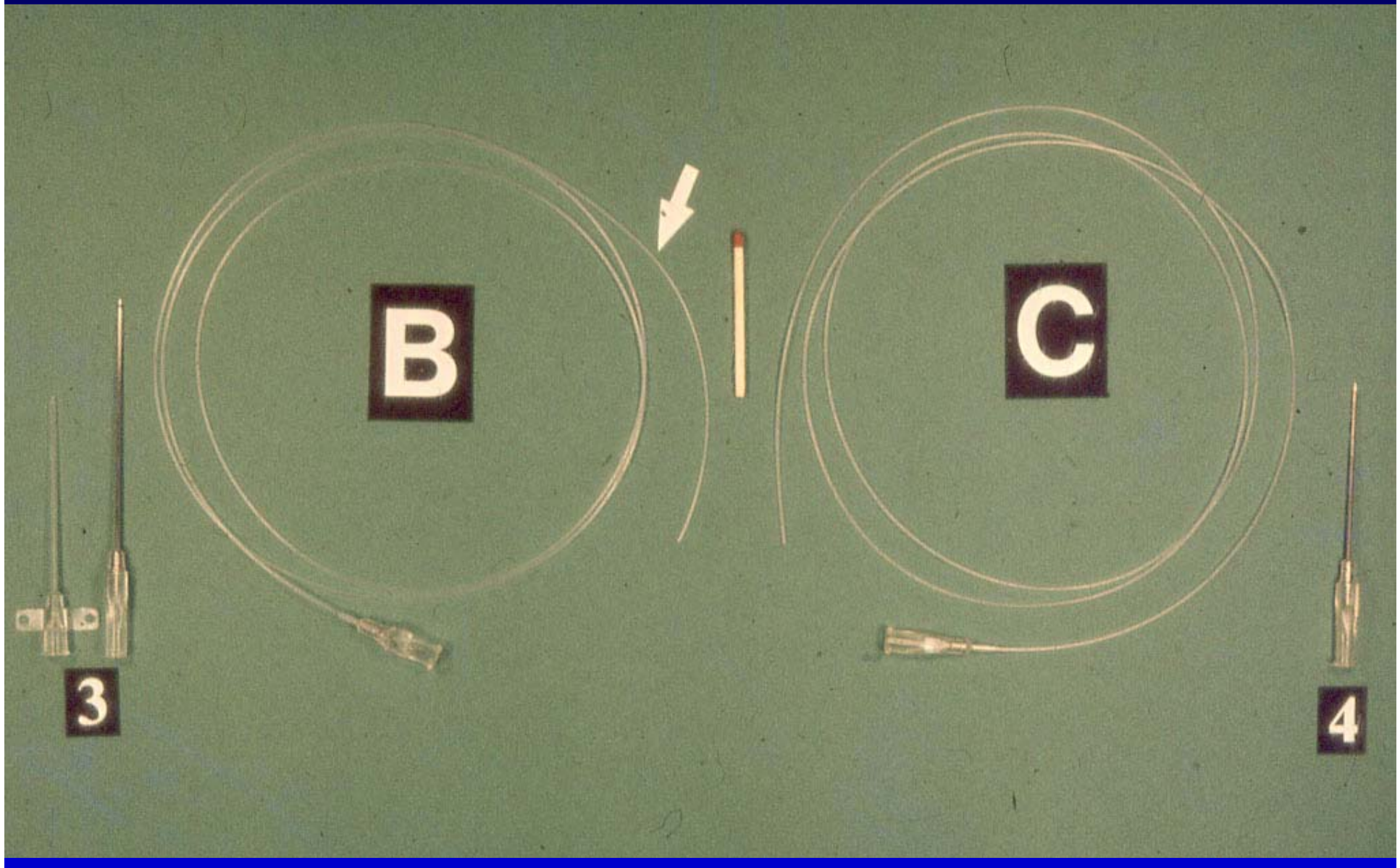
CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: Cateterismo cardiaco ds.



