

Incontri Pitagorici di Cardiologia 2012

IX Edizione

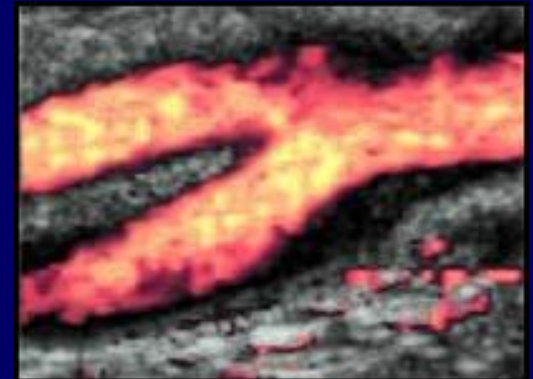
L'Ecocolordoppler Carotideo e Transcranico in Cardiologia

R. Capparelli

Neurologia ASP Kr

Hotel Casa Rossa

Crotone, 4-5-6 ottobre 2012



SINSEC

NEUROSONOLOGIA

- VASCOLARE

- NON VASCOLARE

Sommario

1. ECOCOLORDOPPLER T.S.A.

- Caratteristiche e limiti
- Metodologia e reperti normali
- Indicazioni in Cardio-Neurologia

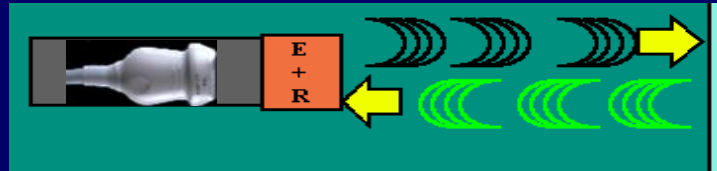
2. DOPPLER TRANSCRANICO (TCD) ed ECOCOLORDOPPLER TRANSCRANICO (TCCD)

Metodiche di studio

ECO-DOPPLER

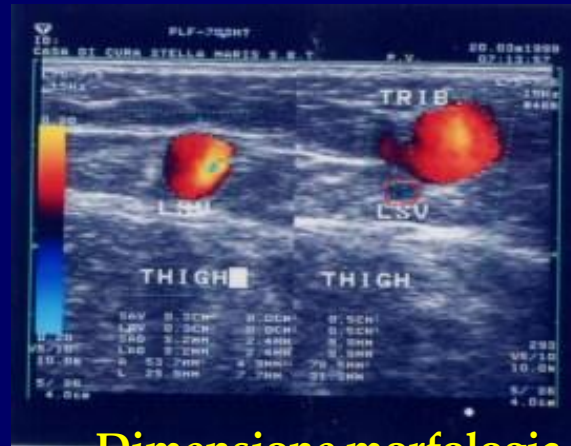
VANTAGGI

- Valutazione morfologica ed emodinamica
- Sensibilità e specificità ottima
- Non invasiva
- Basso costo

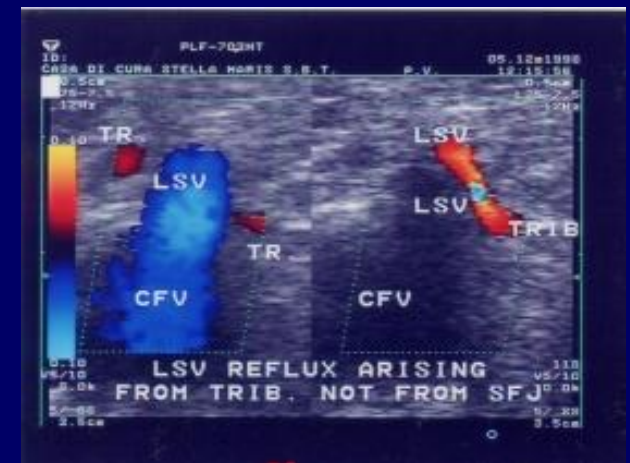


SVANTAGGI

- Operatore dipendente
- Arterie distali di difficile valutazione



Dimensione morfologia e spessore di parete



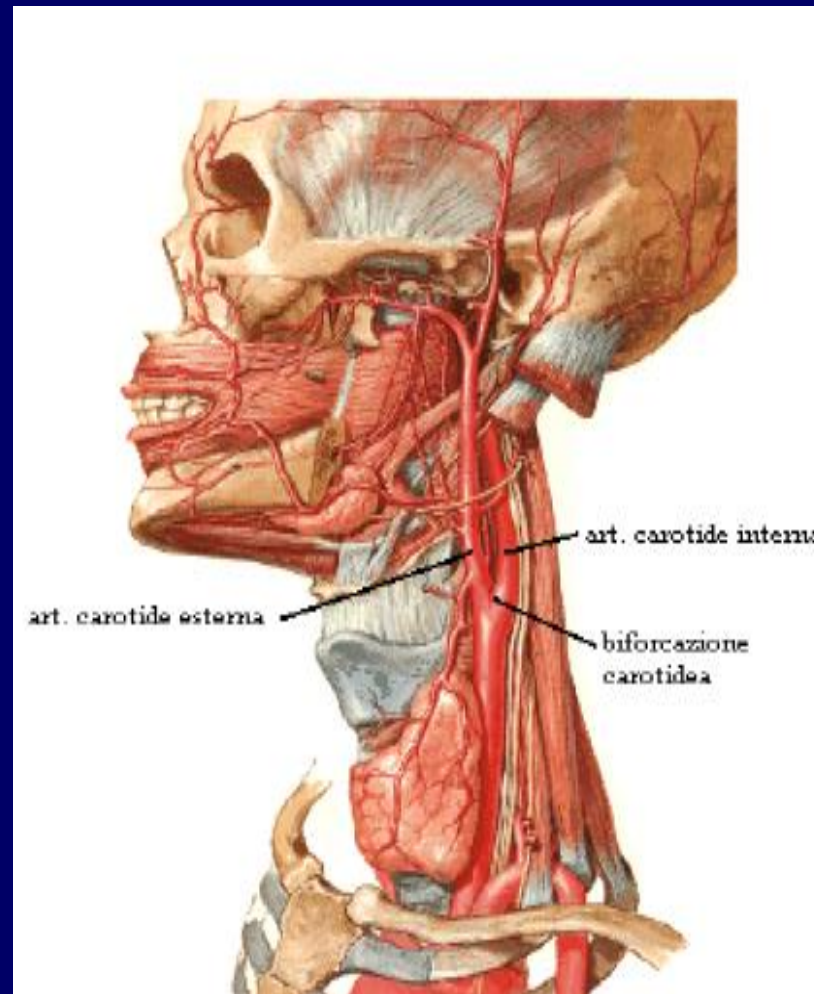
ECOCOLORDOPPLER TSA VANTAGGI

- **Non invasivo**
- **Sicuro – Assenza di radiazioni ionizzanti**
- **Ripetibile**
- **Di basso costo**
- **Eseguibile al letto del paziente**
- **Non necessita di collaborazione del paziente**
- **Affidabile. Buona sensibilità e specificità**

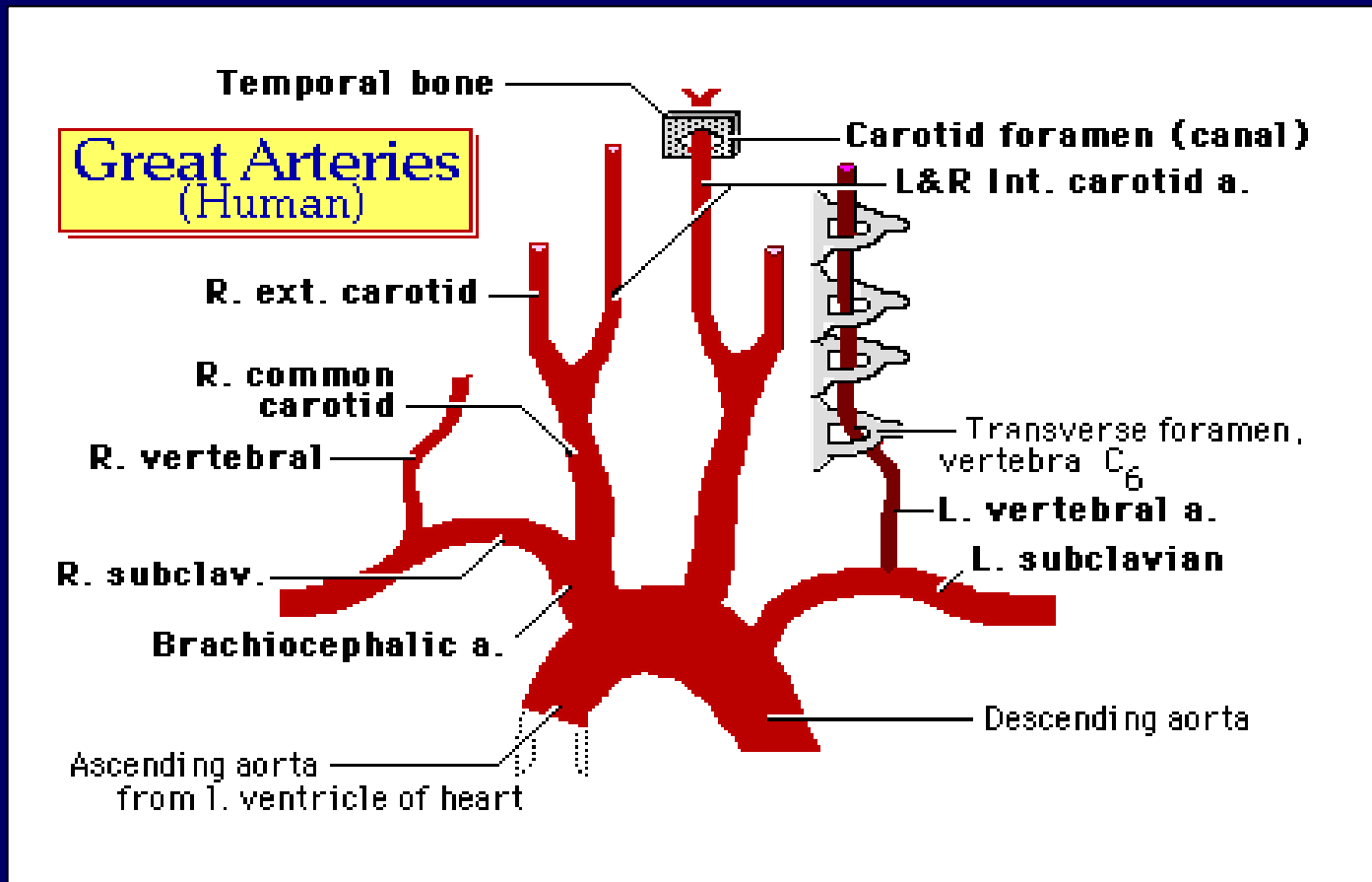
ECOCOLORDOPPLER TSA SVANTAGGI

- **Esplora solo alcuni tratti dell'albero vascolare**
- **Richiede formazione -Non è prevista la certificazione dell'operatore**
- **Operatore-dipendente**
- **Difficoltà a visualizzare strutture vascolari poste nei pressi di cavità ripiene di gas e di strutture ossee**

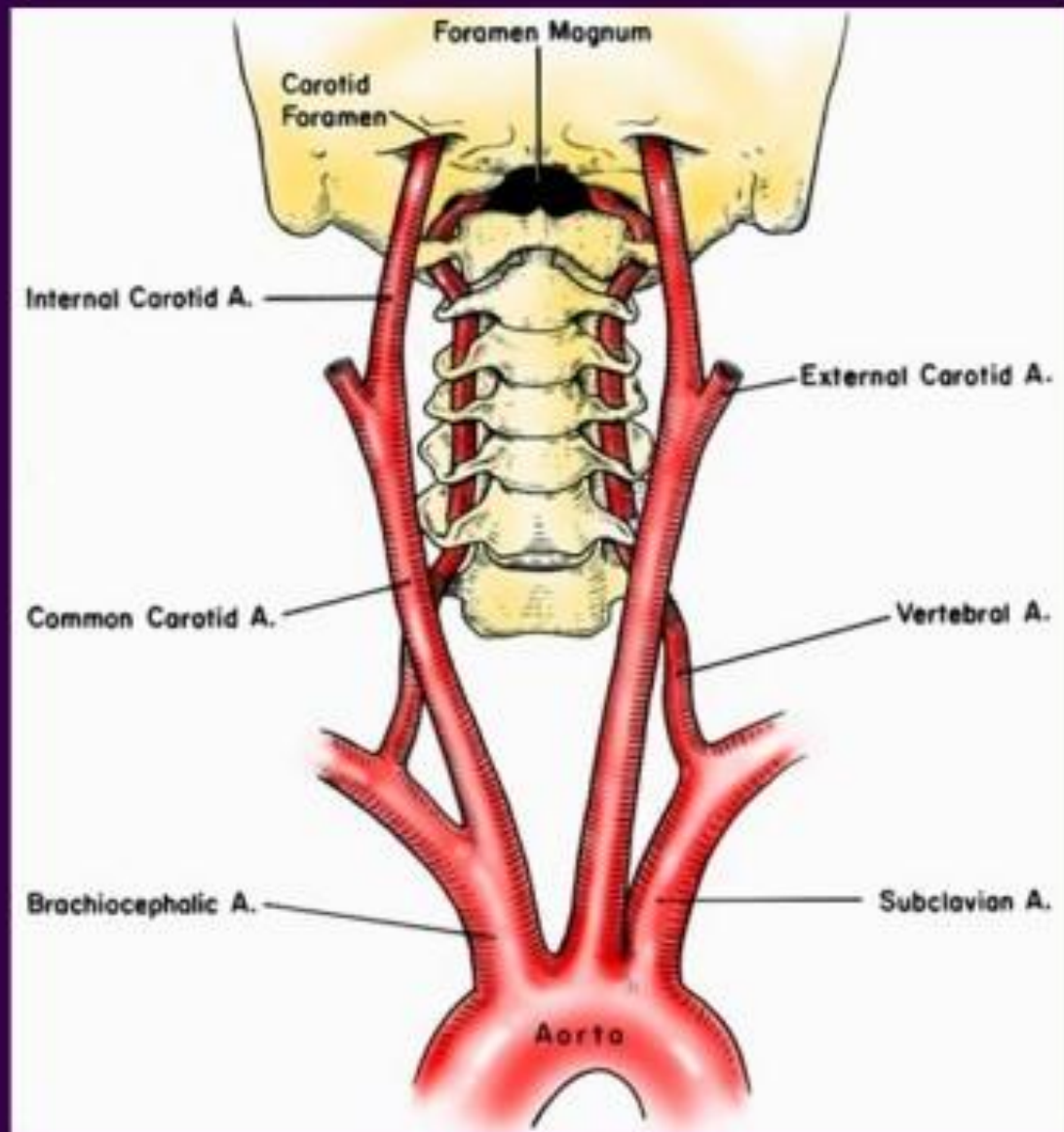
ARTERIE CAROTIDEE



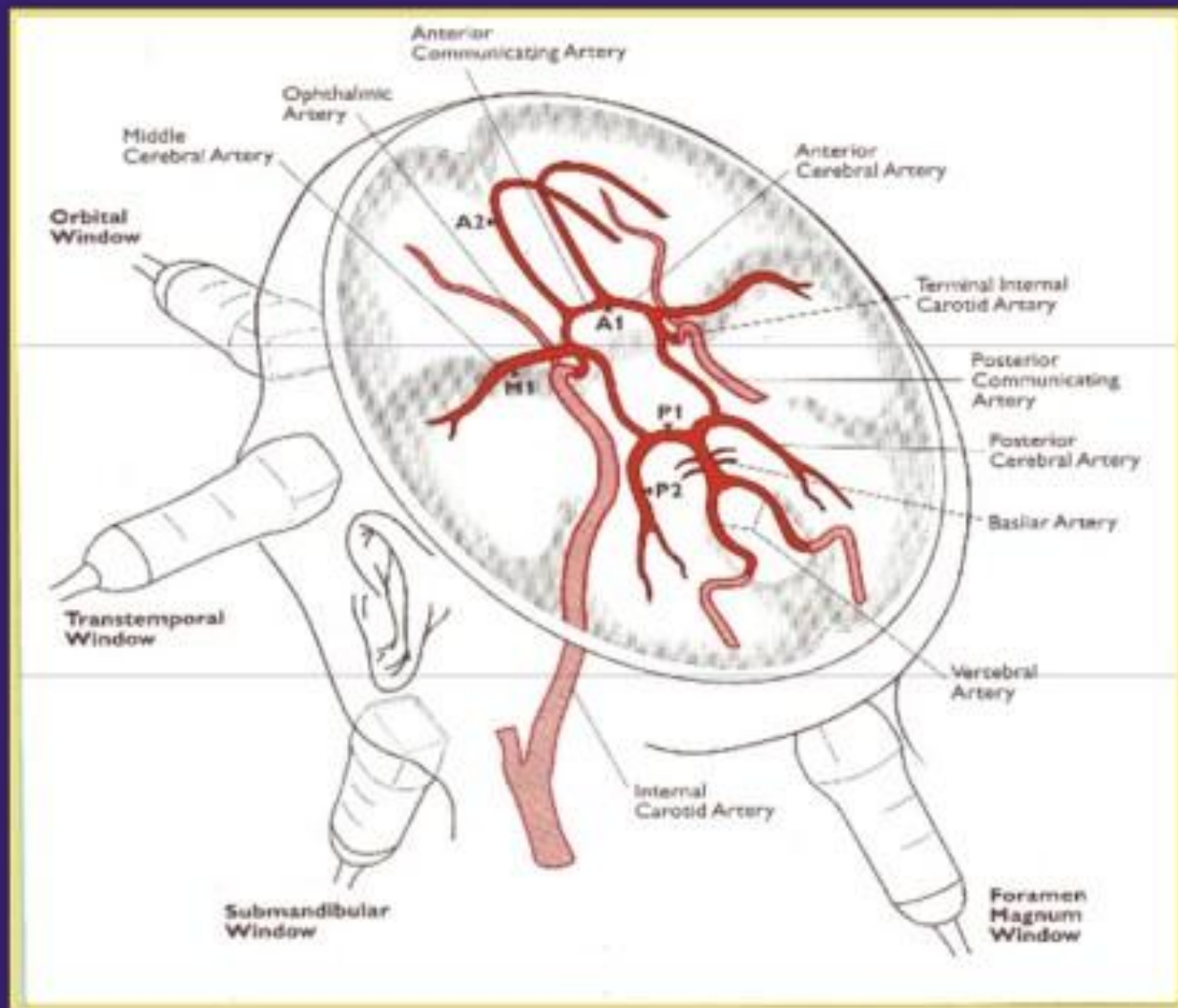
ARTERIE CEREBRALI EXTRACRANICHE



Tronchi sopraaortici



DOPPLER TRANSCRANICO



TSA = Tronchi Sopraortici

Distretti esplorati dall'ecocolordoppler TSA:

- **Carotide Comune (CC)**
- **Carotide Interna (CI) ed Esterna (CE)**
- **Arterie Vertebrali**
- **Arterie Succlavie**

ULTRASONOGRAFIA

Eco - Color - Doppler

- **B-mode** (brightness mode)
- **Color-mode**
- **Power-mode**
- **Doppler-mode**