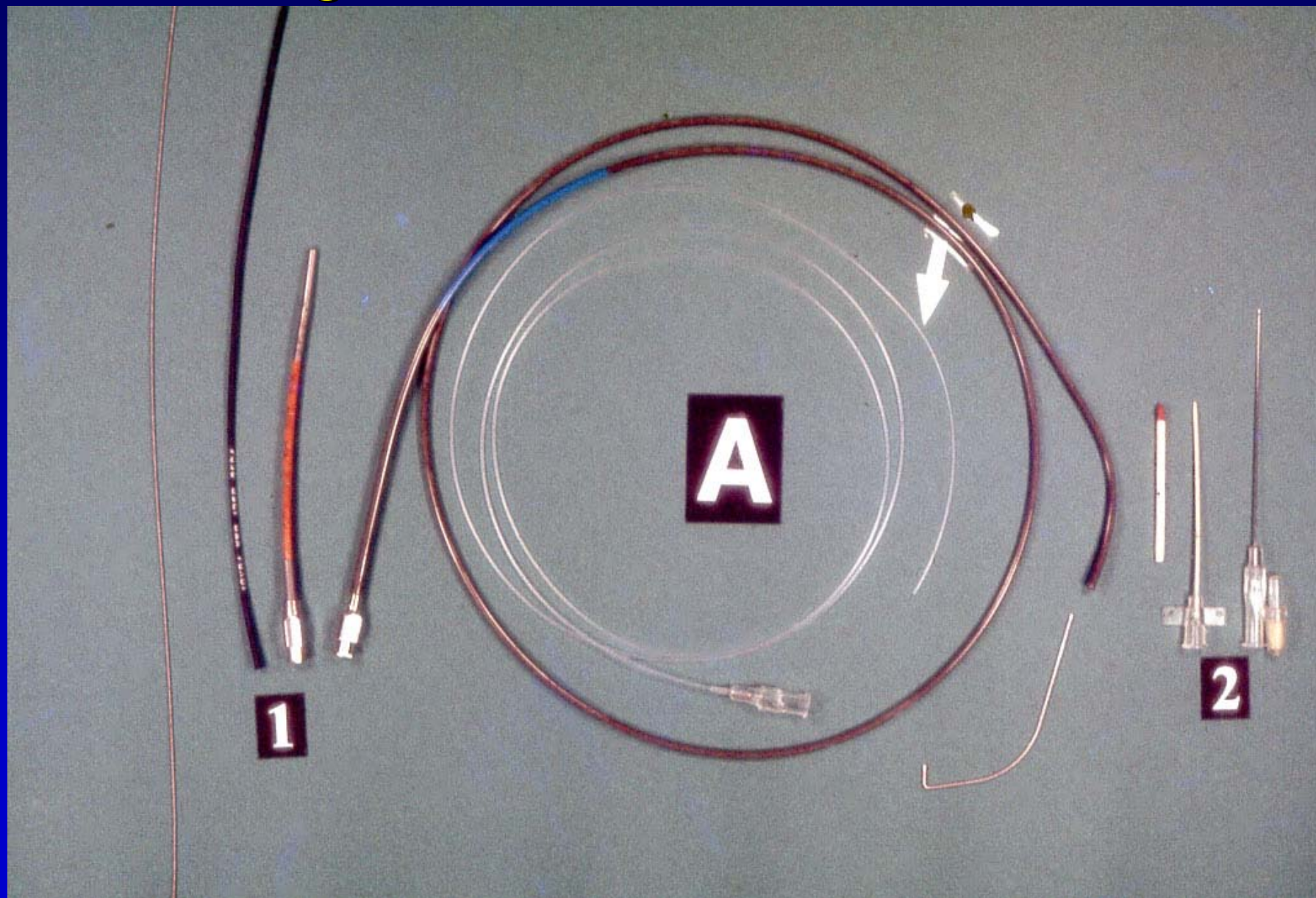
CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: Cateterismo cardiaco ds.