Informazioni

- **In Ecografia: Morfologiche**

Brightness Mode

Parete, placca, ematoma

Trombo

- **In Doppler: Emodinamiche**

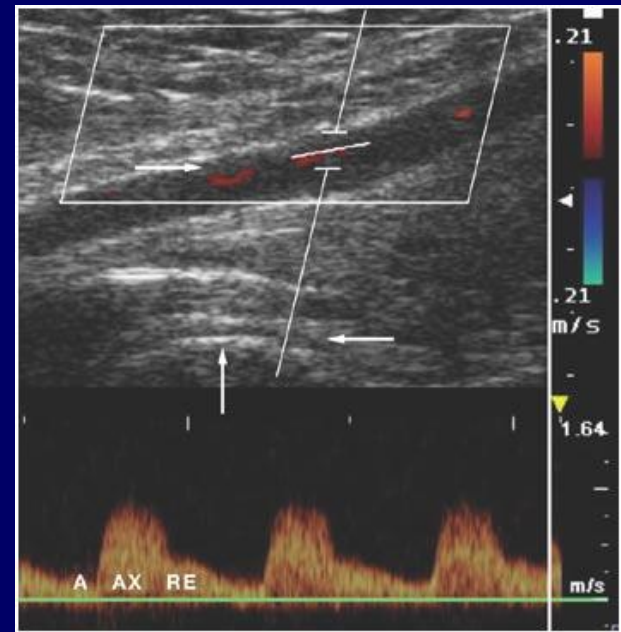
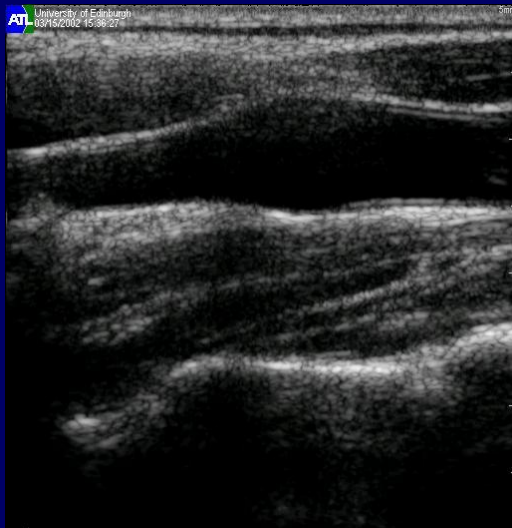
Pulsato, Colore, Power

Velocità di flusso

Direzione, morfologia

Immagine B-Mode

- Visualizzazione del vaso attraverso la scala dei grigi, scansionando il vaso con un angolo obliquo
 - Studio morfologico

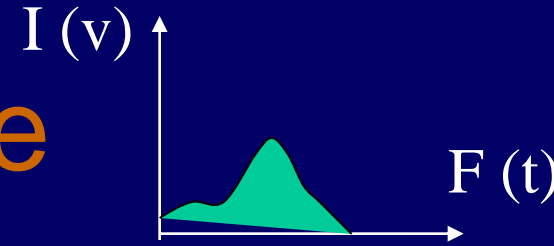


ECOGRAFIA B-MODE AD ALTA RISOLUZIONE

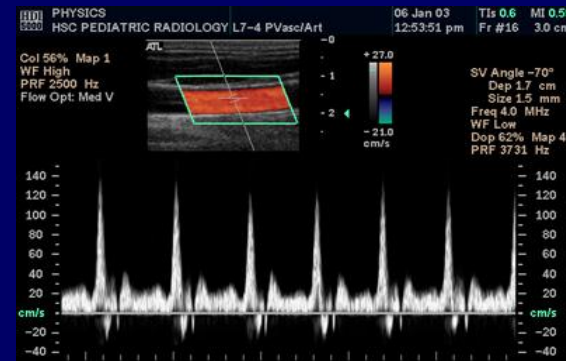
STUDIO ANATOMICO DELLA PARETE ARTERIOSA

- **Identificazione degli strati più importanti della parete vasale, in particolare, intima e media**
- **Presenza della placca ateromasica**

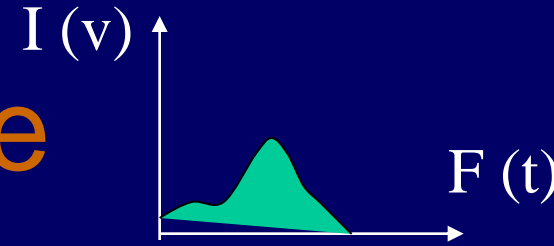
Doppler Spettrale



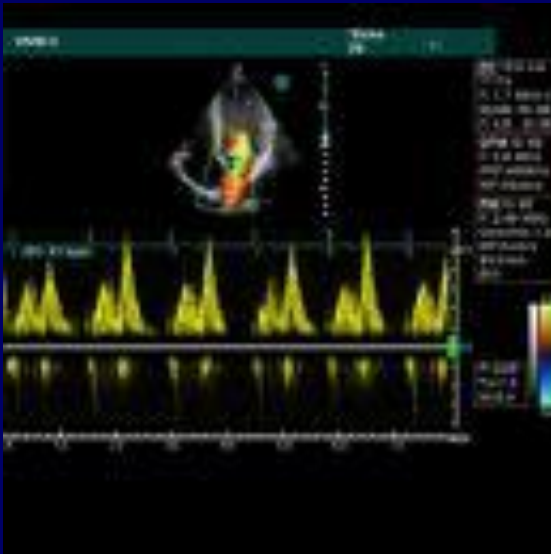
- valutazione mediante una rappresentazione spettrale (grafica in funzione del tempo) che riassume, in una unica forma d'onda, la direzione (fase), la velocità, e l'intensità del segnale (quantità) per numerosi volumi campione
- *Filtro: consente di selezionare velocità che non si vogliono campionare (es turbolenze)*



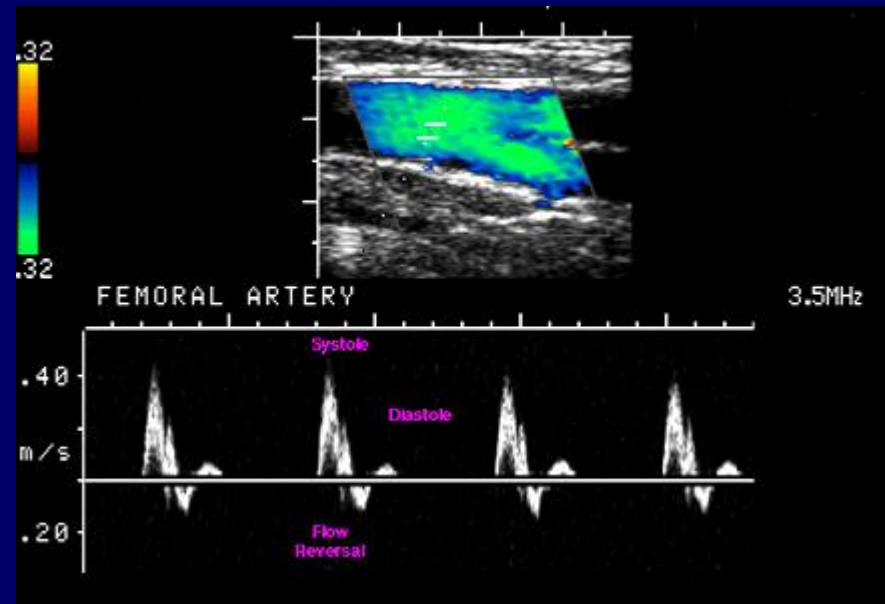
Doppler Spettrale



- *Le arterie di tipo centrale hanno tipicamente un aspetto bifasico con apice aguzzo al picco sistolico*
- *Le arterie di tipo periferico hanno) un aspetto trifasico (piccola componente di flusso retrogrado)*



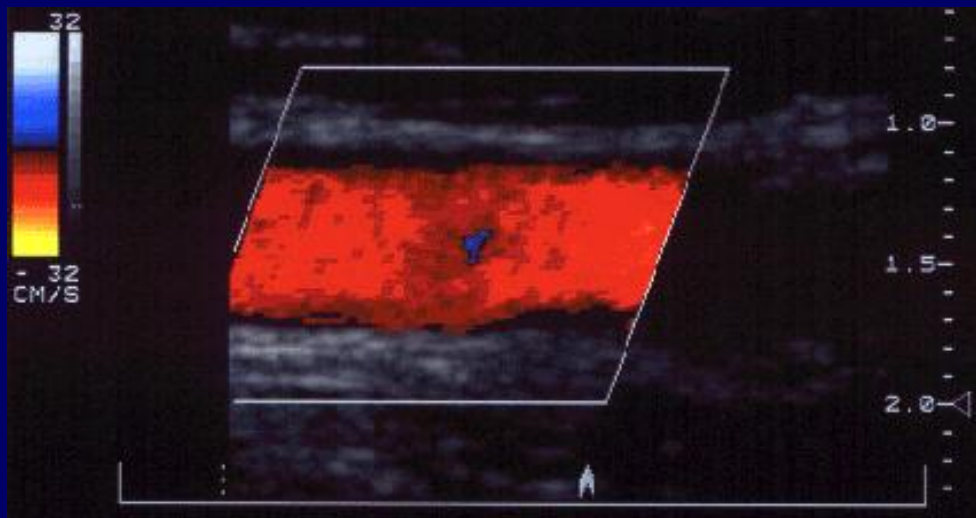
a. polmonare



a. femorale

Color Doppler

- sovrapponendo la rappresentazione color Doppler all'immagine ecografica del vaso si ottiene una discreta approssimazione dei fenomeni emodinamici presenti nel vaso stesso

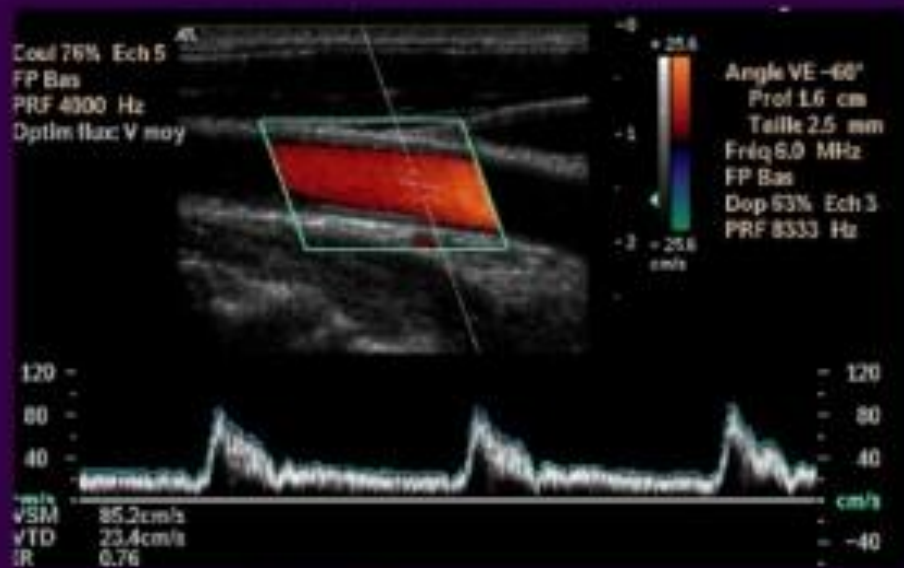




Vantaggi della Funzione COLOR

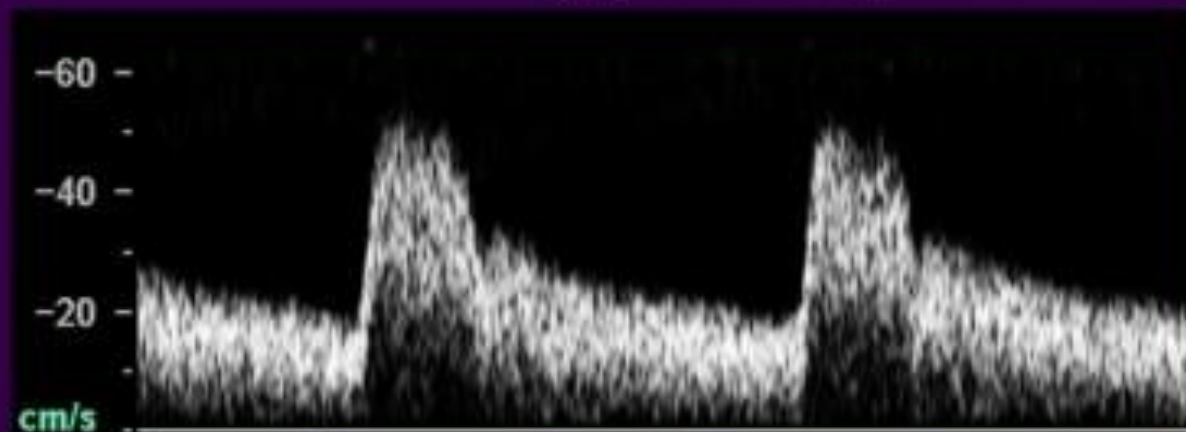
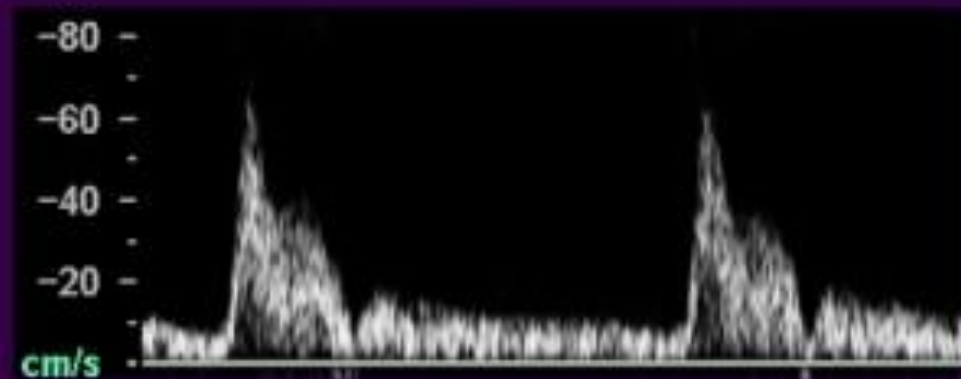
- 1) rilevazione immediata della pervietà del lume
- 2) sottolinea la presenza della stenosi pur non permettendone la valutazione quantitativa
- 3) riduce i tempi necessari all'indagine
(da 40 - 60 min a 20 -25 min)
- 4) migliora sensibilità e specificità
 - * sensibilità : da 77-82 % a 76-92 %
 - * specificità : da 92-98 % a 93-99 %

Flusso normale



ACC

ACE



ACI

INDICAZIONI CLINICHE NEUROLOGICHE ALL'ECOCOLORDOPPLER TSA

- **TIA e ICTUS**
- **STENOSI CAROTIDEA**
- **DISSECAZIONE**
- **CONTROLLO POST- CHIRURGICO O
POST- STENT**

LINEE GUIDA PER L'INDAGINE DIAGNOSTICA DEI TSA

Società Italiana di Diagnostica Vascolare-Giuv

- **Eventi cerebrovascolari**
- **Soffio laterocervicale**
- **Arteriopatia periferica, aneurisma aortico, coronaropatia**
- **Età >65 anni con fattori di rischio multipli**
- **Previsione di intervento di chirurgia vascolare maggiore**

L'ECOCOLORDOPPLER NELLO STUDIO DELLE ARTERIE DEI TRONCHI SOVRAORTICI: INDICAZIONI

- **1) TIA**
- **2) Cefalea**
- **3) Vasculopatia di altri distretti**
- **4) Malattia di Alzheimer**
- **5) Vertigini non labirintiche**
- **6) Lipotimie**
- **7) Monitoraggio postoperatorio**
- **8) Monitoraggio placca**
- **9) Valutazione in ipertesi**
- **10) Valutazione in diabetici**

EcocolorDoppler TSA: funzioni principali

- **Misurare l'ispessimento intima-media, segno di danno d'organo, correlato con i comuni fattori di rischio e gli eventi cardiovascolari.**
- **Evidenziare la presenza di placche carotidee determinanti stenosi emodinamiche o dall'aspetto instabile, per eventualmente indirizzare il paziente al Chirurgo Vascolare.**
- **Follow-up delle lesioni.**

LE PATOLOGIE

- **ISPESSIMENTO MEDIO - INTIMALE**
- **ANOMALIE DI DECORSO**
- **PLACCHE**
- **STENOSI**
- **DISSECAZIONI**

Patologia

- Ispessimento medio - intimale (IMT)
- Anomalie di decorso
- Placche
- Stenosi
- Dissecazioni

C – IMT

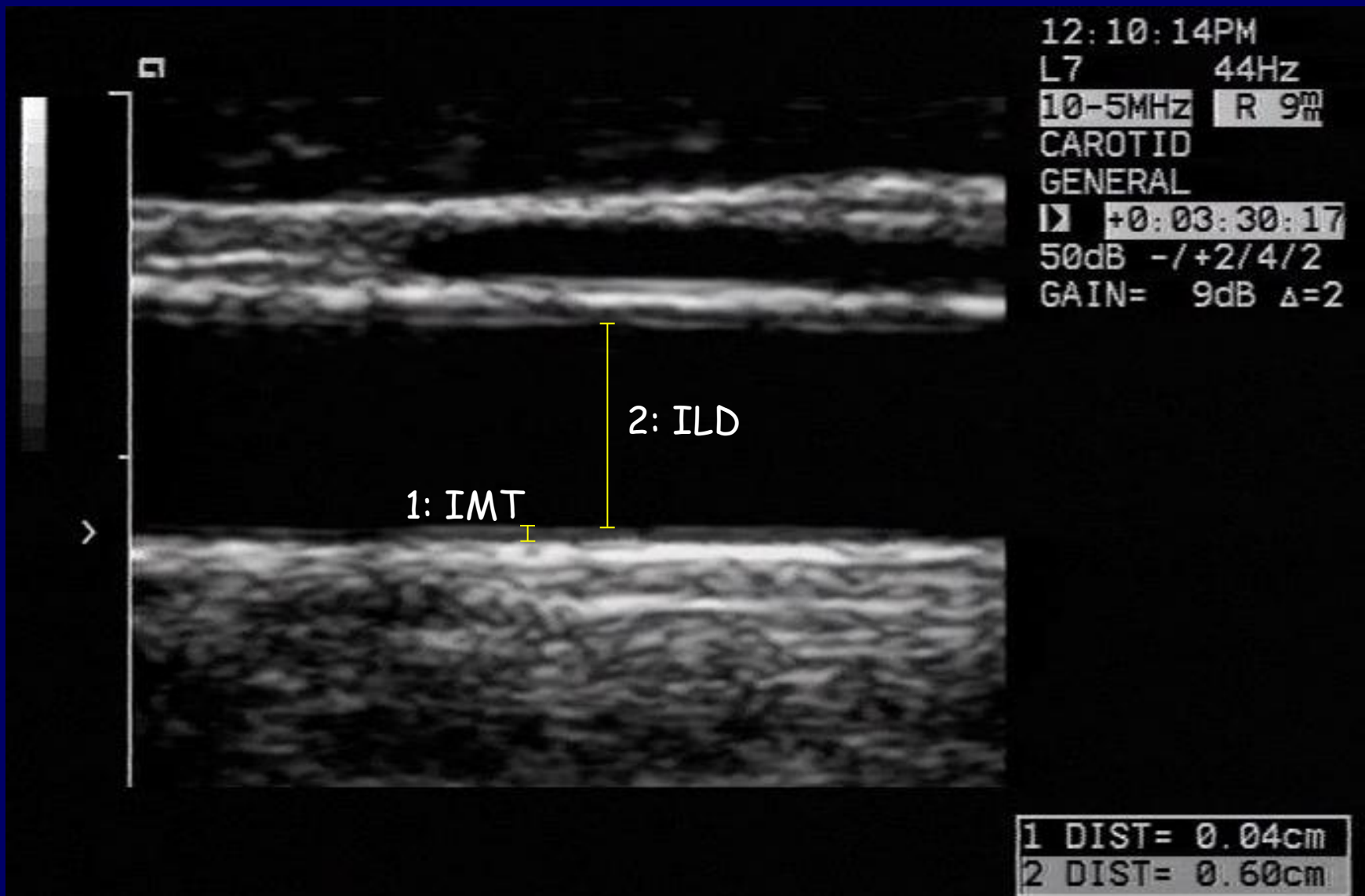
Spessore Intima-Media Carotideo
Intima-Media Thickness
misurato a livello dell' Art Carotide Comune

Ispessimento Intima-Media Carotideo
Intima-Media Thickening

“Studia le carotidi se vuoi conoscere le coronarie”

(Pezzano,2000)

Intima-media thickness (IMT) measurement of common carotid artery (CC)

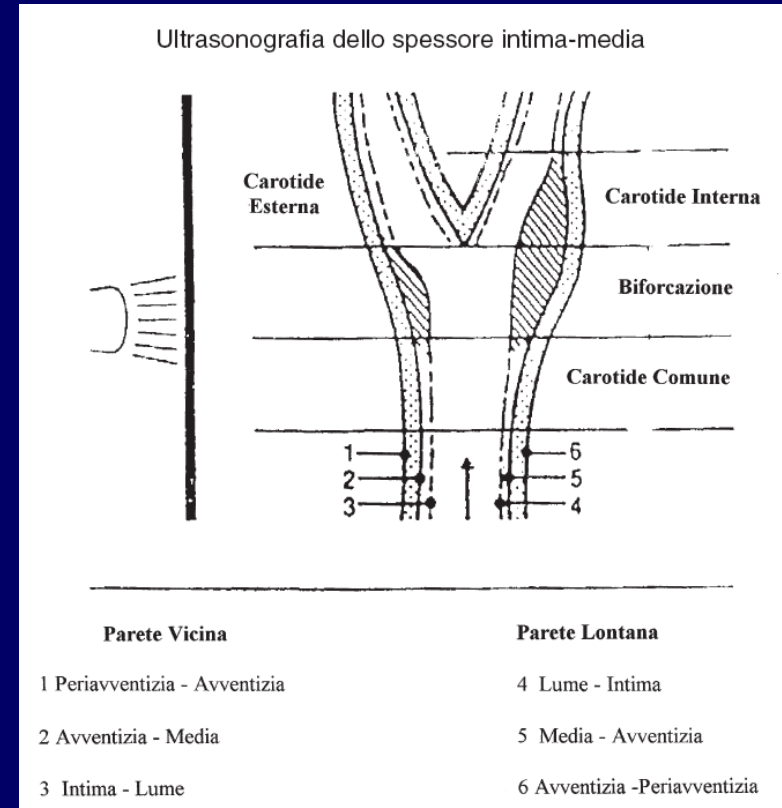


IMT-C

Dove effettuare la misura
Come effettuarla
Cosa misurare

Parete lontana
Approccio
circonferenziale e
longitudinale
Telediastole

IMT massimo
Media IMT
Numero di
misure



Dove effettuare la misura dell' IMT

È possibile valutare l'IMT in 3 segmenti carotidei standardizzati della parete lontana (far wall) in regione libera da placche:

- **il CM DISTALE della CC**
- **BIFORCAZIONE CAROTIDEA**
- **il CM PROSSIMALE della CI**

(Consensus conference, ESC Mannheim 2004 and Brussels,2006) (Crouse, 2006).

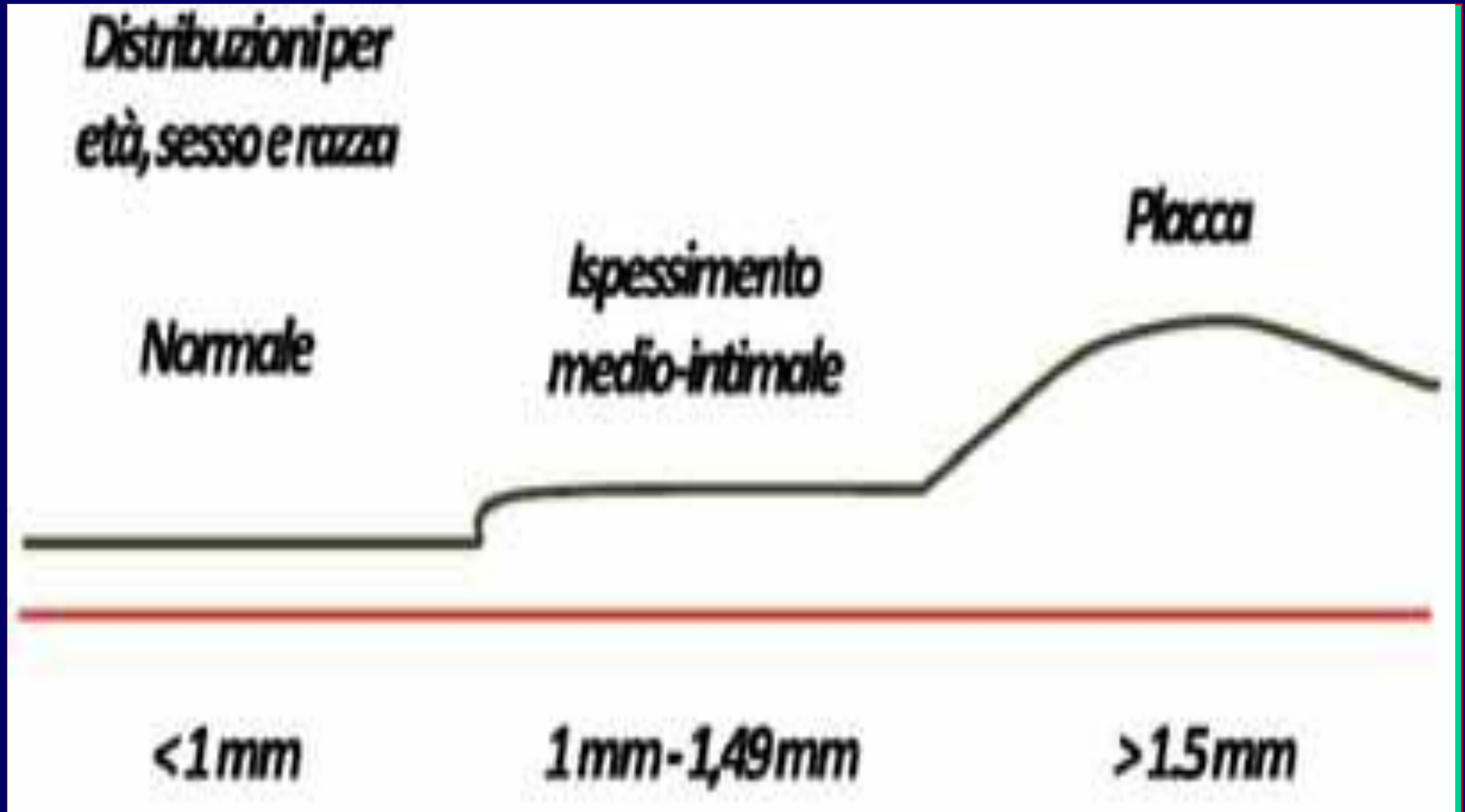
Come effettuare la misura dell'IMT

- Sonda lineare ad alta risoluzione con trasduttore 7 MHz
- Paziente in decubito supino con la testa ruotata in senso controlaterale.
- Collo partendo dalla clavicola, quindi procedendo in direzione craniale verso il bulbo carotideo.
Visualizzare CC, BIF, CI, CE.
- Sezione longitudinale, preferibilmente sulla parete lontana (Far wall).
- Misurazione del diametro vasale.

(Consensus conference, ESC Mannheim, 2004 and Brussels, 2006) (Crouse, 2006).

IMT

criteri interpretativi dei valori ottenuti



Spessore intima-media (IMT)

NORMALE

0.5 - 0.9 mm

ISPESSITO

1 - 1.5 mm

PLACCA

> 1.5 mm

C - IMT marker di danno d'organo

I markers di danno d'organo con maggior valore prognostico cardiovascolare sono:

- **Danno cardiaco**: Ipertrofia ventricolare sinistra;
- **Danno vascolare**: IMT carotideo, stiffness arteriosa, indice braccio-caviglia e disfunzione endoteliale;
- **Danno renale**: Ridotta GFR e microalbuminuria.

La presenza e l'entità del danno d'organo è comunque influenzata da numerose variabili, tra cui grado e durata dell'ipertensione, fattori biumorali ed ormonali, predisposizione genetica, coesistenza di altri fattori di rischio, trattamento farmacologico.

Aterosclerosi e ispessimento intima-media (IMT)

L'IMT delle arterie carotidi, misurato con metodo ultrasonografico B-mode, è:

- **marker di aterosclerosi generalizzata**
- **associato con:**
 - **eventi cardiovascolari**
 - **fattori di rischio per l'aterosclerosi**

Razionale c-IMT (I°)

- **L'IMT carotideo è un marker precoce di aterosclerosi, predice la comparsa di eventi ischemici (Stroke, IMA, Arteriopatia obliterante periferica) e verosimilmente ha un valore aggiuntivo ed incrementale nella stima del rischio cardiovascolare globale di un paziente rispetto alle classiche Carte del Rischio o gli algoritmi del rischio.**

Razionale c-IMT (II°)

- L'IMT è associato ai principali FR cardiovascolari.
- Il suo impiego clinico è assai diffuso, ma limitato da:
 1. la variabilità della misura,
 2. l'aleatorietà dei dati,
 3. il preciso significato fisiopatologico attribuito all' IMT.

Razionale c-IMT (III°)

E' fondamentale adottare una rigorosa metodologia di acquisizione delle immagini, di analisi e misura dei dati.

(Mannheim carotid intima-media thickness consensus)

ECOGRAFIA B-MODE AD ALTA RISOLUZIONE

STUDIO ANATOMICO della parete arteriosa

La distanza tra le due linee ecogene correla con lo spessore delle tuniche intima e media misurate con tecniche anatomo-istologiche in arterie con e senza aterosclerosi.

(Pignoli G. ita. Cardiol.89)

Ispessimento Intima - Media

- **Risposta adattativa della parete allo stress emodinamico**
- **Si realizza fisiologicamente in modo eccentrico nei punti di maggiore turbolenza di flusso.**

Spessore Intima-Media (IMT)

Valori di IMT superiori a 1 mm sono patologici

Per valori di IMT compresi tra 1.3 mm e 1.5 mm si può parlare di placca?

Meglio parlare di placca quando si osserva la perdita del parallelismo delle interfacce.

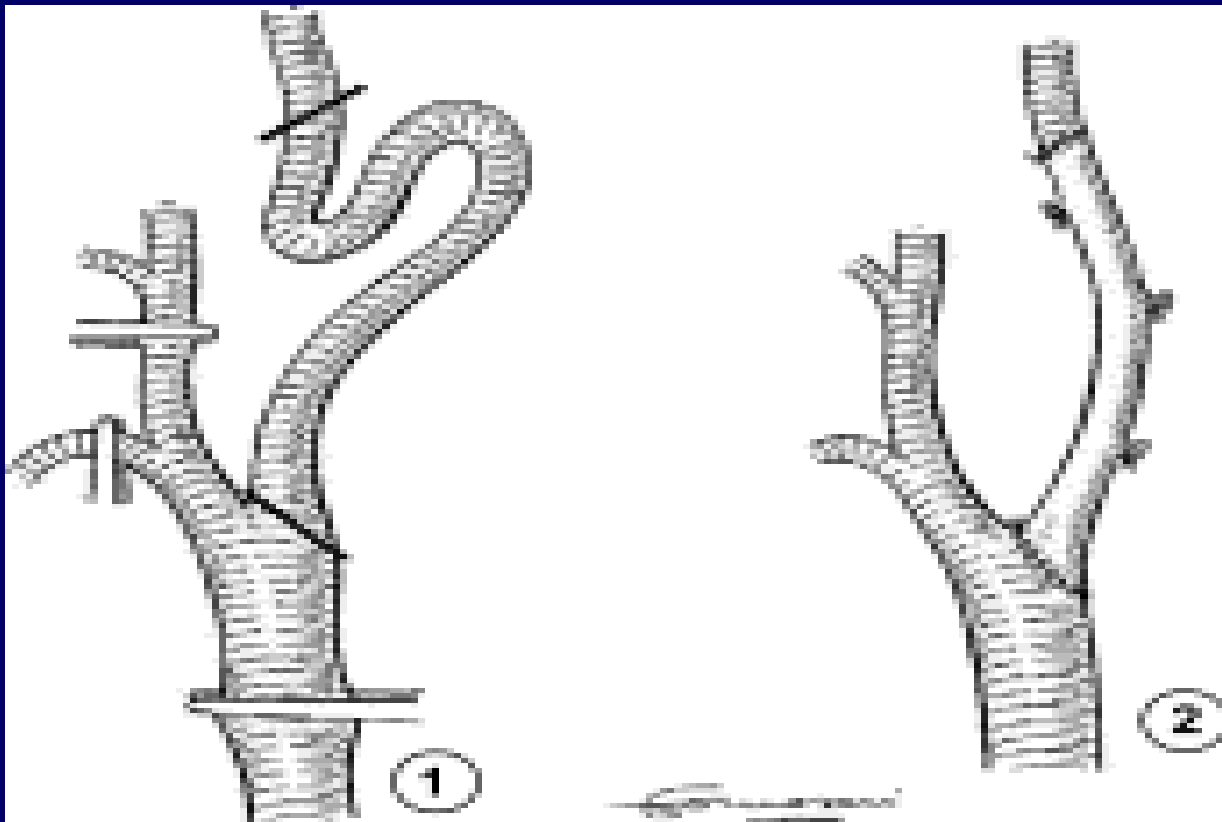
METODICHE DI IMMAGINE PER VALUTARE LA PROGRESSIONE DELL'ATEROSCLEROSI

- 1. Coronarografia quantitativa**
- 2. TAC (Calcium Score)**
- 3. Ultrasonografia (progressione della placca e IMT-c)**
- 4. RMN**
- 5. Ecografia Intravascolare**

Patologia

- Ispessimento medio - intimale (IMT)
- Anomalie di decorso
- Placche
- Stenosi
- Dissecazioni

Anomalie di decorso



Kinking

TOSHIBA

ASL5 Neurologia

- OPE - TSA-PD

APACE

28.9



28.9
cm/s

0

T

2

▶

11LW4

diffT8.0

CF 4.0

10 fps

4



Scan

94

DR

60

CG

45

PRF

9.0k

Filter

5

Patologia

- Ispessimento medio - intimale (IMT)
- Anomalie di decorso
- Placche
- Stenosi
- Dissecazioni

Placca a superficie regolare, isoecogena, omogenea

TOSHIBA

ASL5 Neurologia

- OPE - TSA-PD

APR 2008



Caratteristiche della Placca

1. Superficie

- Regolare
- Irregolare (0.4 – 2 mm)
- Ulcerata (> 2 mm)

2. Composizione della placca

- Ipoecogena
- Isoecogena
- Iperecogena

3. Omogeneità della placca

- Omogenea
- Disomogenea

ECOGENICITA'

rispetto al tessuto circostante

DEFINIZIONE DI PLACCA:

- Anecogena
- Disomogenea prev ipoecogena (ecolucente)
- Disomogenea prev iperecogena
- Iperecogena
- Cono d'ombra (calcifica)

Correlazione con caratteristiche istologiche (non parlare di placca fibrosa, lipidica, emorragica, etc)