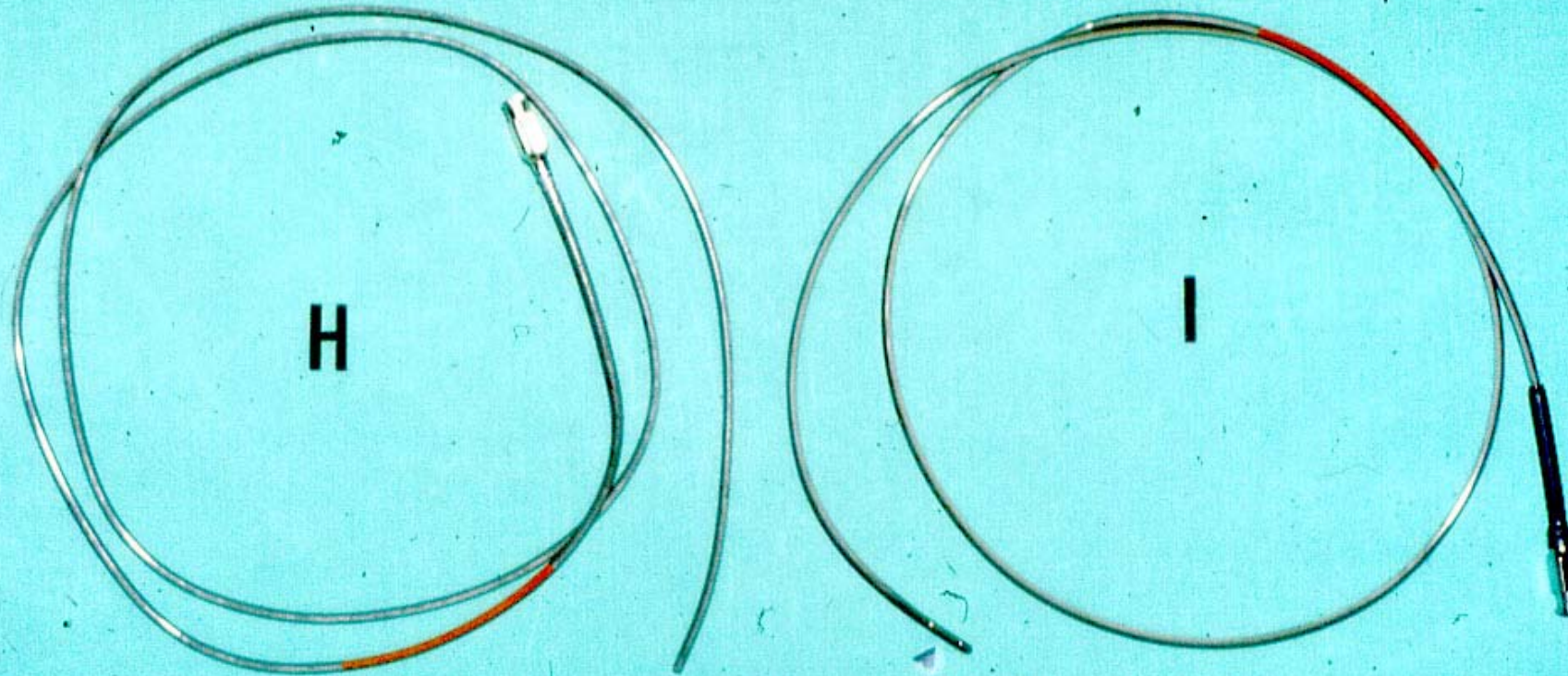
CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: Cateterismo cardiaco ds.