Placca Ipocogena a superficie regolare

TOSHIBA

ASL5 Neurologia

- OPE - TSA-PD

APICE

14.1

0

T



2

4

11LW4
di#T8.0
CF 5.3
13 fps

Gscan
91
DR
60
CG
40
PRF
11.7k
Filter
5

Placca ipoecogena a superficie regolare

TOSHIBA

ASL5 Neurologia

- OPE - TSA-PD

Alfaca

14.1

0

T



2



CCA-3n

11LW4
diffT8.0
CF 5.3
13 fps

4

Qscan

91

DR

60

CG

40

PRF

11.7k

Filter

5

Placca disomogenea, a superficie irregolare con ulcerazione

Map2

150 dB/C 3

Persistenza Basso

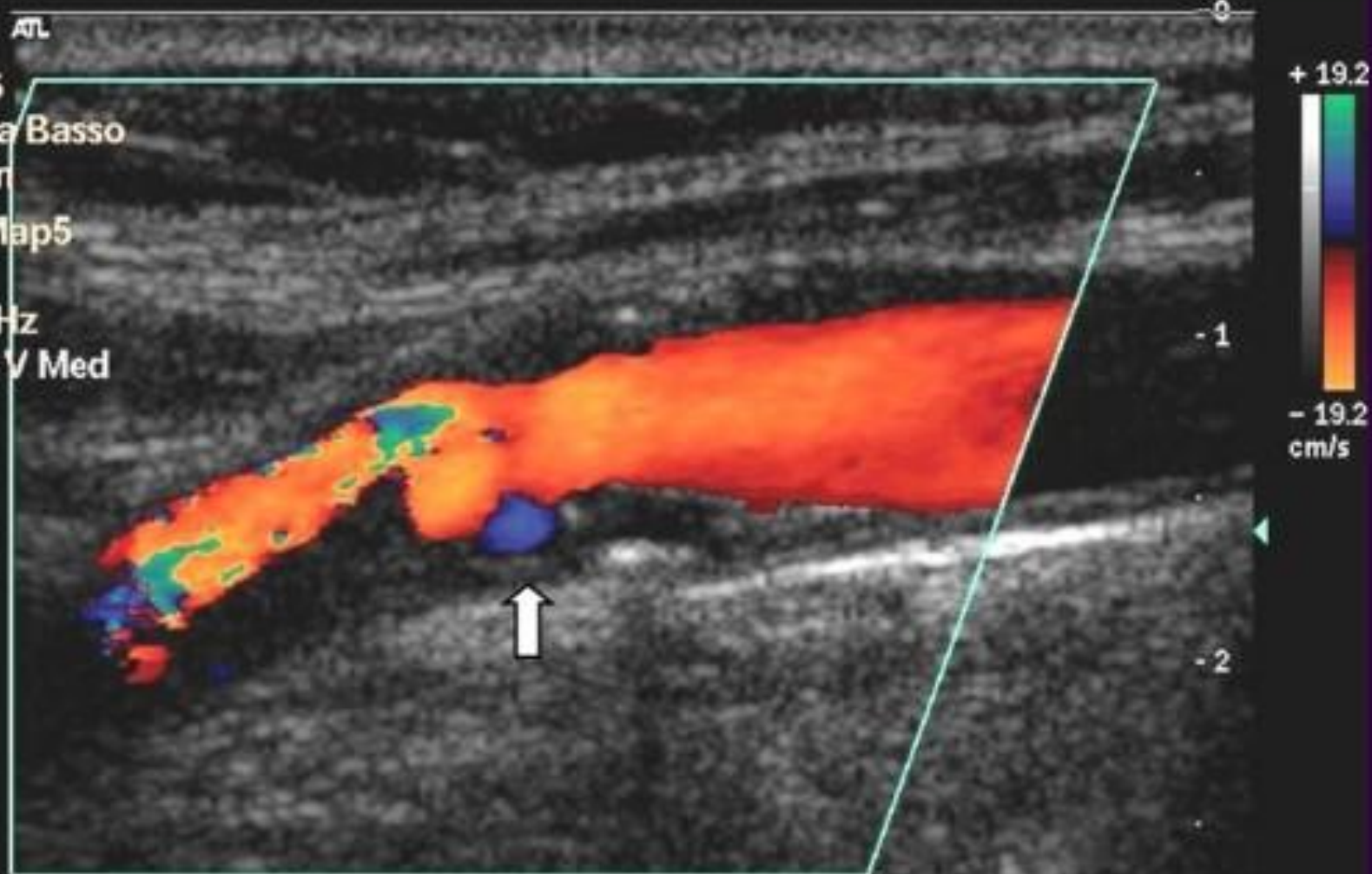
Ott. 2D:Ger

Col 79% Map5

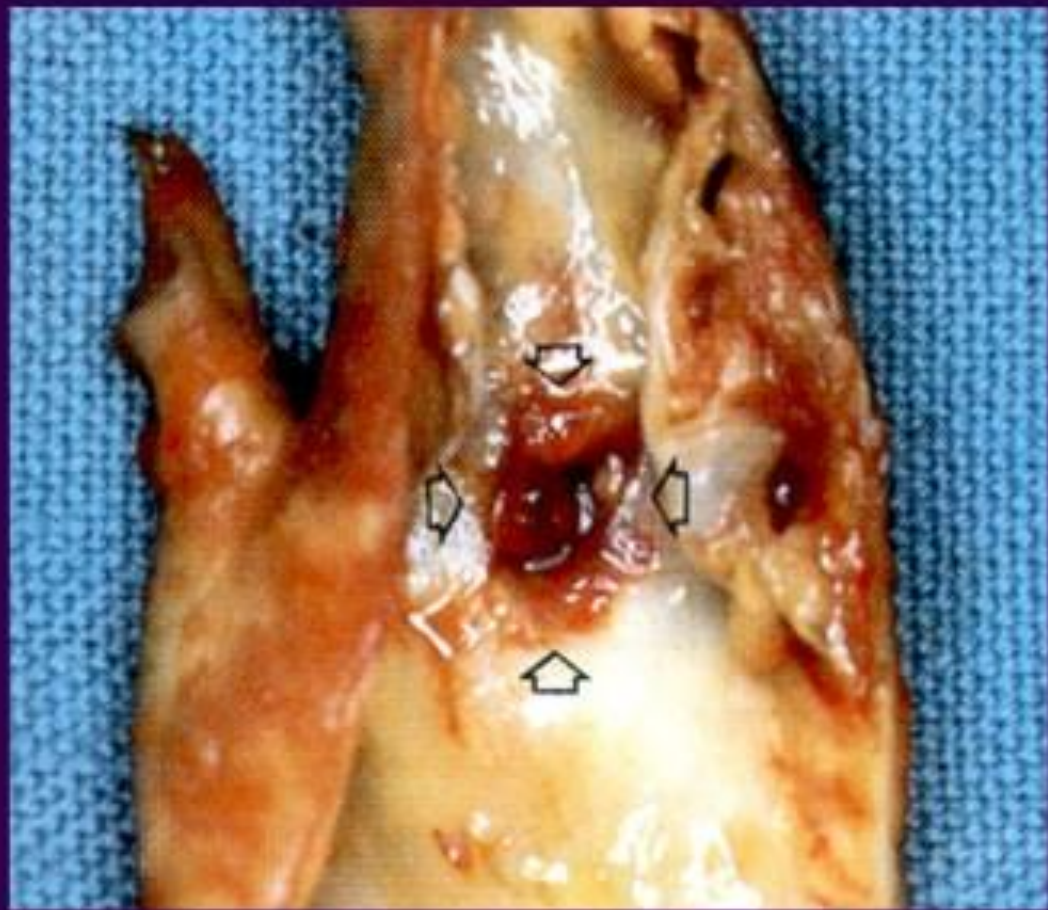
FP Basso

FRI 3000 Hz

Ott. flusso: V Med



Placca ulcerata



Placca a “Rischio”

- ❑ Placca che determina una stenosi > del 70 % (anche se di ecostruttura omogenea)
- ❑ Placca che determina una stenosi > del 50%, disomogenea o con superficie microulcerata.
- ❑ Placca macro-ulcerata
- ❑ Placca emorragica

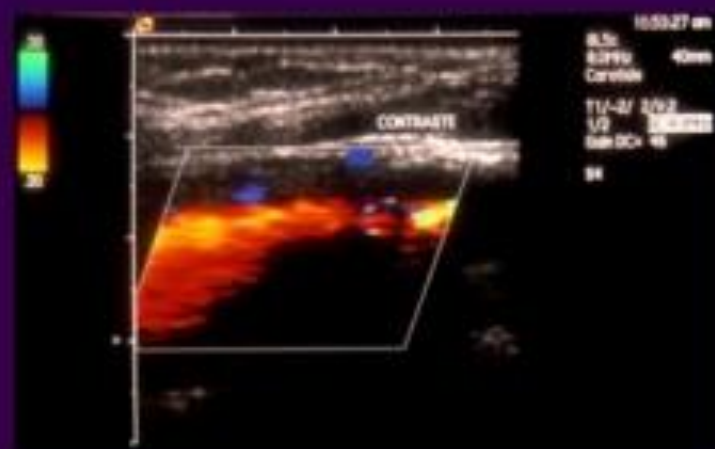
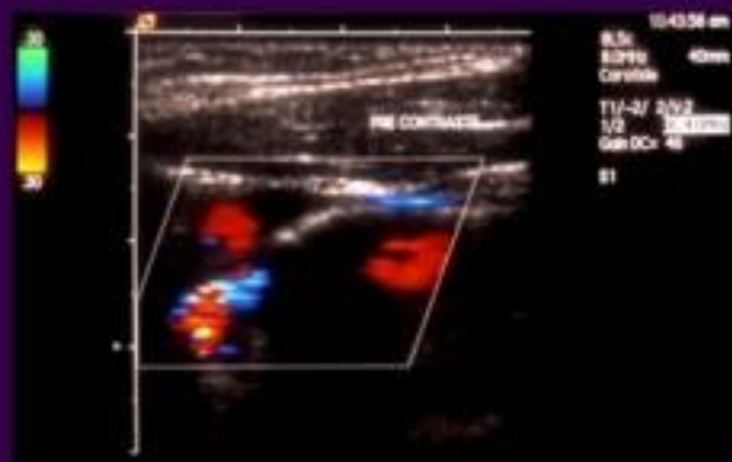
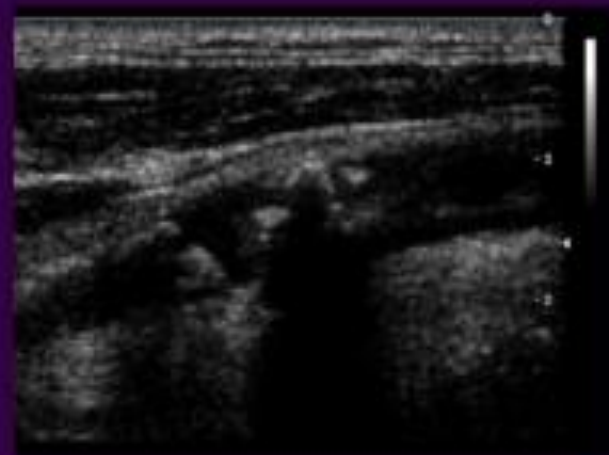
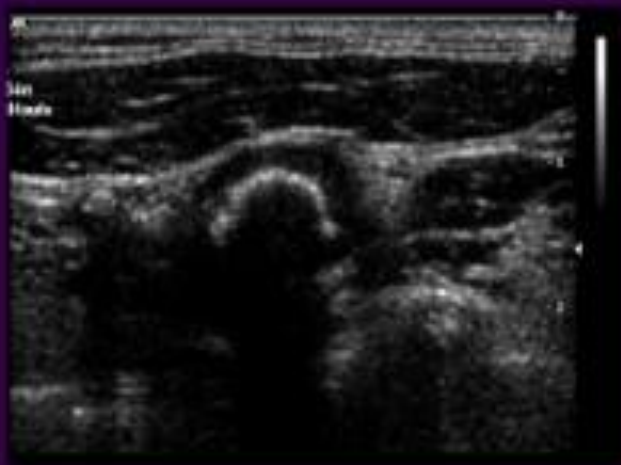
De Fabritiis, Scodotto et al, 1988



Placca ATS a rischio:

- Grado di stenosi (>80-90%)
- Composizione disomogenea a prevalente componente anecogena
- Superficie irregolare e disomogeneità
- Turbolenza contigua alla lesione

Placca disomogenea, iper-ecogena con cono d'ombra: *Agente ecoamplificatore*



MORFOLOGIA e SUPERFICIE della placca

- Studio B-mode fornisce una prima valutazione della presenza e distribuzione dell'ateromasi e dell'entità della stenosi
- Diagnosi differenziale con patologia non aterosclerotica
- Correlazione tra regolarità della superficie e stabilità della placca
- L'accuratezza del B-mode diminuisce al progredire della patologia aterosclerotica.

Patologia

- Ispessimento medio - intimale (IMT)
- Anomalie di decorso
- Placche
- Stenosi
- Dissecazioni

Placca ateromasiatica

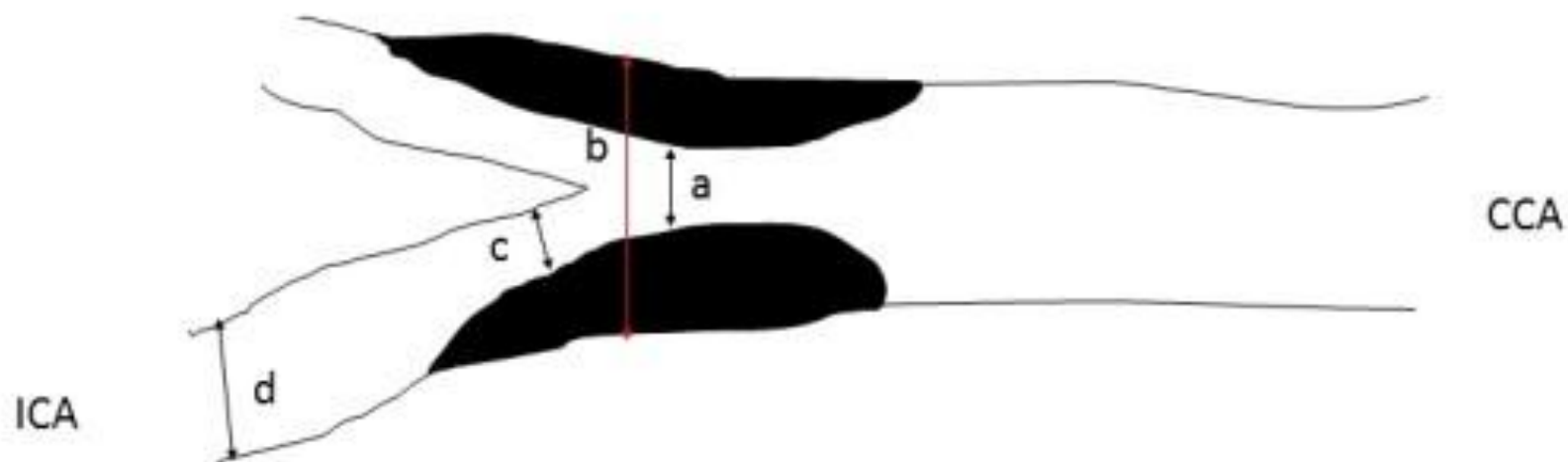
CRITERI DIAGNOSTICI :

- **Ecogenicità**
- **Superficie**
- **Grado di stenosi: morfologia**
(rapporti di diametro e area)
emodinamica
(parametri di analisi spettrale)

DIAGNOSI DI STENOSI CAROTIDEA

- **QUANTIFICAZIONE ECOGRAFICA**
- **QUANTIFICAZIONE VELOCIMETRICA**

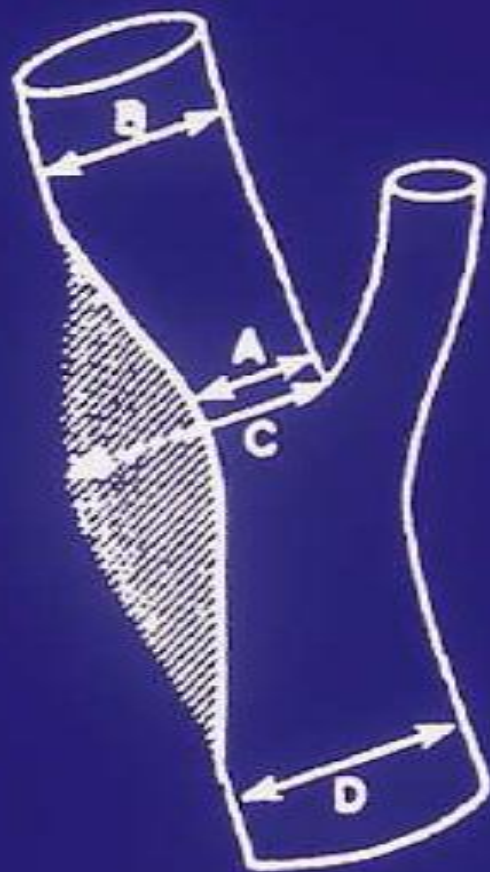
Quantificazione ECOGRAFICA della stenosi



ECST: $(b-a)/b \%$

NASCET: $(d-c)/d \%$

Area: $(f-e)/f \%$



ECST method: $\frac{C-A}{C} \times 100\%$ stenosis

NASCET method: $\frac{B-A}{B} \times 100\%$ stenosis

CC method: $\frac{D-A}{D} \times 100\%$ stenosis

Measurement of carotid stenosis on an angiogram: the equation used in the European Carotid Surgery Trial (ECST), that used in the North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET), and that in which the diameter of the common carotid (CC) artery is used as the denominator.

Quantificazione velocimetrica della stenosi

$$V = F/A$$

Criteri di Strandness per la classificazione di stenosi carotidea

Classe	Riduzione del diametro	Peak sistolico	Telediastole	Caratteristiche del flusso
A	0%	<4 KHz <125 cm/sec	-	Minimo o nessun "broadening" dello spettro durante la fase di decelerazione sistolica. Nel bulbo è di solito presente la separazione del "boundary layer".
B	1-15%	<4 KHz <125 cm/sec	-	Minimo "broadening" dello spettro durante la fase di decelerazione sistolica.
C	16-49%	<4 KHz <125 cm/sec	-	Incremento del "broadening" spettrale durante la sistole fino al riempimento dell'intera "window" sistolica.
D	50-79%	>4 KHz >125 cm/sec	-	Di solito presente marcato "broadening" spettrale.
D+	80-99%	-	>4,5 KHz >140 cm/sec	Marcato "broadening" spettrale.
E	100%	N/D	N/D	Nessun segnale di flusso in un vaso visualizzato in maniera adeguata (soprattutto nel segmento distale) con flusso diastolico della carotide comune basso o invertito. Un "thump" caratteristico può essere rilevato a livello dello "stump" (tratto pre-occlusione)

Note. 1) Questa classificazione è accurata nel predire la riduzione del diametro solo nei primi 3 cm dell'interna. Non è attendibile per l'esterna, la comune e l'interna distale. 2) Tutti i valori di frequenza e velocità sono basati sull'uso di un Doppler pulsato con frequenza di 5 MHz, con un volume-campione cubico di 1,5 mm e un angolo di 60°. 3) I valori della frequenza e della velocità telediastoliche vengono usati solo per classificare stenosi dell'80-99%.
N/D, non disponibile.

Stenosi carotidea e velocità

STENOSI (%)	PSV (cm/s) stenosi	EDV (cm/s) stenosi	PSV _{ICA} /PSV _{CCA}
0-29	PSV ≤ 100	EDV < 40	
30-49	110 < PSV < 130	EDV < 40	
50-59	PSV > 130	EDV < 40	Rapp. < 3.2
60-69	PSV > 130	40 < EDV < 110	3.2 ≤ Rapp. < 4
70-79	PSV > 210	110 < EDV < 140	Rapp. ≥ 4
80-95	PSV > 210	EDV > 140	Rapp. ≥ 4
96-99		String flow	
100		Assenza di flusso	

GRADO DI STENOSI

- **NASCET (sintomatici)**: rischio a due anni di stroke disabilitante o fatale per stenosi > 70% del 13.1%
- **ACAS (asintomatici)**: analogo rischio a due anni per stenosi > 60% del 2.4%

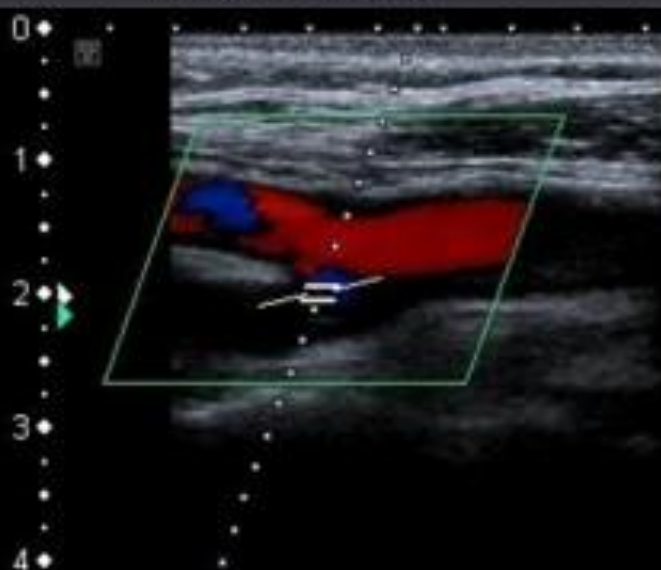
Occlusione dell'Arteria Carotide Interna

TOSHIBA

ASL5 Neurologia

- OPE - TSA-PD

102



11LW4

43.3

diffT8.0

CF 4.0

12 fps

2DG:80

DR:60

CG:36

PRF:13.5k

Filter:5

1.0 \neq 56°

2.1cm

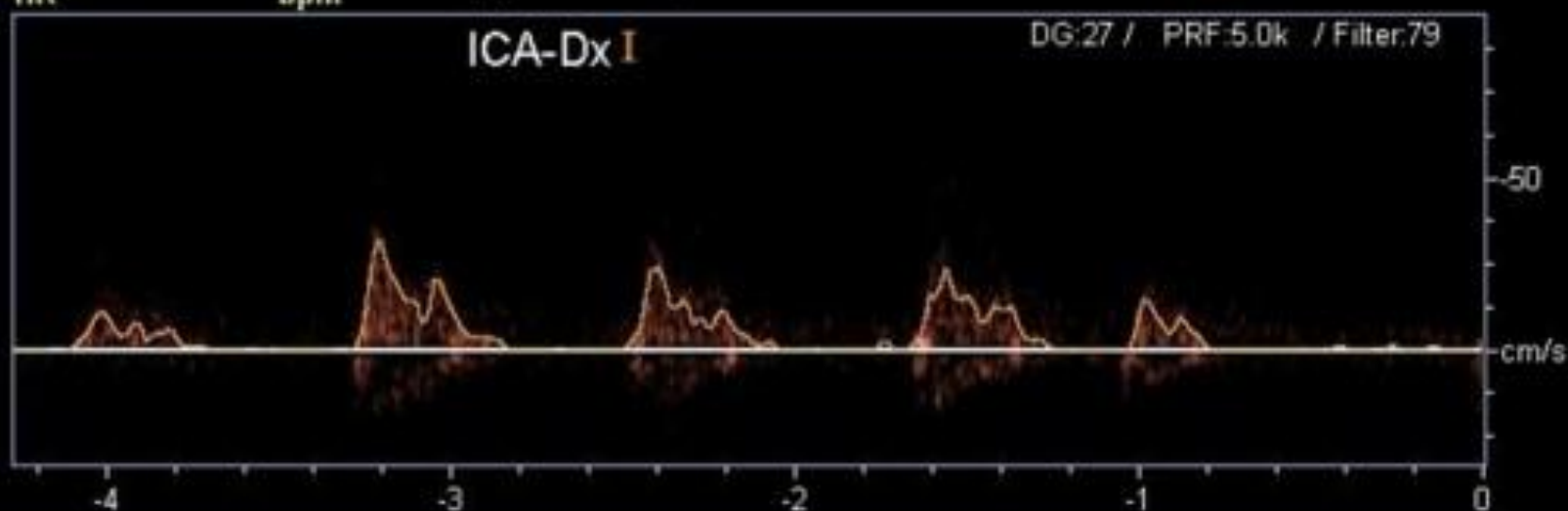
43.3

cm/s

Vmax cm/s
Ved cm/s
PI
RI
S/D
Vmin cm/s
Vm_p cm/s
Vm_m cm/s
HR bpm

ICA-Dx I

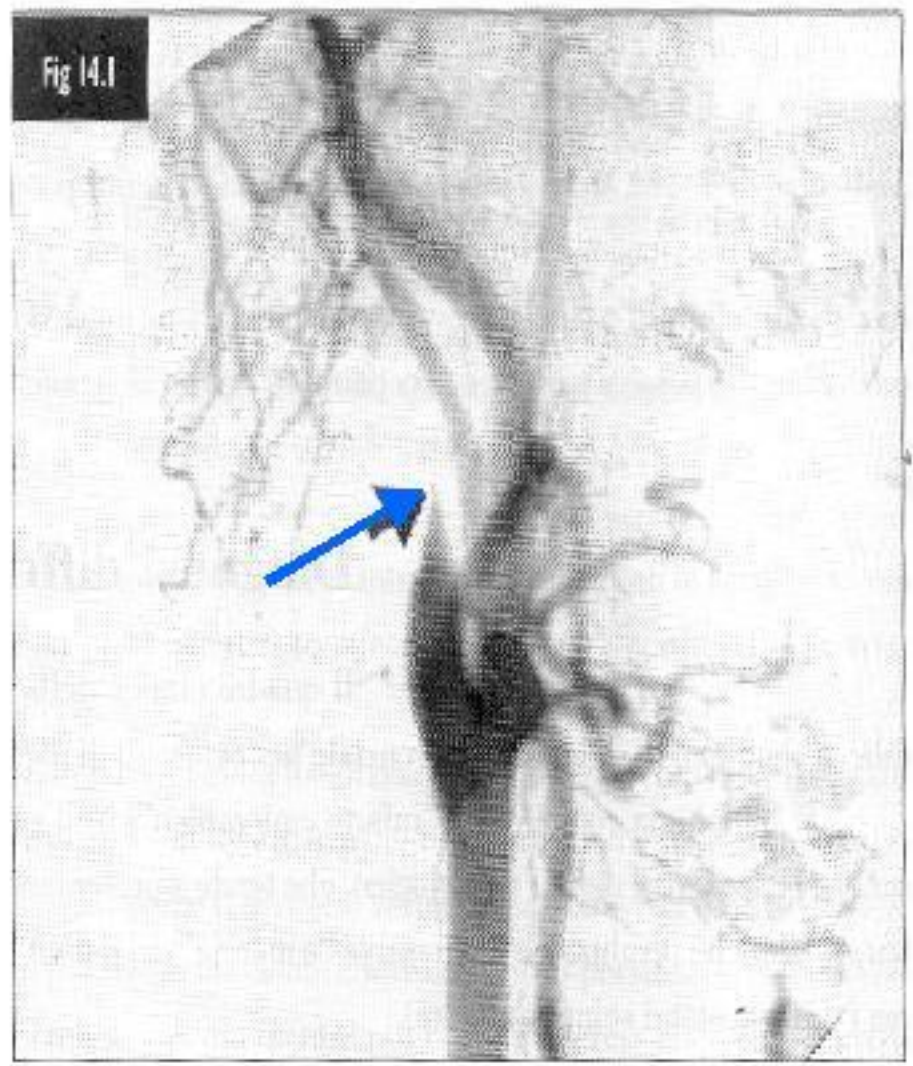
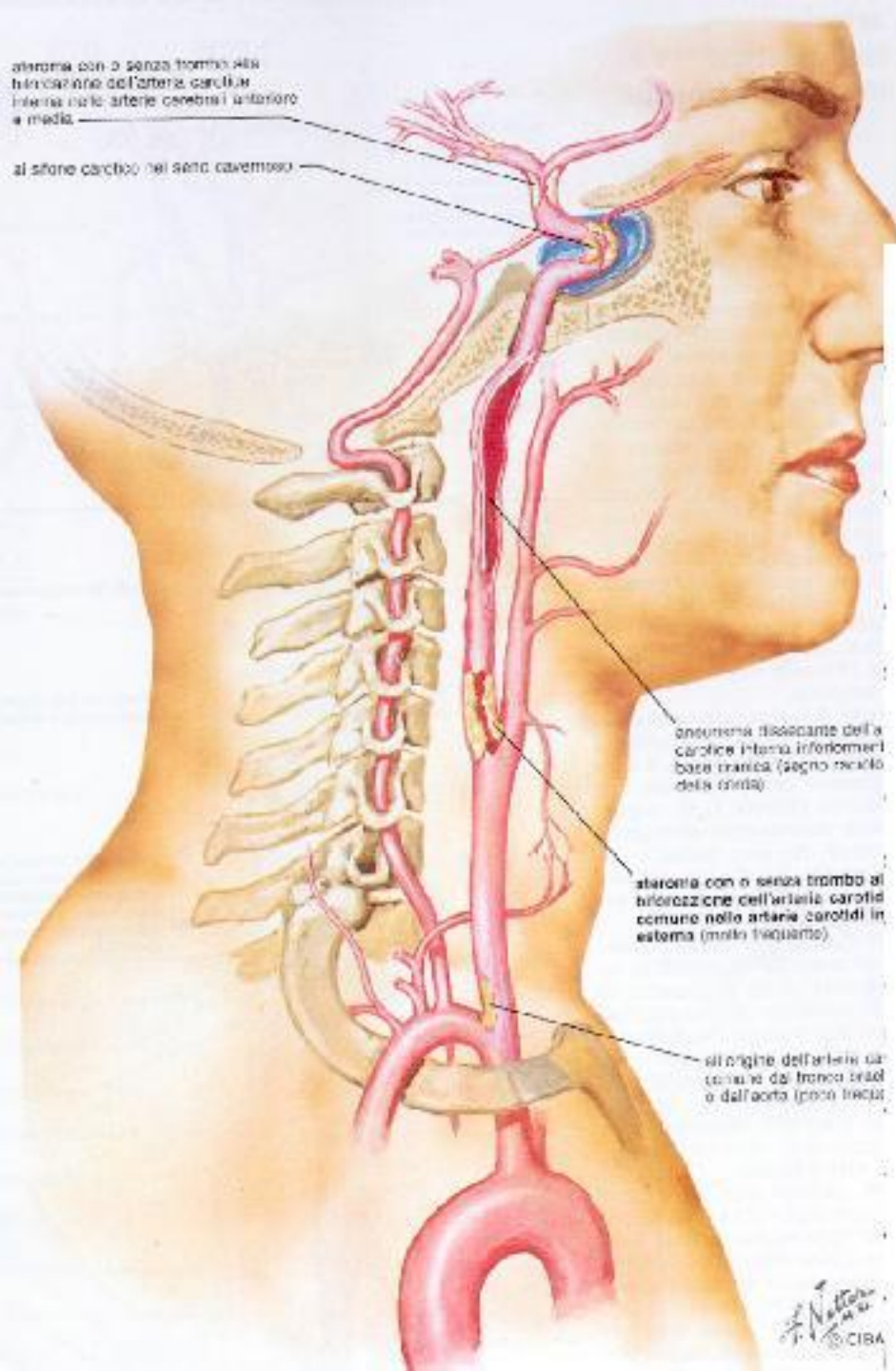
DG:27 / PRF:5.0k / Filter:79



Patologia

- Ispessimento medio - intimale (IMT)
- Anomalie di decorso
- Placche
- Stenosi
- Dissecazioni

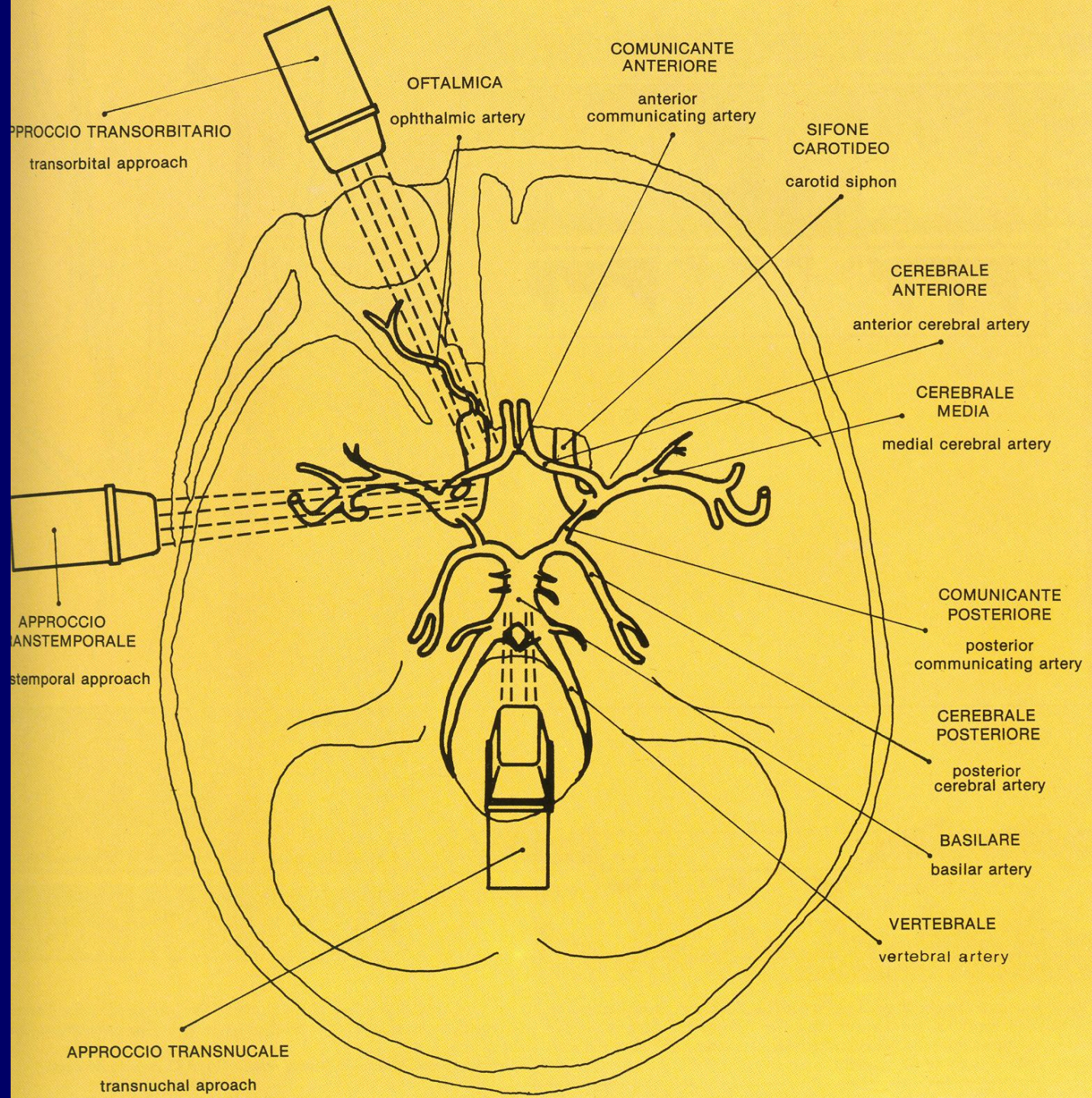
Dissecazione carotide interna



L'angiografia evidenzia un restringimento progressivo del lume del tratto iniziale della carotide interna (freccia), suggestivo di dissecazione del vaso.

DISSEZIONE CAROTIDE



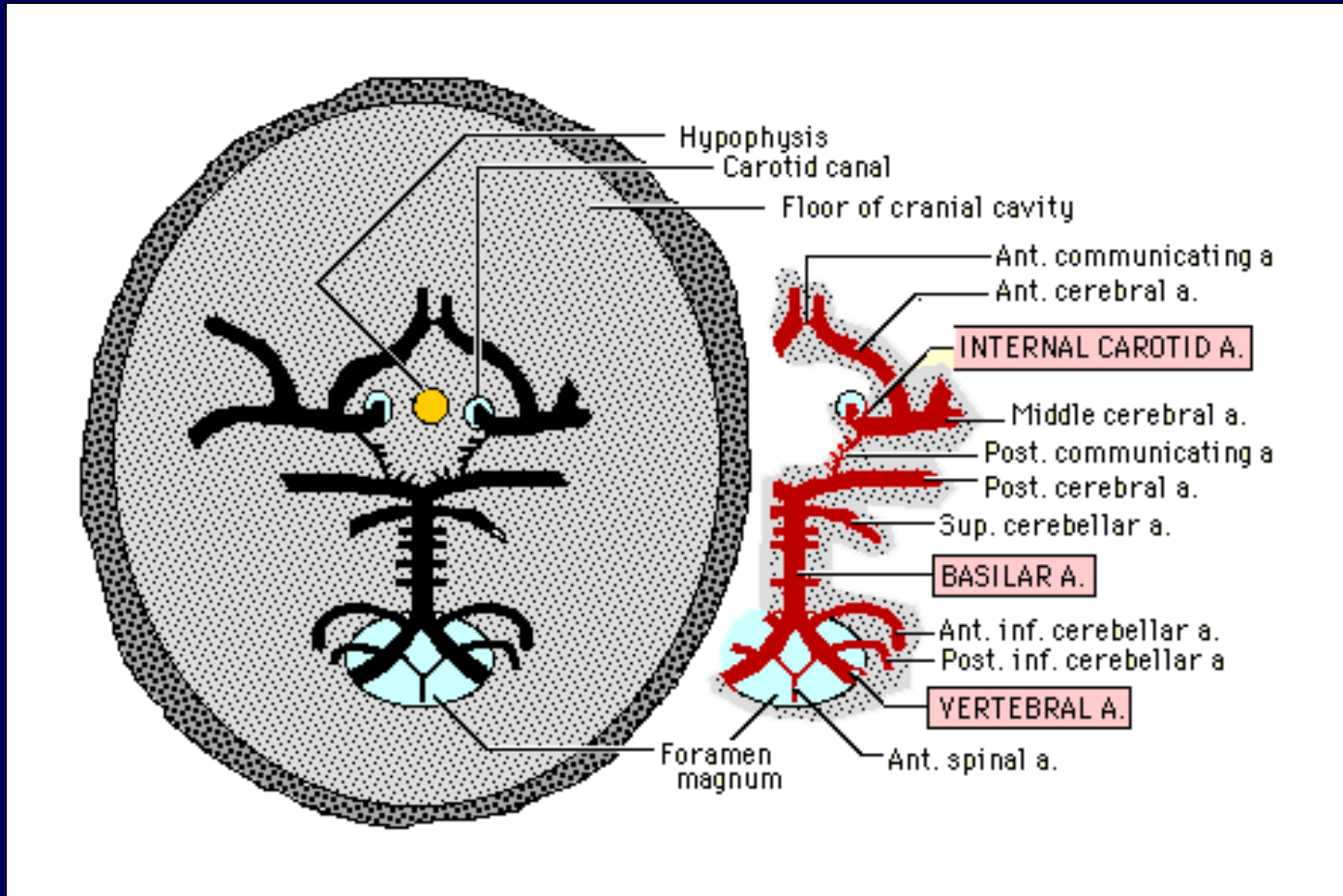


La storia: neurosonologia intracranica

- Ecoencefalografia (1955)
- Doppler Trans Cranico TCD (Aaslid, 82)
- Ecografia Trans Cranica (Berland, 88)
- EcoColorDoppler Trans Cranico TCCD (Bogdahn, 90)
- Contrast Enhanced TCCD (Bogdahn, 93)
- TC power Doppler (1993-94)