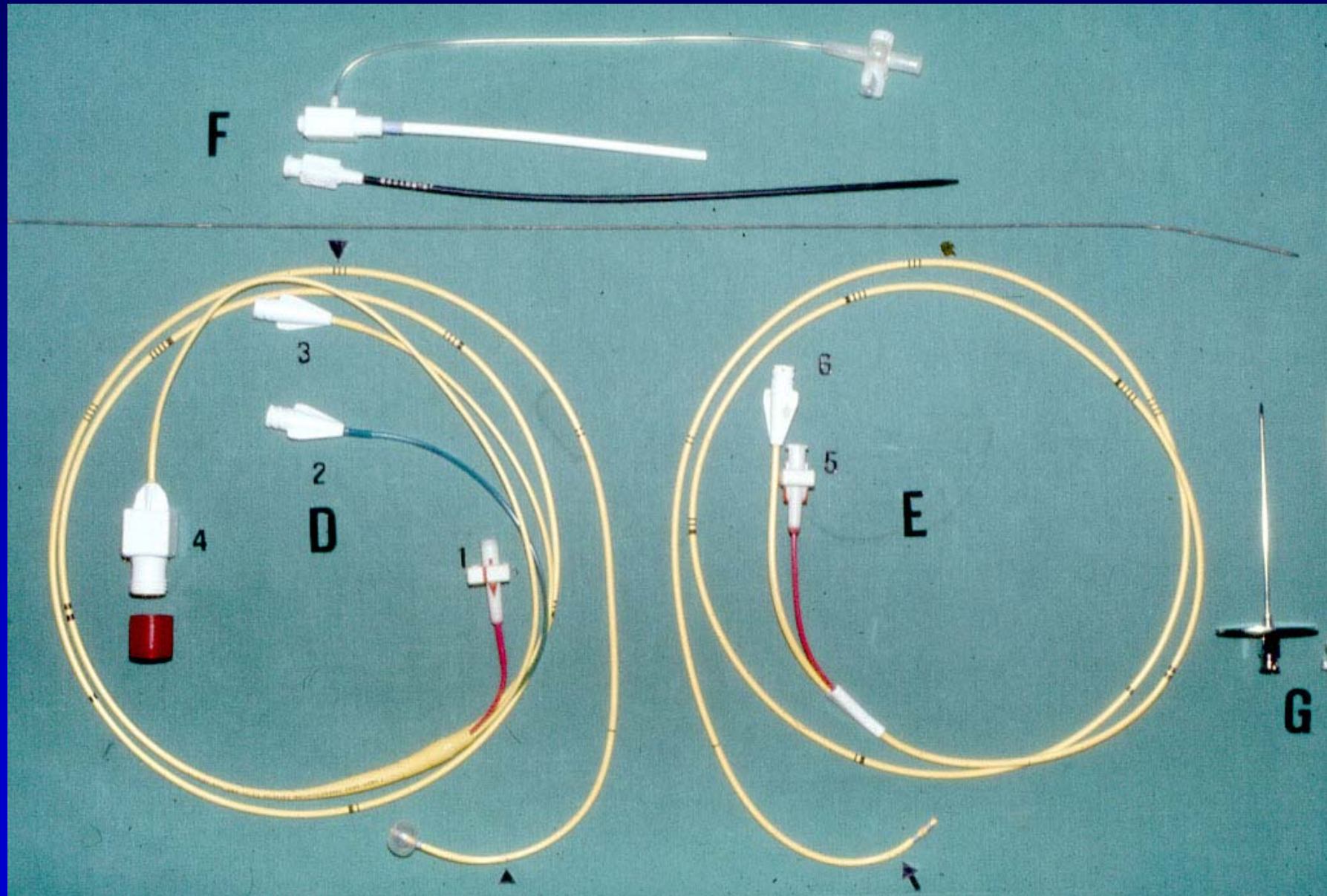
CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: Cateterismo cardiaco ds.