ARTERIE CEREBRALI INTRACRANICHE

IL CIRCOLO DI WILLIS



DOPPLER TC:MONITORAGGI PRE E INTRAOPERATORI

MONITORAGGI PRE E INTRAOPERATORI

Compensi intracranici delle lesioni carotidee extracraniche

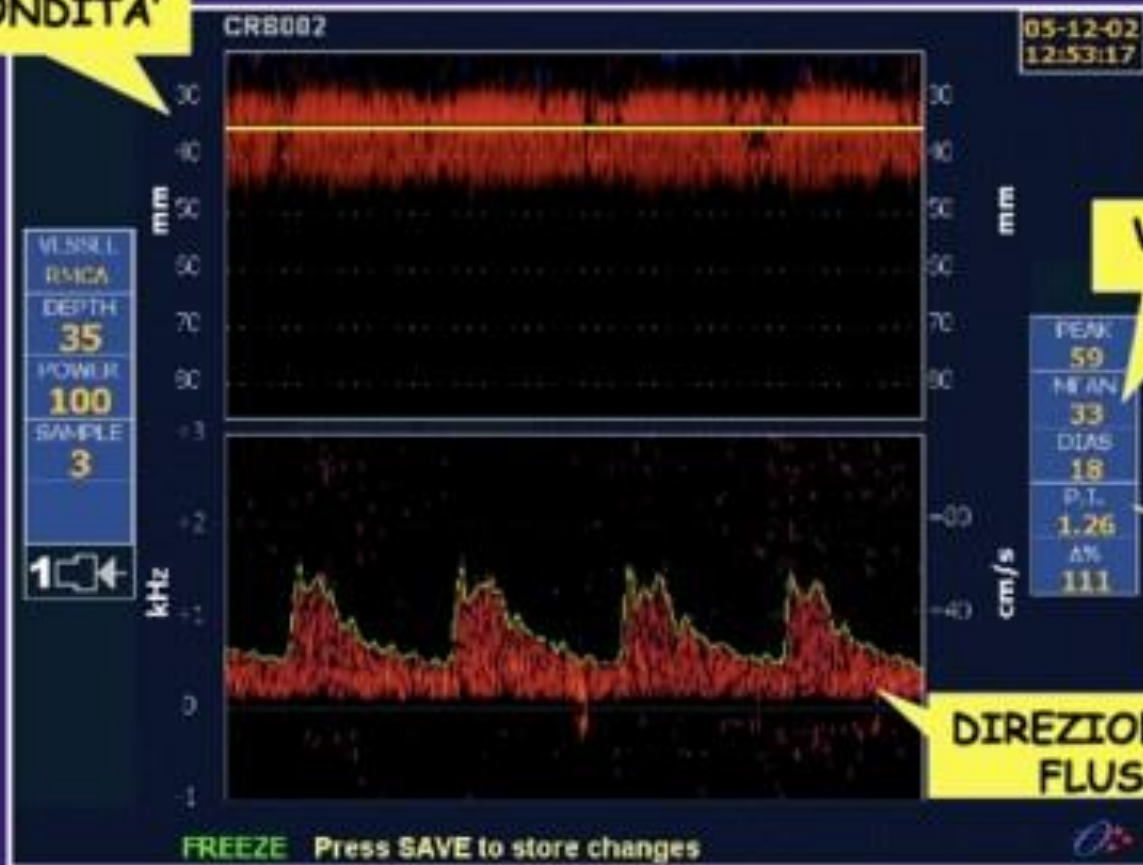
- 1. Asimmetria della ACM (no compenso)**
- 2. Circolo di compenso via ACA**
- 3. Riserva Vasomotoria in ipocapnia
(vasocostrizione) e ipercapnia**
- 4. Test di compressione carotidea**

Il Doppler Transcranico (DTC): indicazioni

- **Vasospasmo nell' ESA**
- **Stenosi intracraniche**
- **PFO**
- **Registrazione di microemboli**
- **Occlusione acuta intracranica**

TCD

PROFONDITA'



VELOCITA'

IP

DIREZIONE DEL FLUSSO

arteria	Finestra	Profondità mm	direzione di flusso*	velocità cm/sec
ACM	Temporale	50 - 55	+	62 ± 13
ACA	Temporale	60 - 70	-	51 ± 13
ACP	Temporale	60 - 65	+	40 ± 11
TB	Occipitale	80 - 110	-	42 ± 10
AV	Occipitale	65 - 75	-	37 ± 10
Sifone				
C ₁	Temporale	65	+	37 ± 8
C ₂	Orbitale	70	-	41 ± 11
C ₃	Orbitale	60 - 65	+	44 ± 12
C ₄	Orbitale	70	+	47 ± 13
Oftalmica	Orbitale	45 - 50	+	25 ± 5
CI	Mandibolare	25 - 80	-	32 ± 9

US detection of intracranial stenosis > 50%

PSV (cm/sec) sensibilità specificità

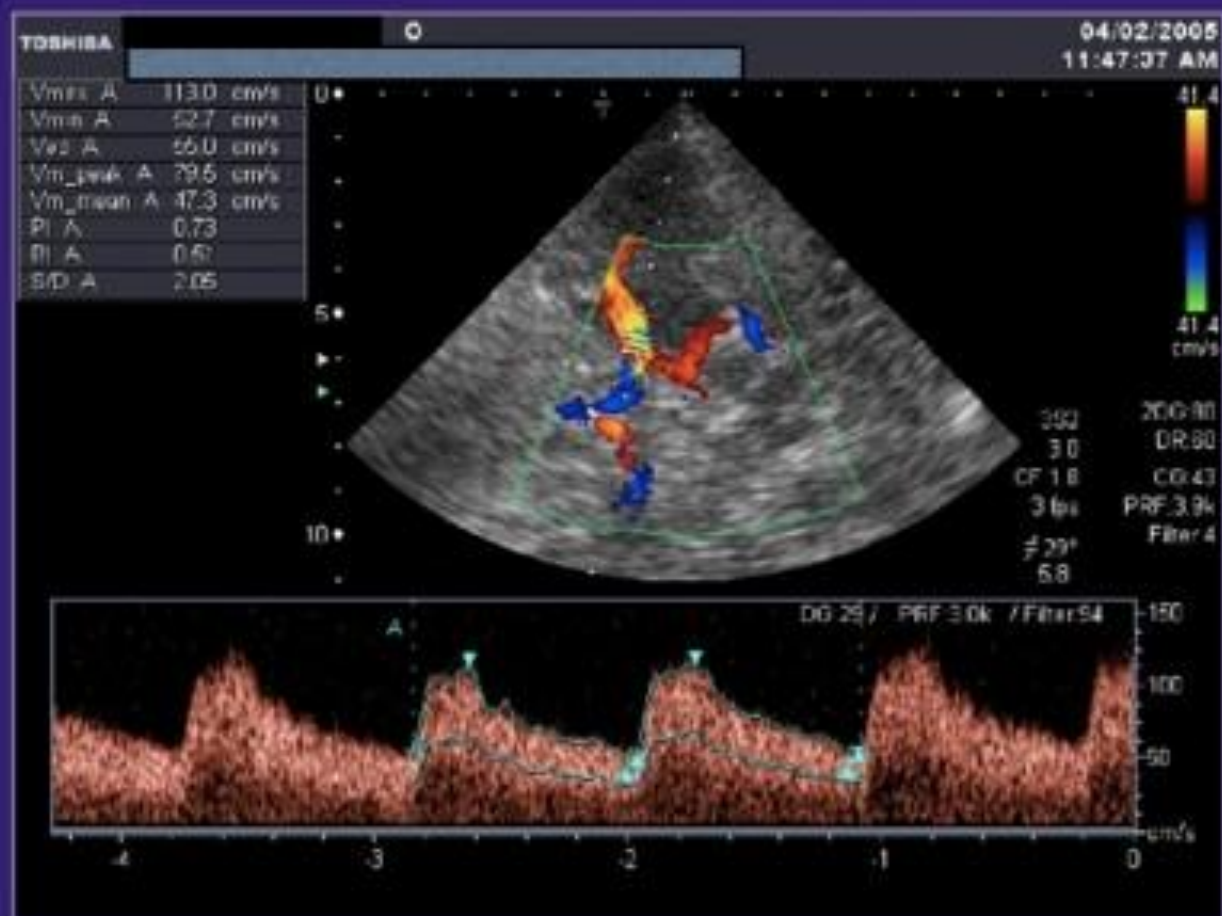
ACA	>155	100%	100%
MCA	>220	100%	100%
PCA	>145	100%	100%
BA	>140	100%	100%
VE	>120	100%	100%

Identificazione delle arterie



TCCD

ECO COLOR DOPPLER TRANSCRANICO



ECO COLOR DOPPLER TRANSCRANICO

- ◆ **B-mode ultrasonografia per identificare le strutture cerebrali**
- ◆ **Color e Power-doppler per identificare i vasi**

TCCD: PRINCIPI 1

- ◆ Sonde a scansione settoriale a bassa frequenza di emissione (1,8-3,6 MHz)
- ◆ Color-Doppler: rappresenta la velocità media, nel dominio delle frequenze, delle particelle presenti nel volume campione
 - ◆ Decorso anatomico dei vasi
 - ◆ Direzione del flusso (rosso in avvicinamento, blu in allontanamento)
 - ◆ Correzione dell'angolo di insonazione per la misura delle velocità di flusso
 - ◆ Pochi artefatti di movimento

TCCD: PRINCIPI 2

◆ **Power Doppler**: rappresenta l'intensità integrata del segnale, proporzionale al numero di particelle presenti nel volume campione

- ◆ Decorso anatomico del vaso
- ◆ Buon rapporto segnale rumore
- ◆ Non dipendenza dall'angolo di insonazione
- ◆ Non soggetto ad aliasing
- ◆ Identifica anche i flussi lenti

TCCD: PRINCIPI 3

VELOCIMETRIA: vantaggio rispetto al TCD

- ◆ Si può posizionare il volume campione direttamente nel punto di interesse del vaso
- ◆ Si può modificare e correggere l'angolo di insonazione
- ◆ E' facile correggere l'angolo nei vasi relativamente rettilinei (M1), meno facile in quelli a decorso curvilineo

TECNICHE D'ESAME

◆ APPROCCIO TRANSTEMPORALE

- PIANO ASSIALE

- PIANO CORONALE

◆ APPROCCIO SUBOCCIPITALE

◆ APPROCCIO TRANSORBITALE

APPROCCIO TRANSTEMPORALE

Piano assiale: profondità di scansione di 14-16 cm in modo da visualizzare la calotta cranica controlaterale ed avere il brain-stem a circa metà della finestra

◆ **MESENCEFALICO**: piano assiale orbitomeatale a livello del mesencefalo

◆ **DIENCEFALICO**: a livello del III ventricolo, si ottiene sciftando la sonda apicalmente di 10° rispetto al mesencefalo

PIANO MESENCEFALICO

- ◆ Zona di riferimento: ***mesencefalo***, localizzato a circa metà della finestra.
- ◆ Forma di ***farfalla ipoecogena***, circondata da un alone iperecogeno (***cisterne ambiens***).
- ◆ Al davanti del mesencefalo si evidenzia la ***cisterna interpeduncolare*** e posteriormente la ***cisterna quadrigemina*** (iperecogene)

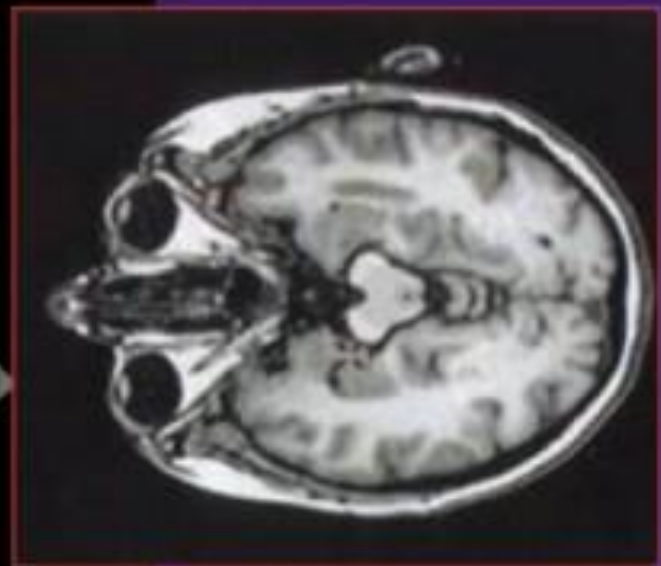
TOSHIBA

0

- OPE - TCranial

09/03/2005

6:03:44 PM



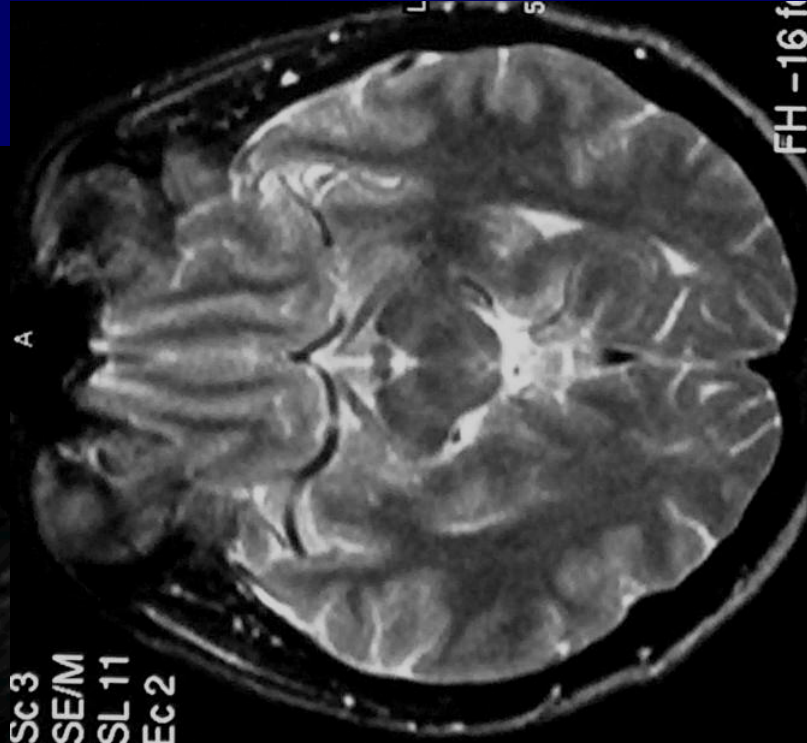
Piano mesencefalico

PIANO MESENCEFALICO

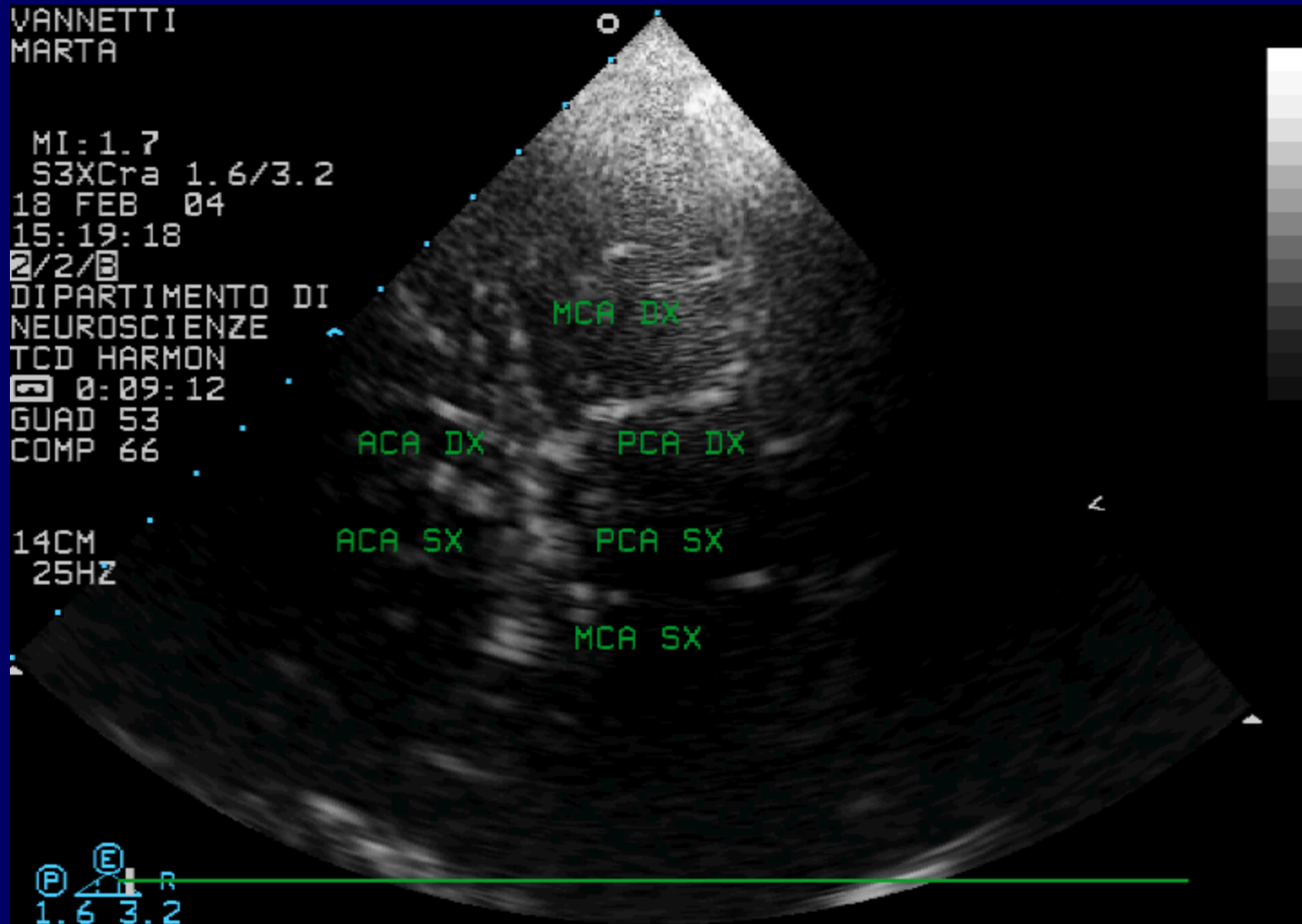
MILTON
KARINA
MI: 1.7
S3XCra 1.6/3.2
20 NOV 01
11:20:45
2/1/0
DIPARTIMENTO DI
NEUROSCIENZE
TRANS CRANICO
01179
GUAD 59
COMP 61

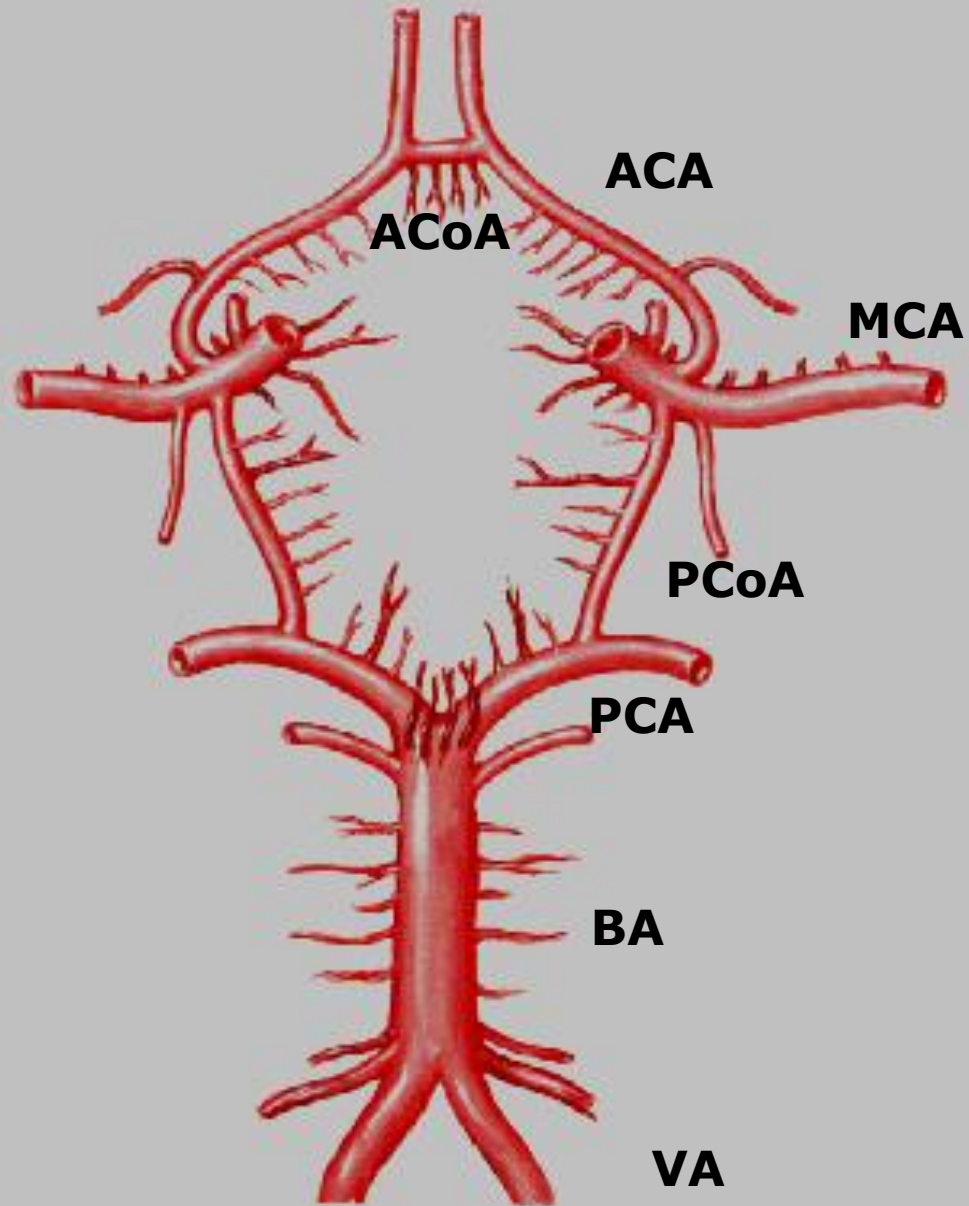
14CM
25HZ

P E R
1.6 3.2



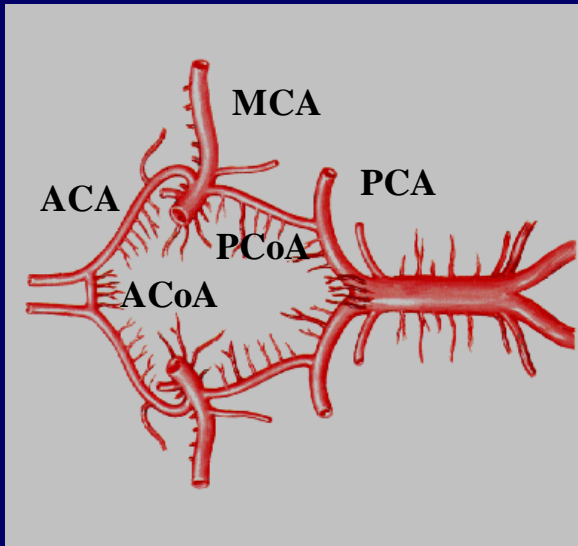
PIANO MESENCEFALICO





PIANO MESENCEFALICO

Color-Doppler

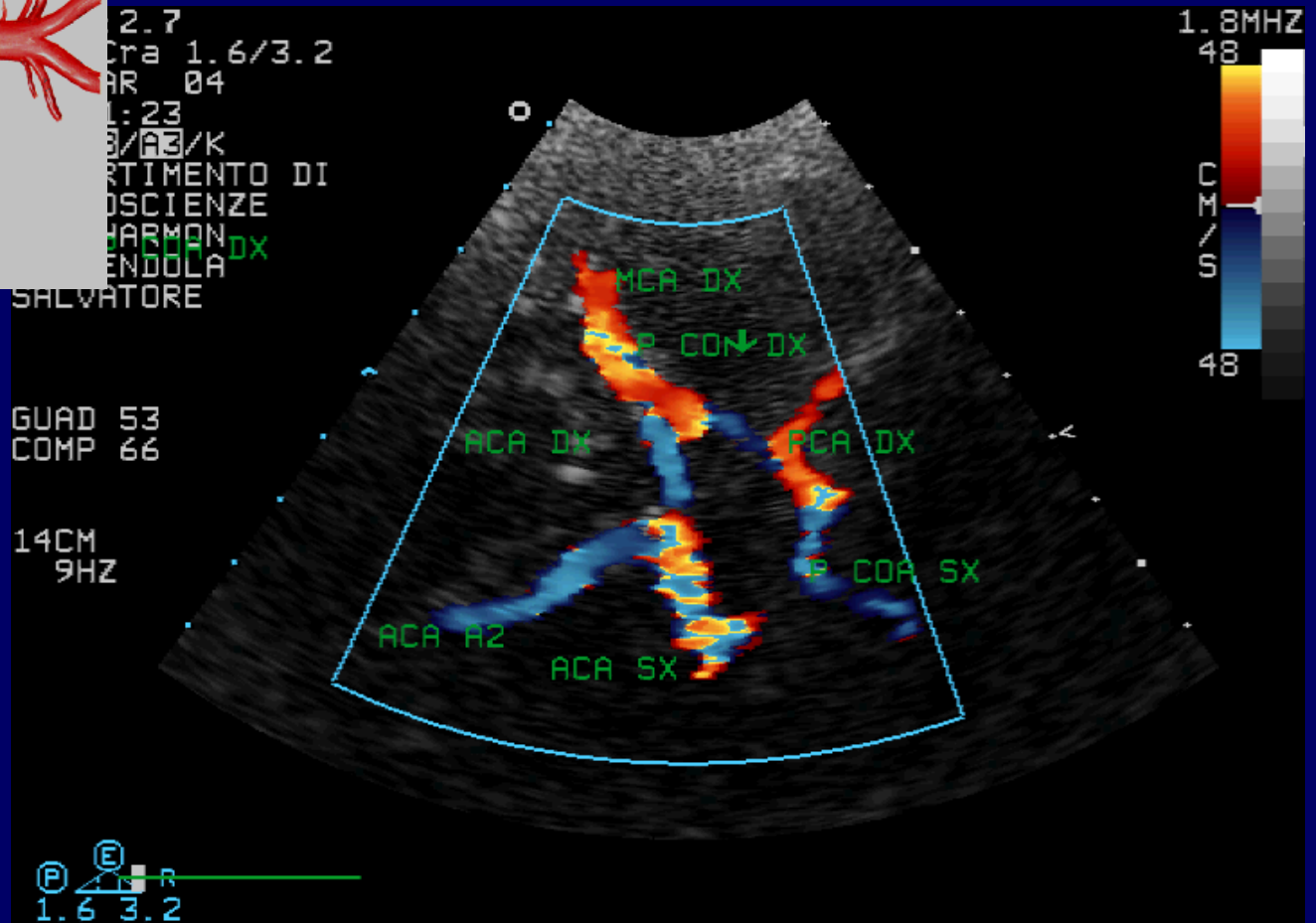


2.7
Cra 1.6/3.2
AR 04
L: 23
B/A3/K
RTIMENTO DI
OSCIENZE
ARMON
ENDOLA
SALVATORE

GUAD 53
COMP 66

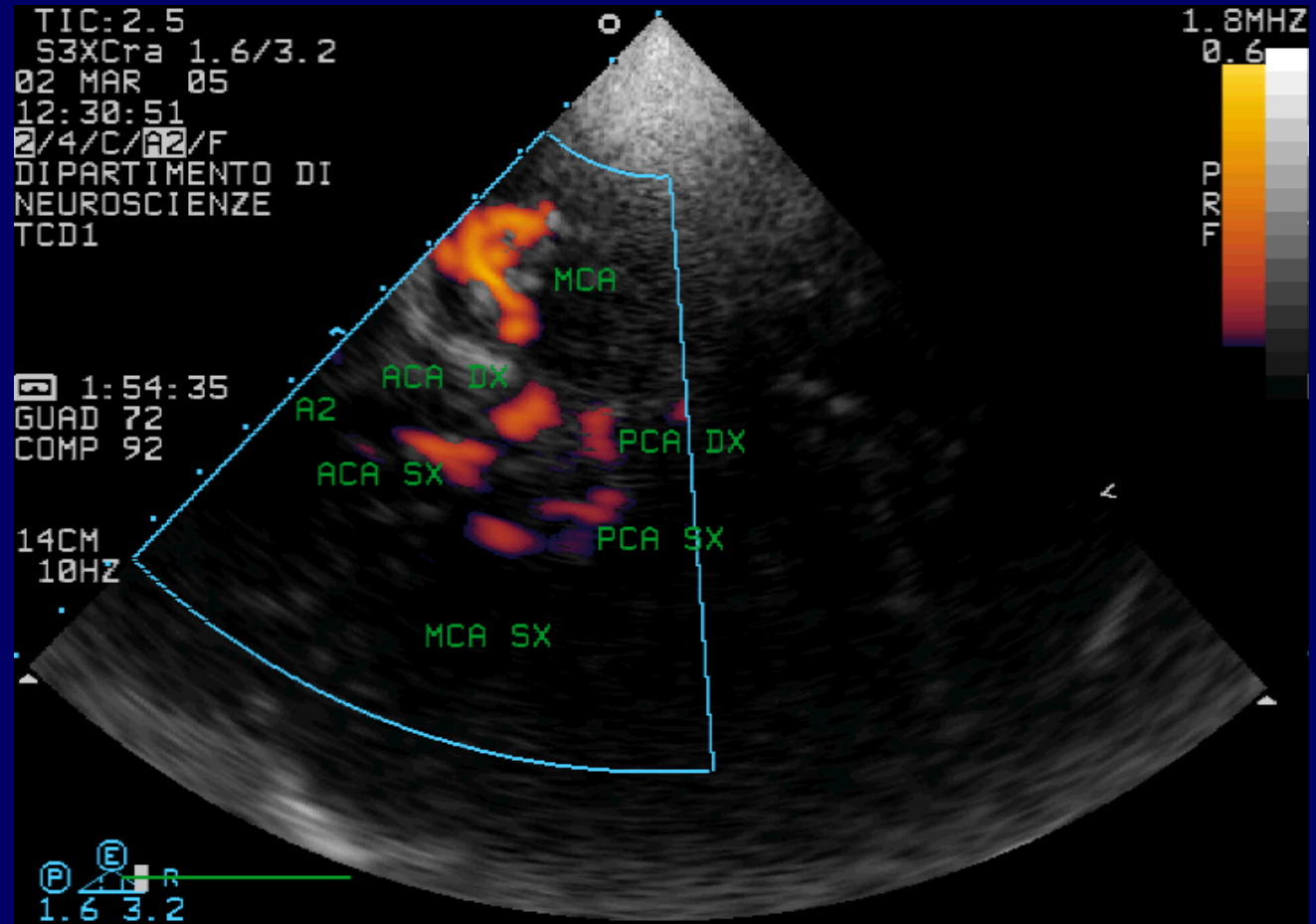
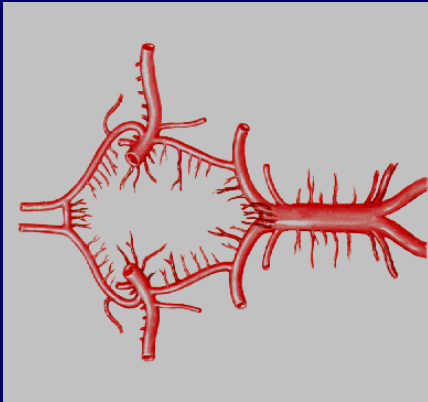
14CM
9HZ