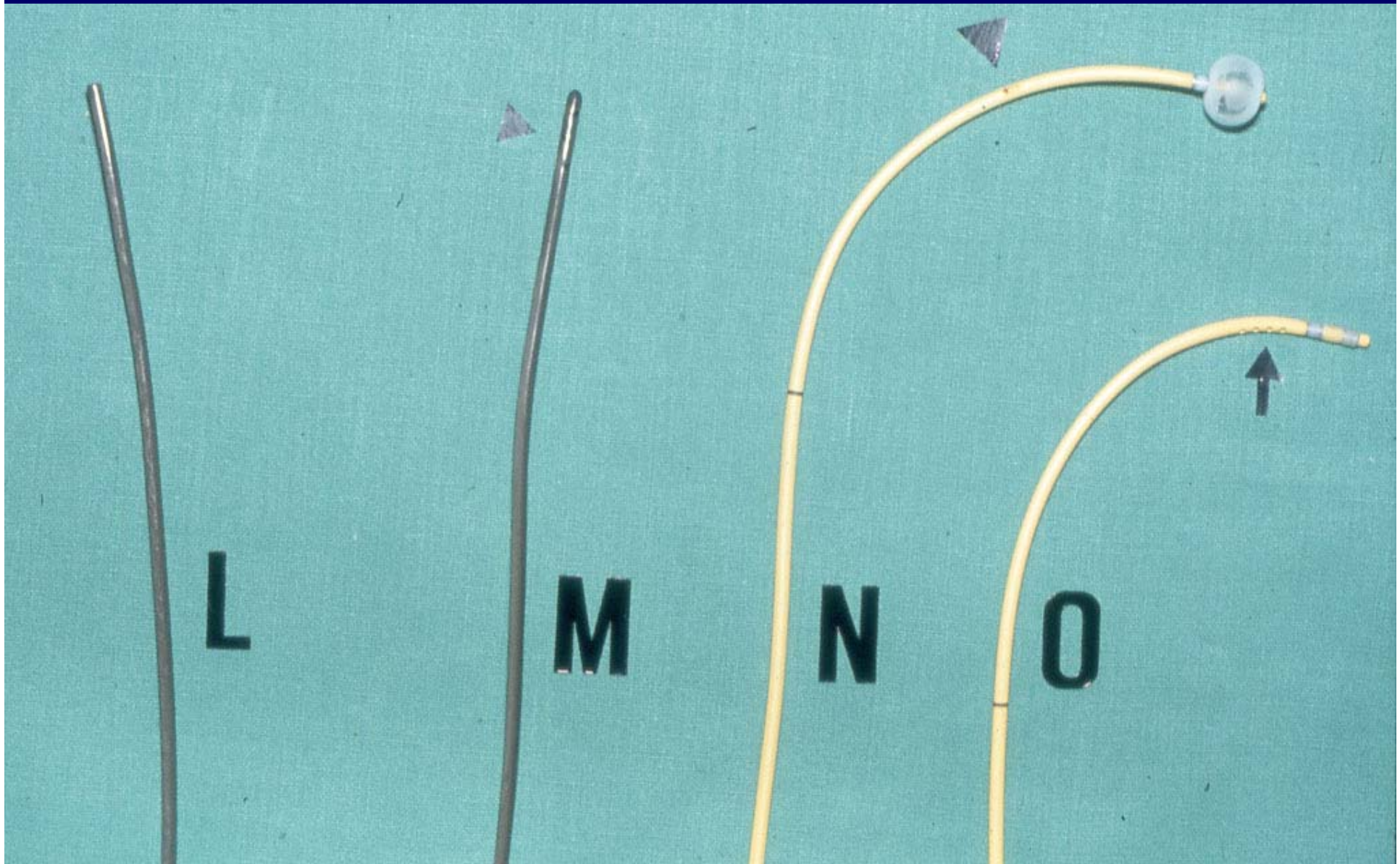
CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: Cateterismo cardiaco ds.



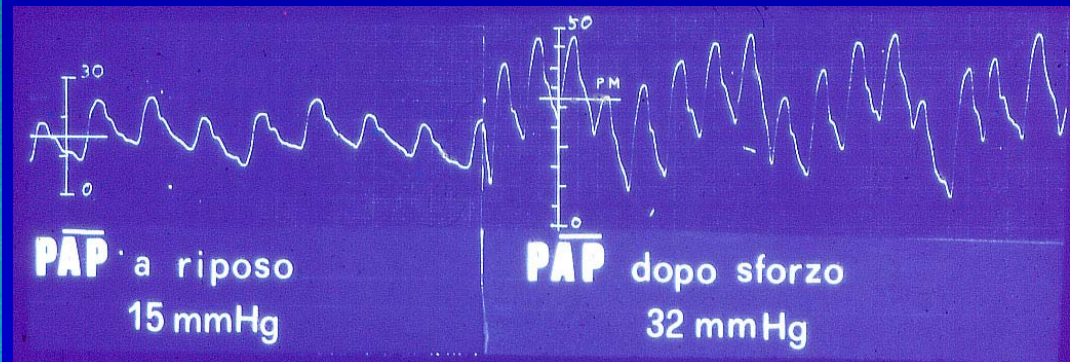
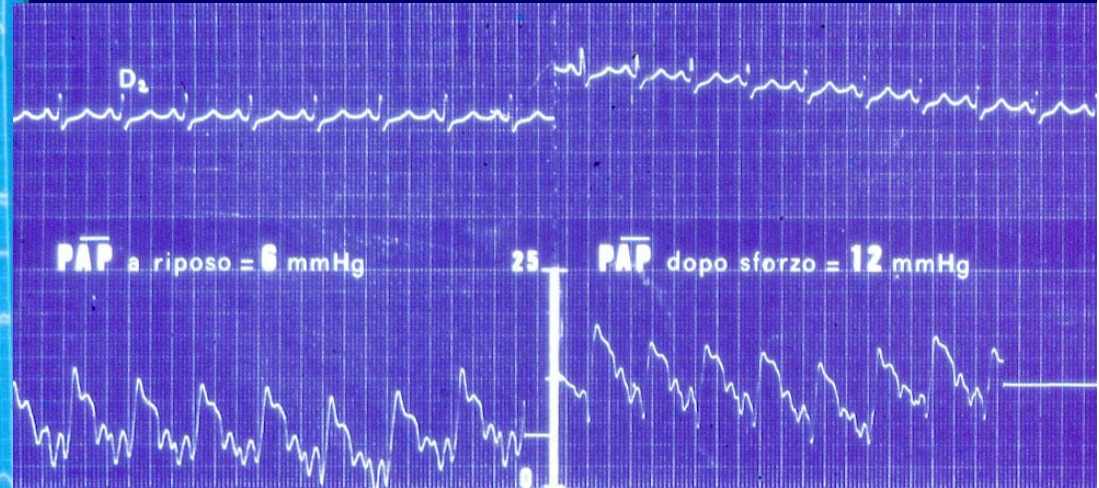
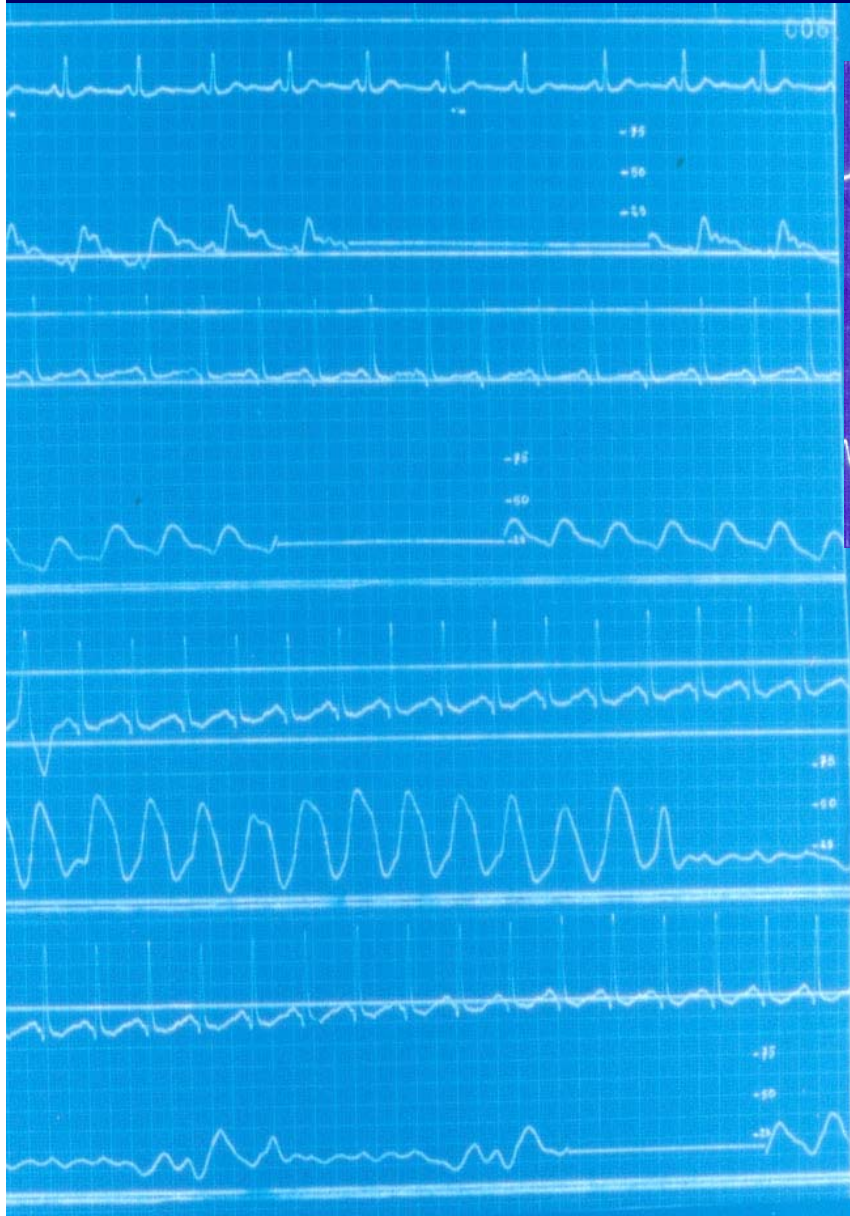
CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: Cateterismo cardiaco ds.



CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: Cateterismo cardiaco ds.



CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: Cateterismo cardiaco ds.

Legge di Ohm

$$R = \frac{\text{FEM} = \Delta v}{\text{flusso di corrente} = I}$$

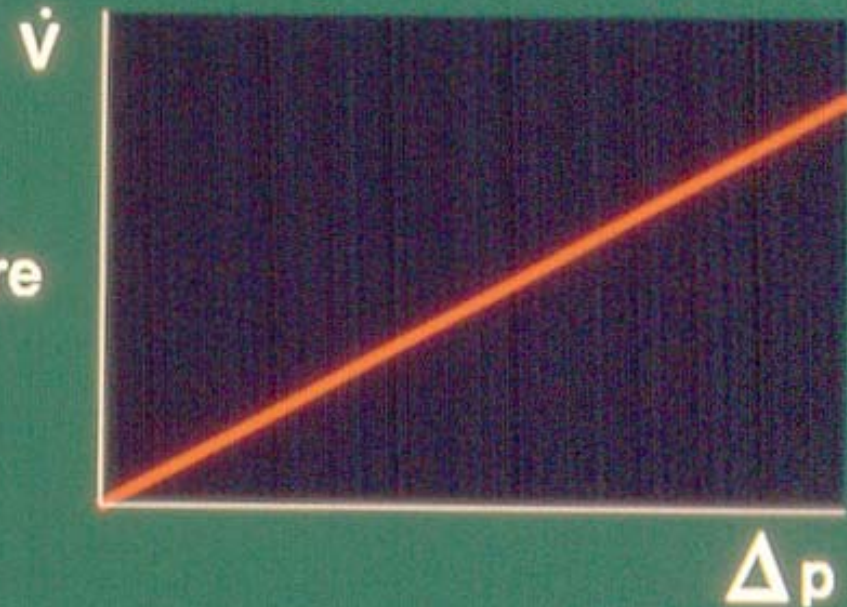
$$\text{analogamente } R = \frac{\text{Pressione di spinta} = \Delta P}{\text{Flusso di sangue} = \dot{Q}}$$

CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: Cateterismo cardiaco ds.

Fluidi Newtoniani
Condotti lineari
Flusso lineare

Legge di Hagen-Poiseuille



relazione lineare

$$\text{Flusso} = \frac{P \pi r^4}{8 \eta l}$$

$P = \Delta P =$ pressione di spinta

CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: Cateterismo cardiaco ds.

$$\text{Resistenze} = \frac{\text{pressione di spinta}}{\text{flusso}} = \frac{8 \eta l}{\pi r^4}$$

Flusso lineare



↑ Velocità

(↑ resistenze)



Flusso turbolento

n° di Reynolds > 2000

$$N Re = \frac{2 r v d}{\eta}$$

v = velocità media di scorrimento

d = densità

η = viscosità

CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: Cateterismo cardiaco ds.

Legge di Venturi $P = KV^2$



K = costante di proporzionalità,
che dipende dalla densità

CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: Cateterismo cardiaco ds.

Gittata sistolica

Quantità di sangue espulsa dal cuore ad ogni sistole

$$\text{G.S.} = \frac{\dot{Q}}{\text{f.C.}}$$

CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: Cateterismo cardiaco ds.

Flusso o gittata o portata cardiaca


Quantità di sangue che viene espulsa dal ventricolo sinistro o dal ventricolo destro nell'unità di tempo = a circa 5 litri al minuto.

Rapportando la gittata cardiaca alla superficie corporea, indice cardiaco, si eliminano le differenze inter-individuali

CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: Cateterismo cardiaco ds.

Metodi di calcolo della portata cardiaca

- 
- M. diretto di Fick
 - M. diluizione indicatore
 - M. della termodiluizione
 - M. indiretto di Fick

CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: Cateterismo cardiaco ds.

Principio di Fick:

"La quantità di una sostanza estratta dal circolo ematico nell'unità di tempo dipende dalla gittata cardiaca nella stessa unità di tempo e dalla differenza tra i contenuti arterioso e venoso della stessa sostanza".

$$\begin{array}{ccccc} \text{Consumo di O}_2 & = & \text{Flusso} & \times & \text{differenza a-v O}_2 \\ \text{ml/min} & & \text{l/min} & & \text{ml/l} \end{array}$$



CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: Cateterismo cardiaco ds.

Limitazioni all'uso del metodo di Fick
(errori di valutazione fino al 60%)

- a riposo quantità di O_2 scambiata dal polmone uguale a quantità consumata dai tessuti
- \dot{Q} del ventricolo sinistro = \dot{Q} polmonare
- paziente in condizioni stabili durante la prova :
assenza di variazioni consumo O_2
(consumo di $O_2 = \dot{Q} \times \Delta a-v O_2$)

assenza variazioni transitorie $\left\{ \begin{array}{l} \dot{Q} \text{ polmonare} \\ \dot{V}E \end{array} \right.$



CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: Cateterismo cardiaco ds.

$$\text{Resistenze totali polmonari} = R = \frac{\text{pressione di spinta} = \Delta p \bar{P}AP - \bar{P}a. \text{ sin.}}{\text{flusso di sangue} = \dot{Q}}$$

$$\text{Resistenze arteriolari polmonari} = \frac{\Delta P = \bar{P}AP - \bar{P}cp}{\dot{Q}}$$

CUORE POLMONARE

8. Diagnosi C.P.C.: Cateterismo cardiaco ds.

$$R = \frac{\Delta P}{\dot{Q}} = \frac{\text{dyne/cm}^2}{\text{cm}^3/\text{sec.}}$$

ovvero $\frac{\text{dyne x sec.}}{\text{cm}^5}$

ovvero $\text{dyne x sec. x cm}^{-5}$

oppure $\frac{\text{mmHg}}{\text{ml/sec.}} = \text{Unità Wood}$