Ⓟ Ⓜ Ⓡ
1.6 3.2

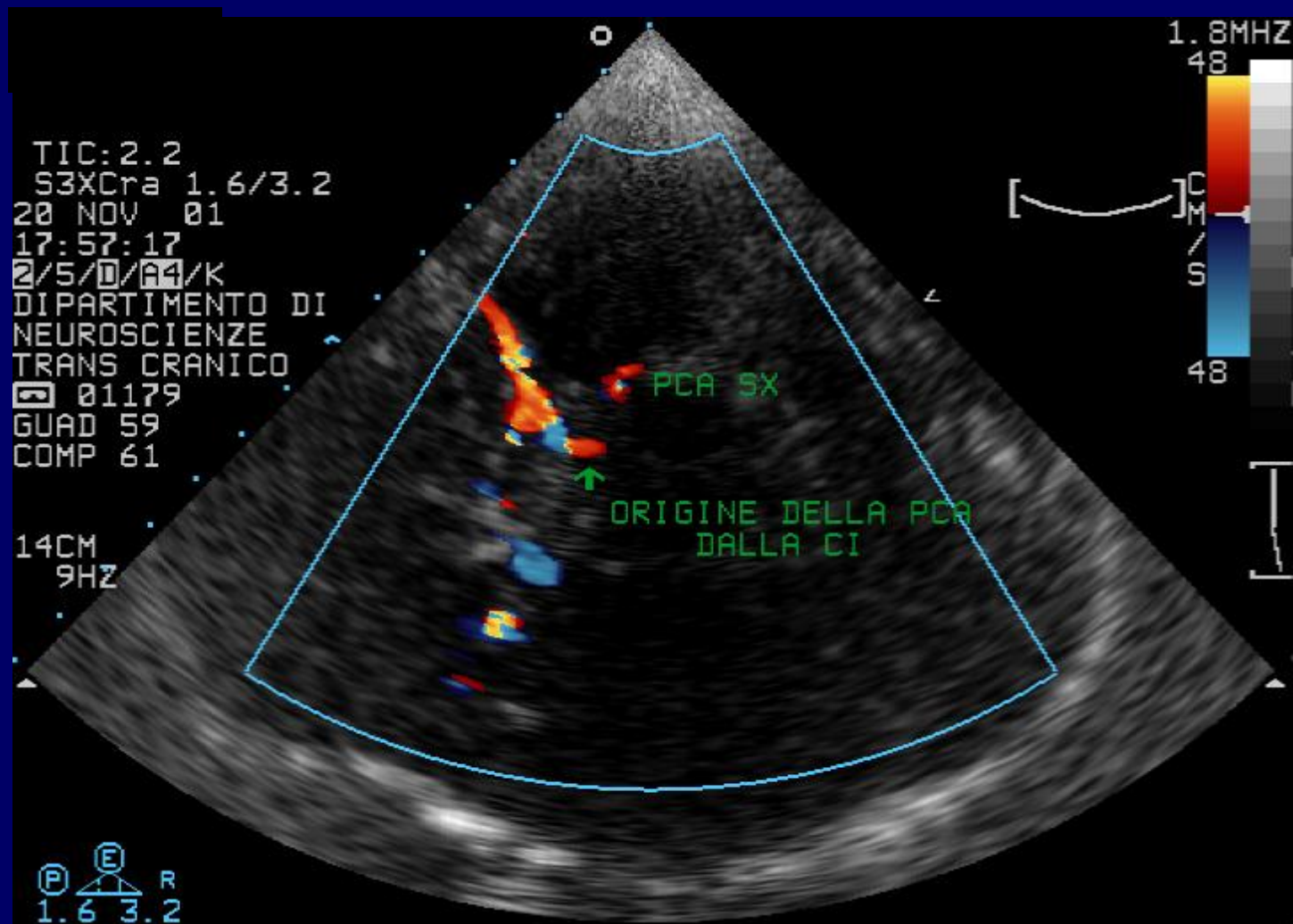


PIANO MESENCEFALICO

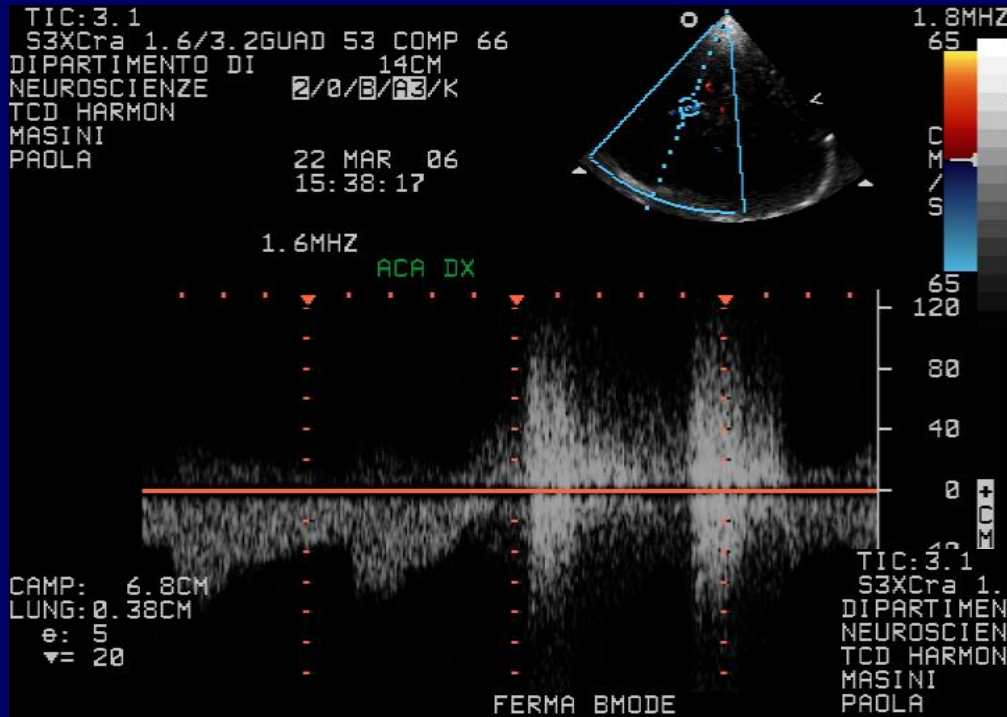
Power Doppler



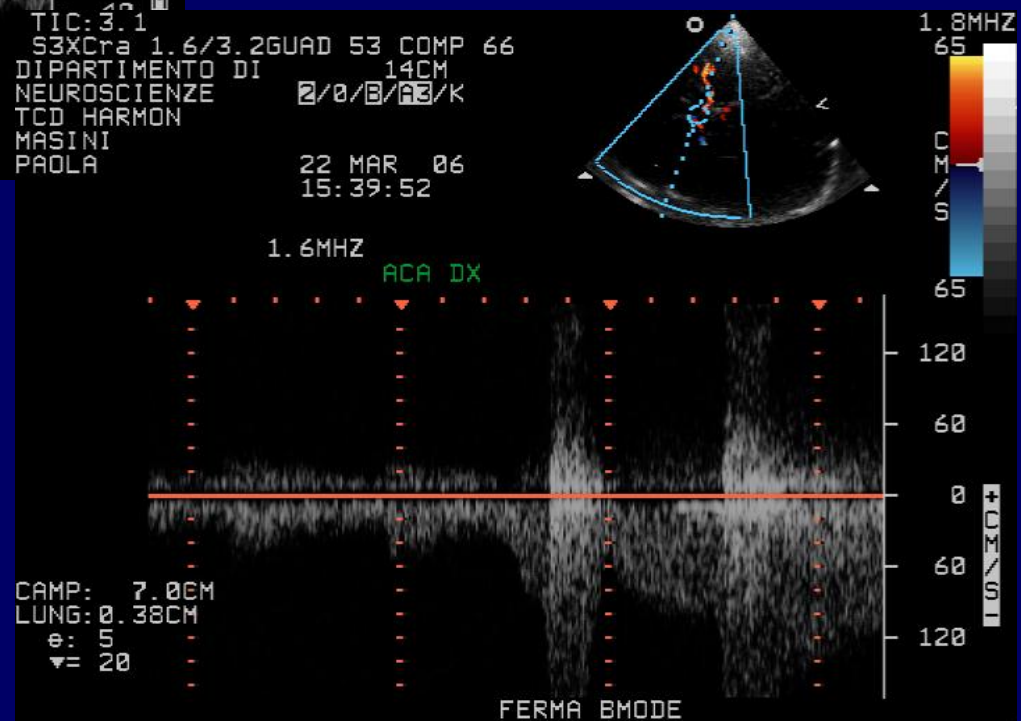
PIANO MESENCEFALICO



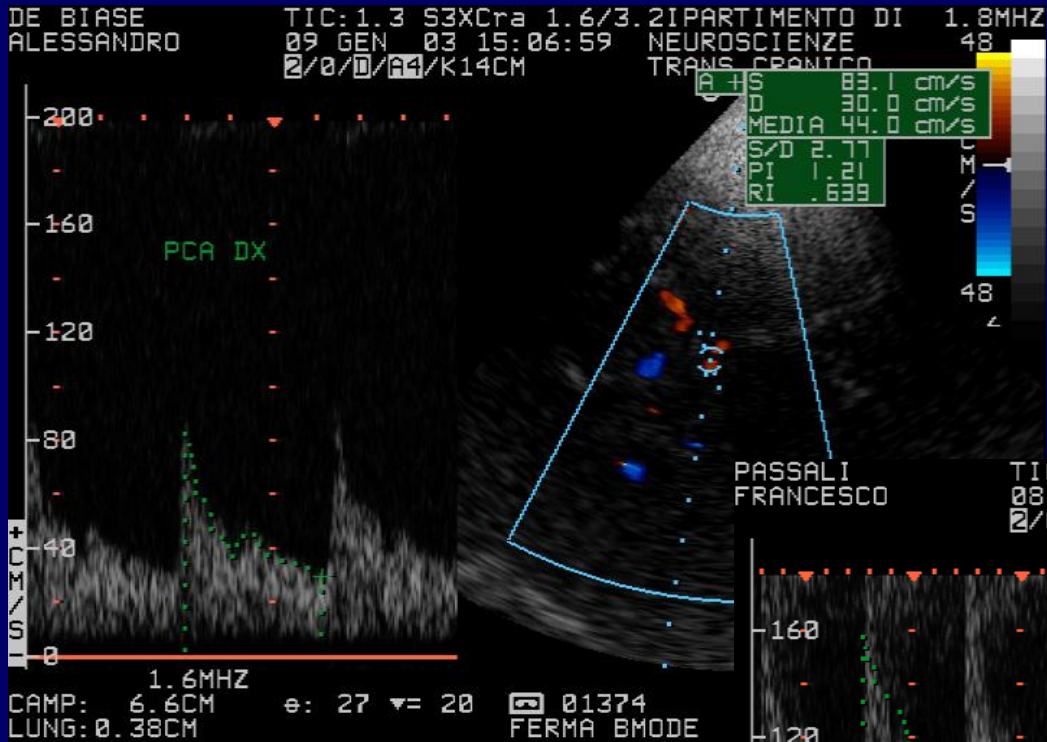
PIANO MESENCEFALICO



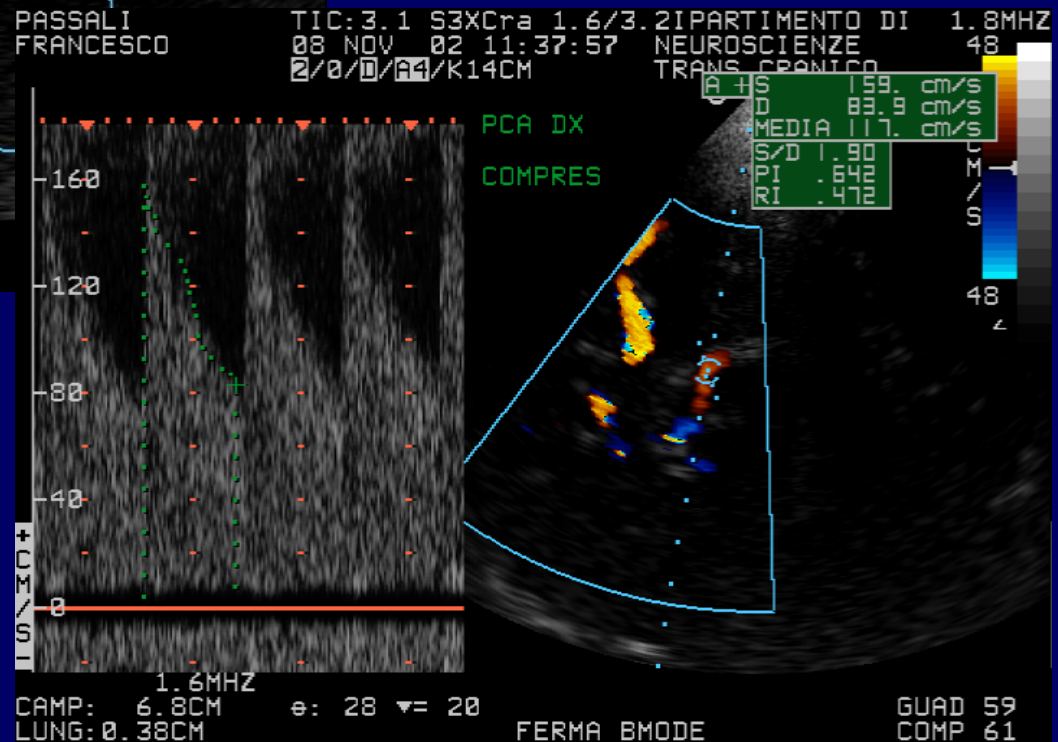
ACoA



PIANO MESENCEFALICO



PCoA



PIANO DIENCEFALICO

- ◆ Zona di riferimento: **III ventricolo** localizzato a metà della finestra, ipoecogeno, circondato da due linee iperecogene, con posteriormente la g. **pineale** (iperecogena).
- ◆ La misura della distanza tra la sonda ed il III ventricolo può essere utile per valutare lo shift della linea mediana nei processi occupanti spazio.
- ◆ Sopra il III ventricolo si evidenzia il **talamo** come zona ovalare ipoecogena con davanti i rami a candelabro della M2 e dietro il tratto P2 della PCA

PIANO DIENCEFALICO

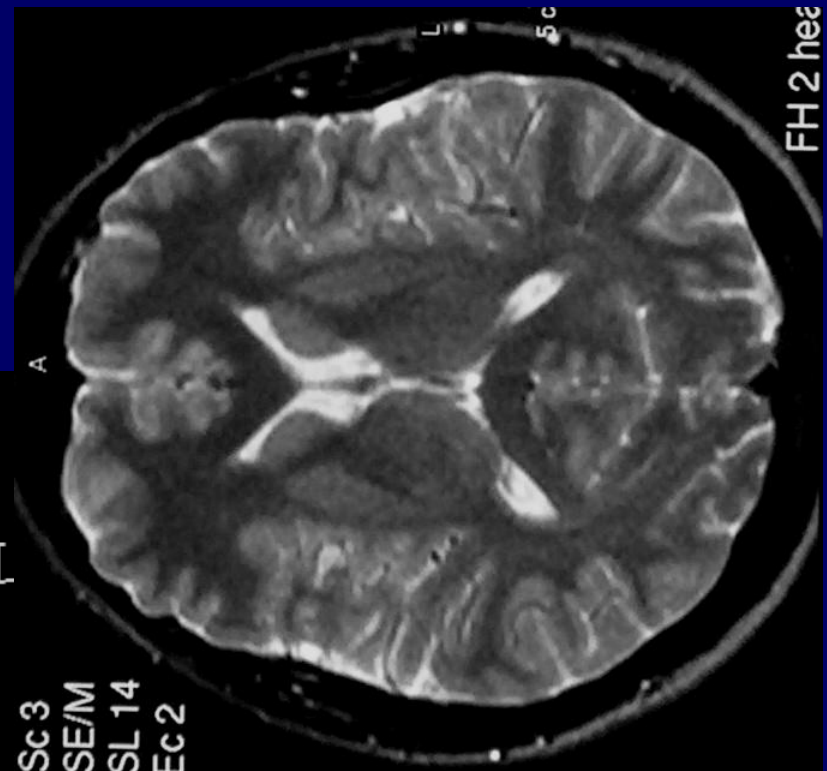
MI: 1.7
S3XCra 1.6/3.2
04 MAR 04
16:03:11
2/2/8
DIPARTIMENTO DI
NEUROSCIENZE
TCD HARMON
LA MENDOLA
SALVATORE

GUAD 53
COMP 66

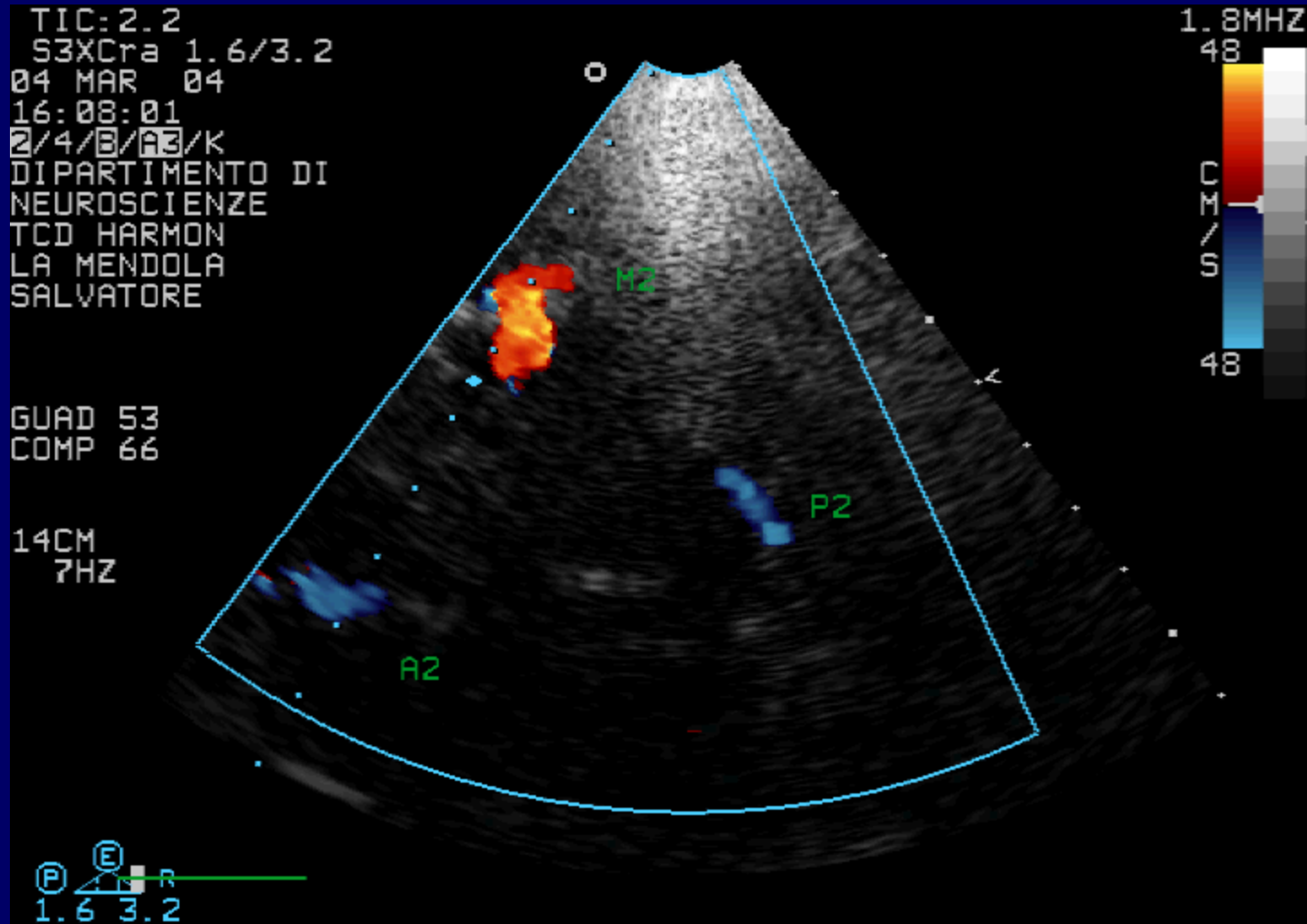
14CM
25HZ

Ⓟ Ⓜ Ⓡ
1.6 3.2

III VENTRICOLO



PIANO DIENCEFALICO



PIANO CORONALE

- ◆ Si ottiene ruotando la sonda di 90° e si distinguono il **III ventricolo**, le **corna anteriori** dei ventricoli laterali, il **talamo** e la **capsula interna**
- ◆ Piano coronale anteriore: M1, A1, C1
- ◆ Piano coronale posteriore: PCA, BA, M2, M3 e la parte orizzontale del segmento intrapetroso dell'ICA

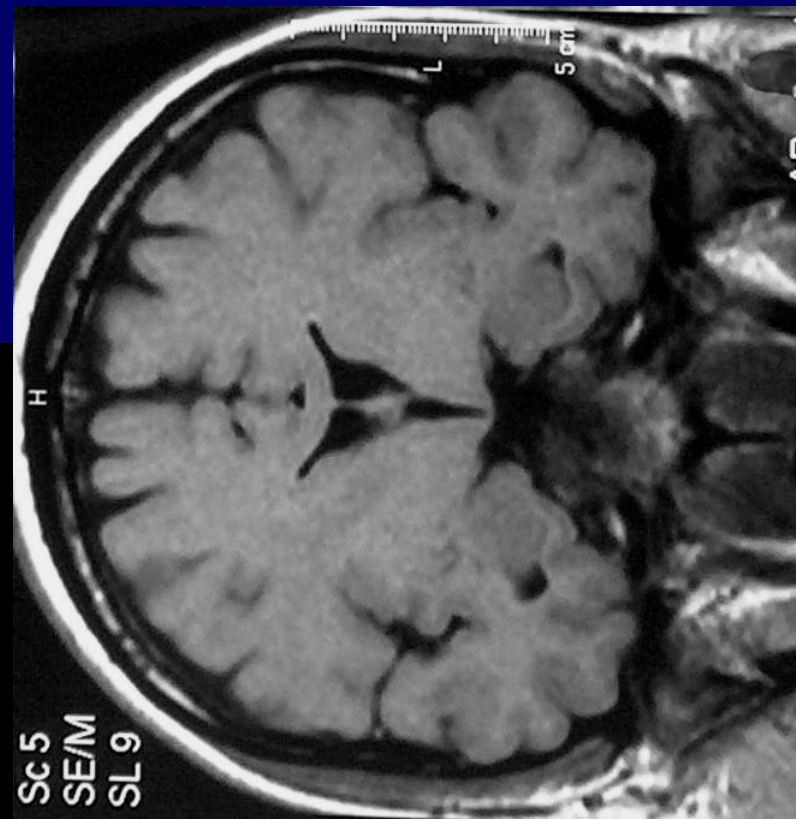
PIANO CORONALE

BALLERINI
MICHELE

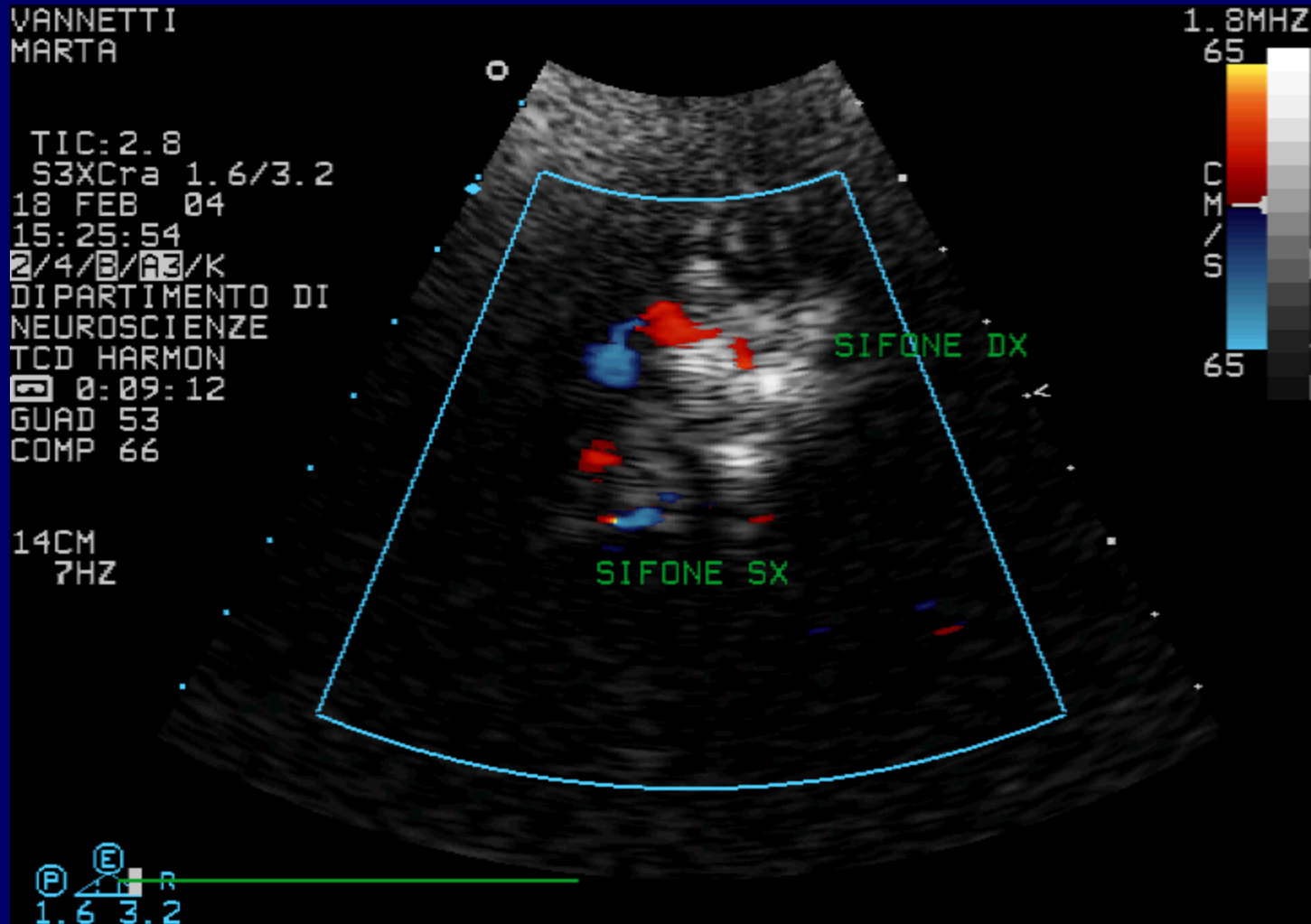
MI: 1.7
S3XCra 1.6/3.2
23 LUG 01
14:45:14
2/1/0
DIPARTIMENTO DI
NEUROSCIENZE
TRANS CRANICO
00269
GUAD 59
COMP 61

14CM
25HZ

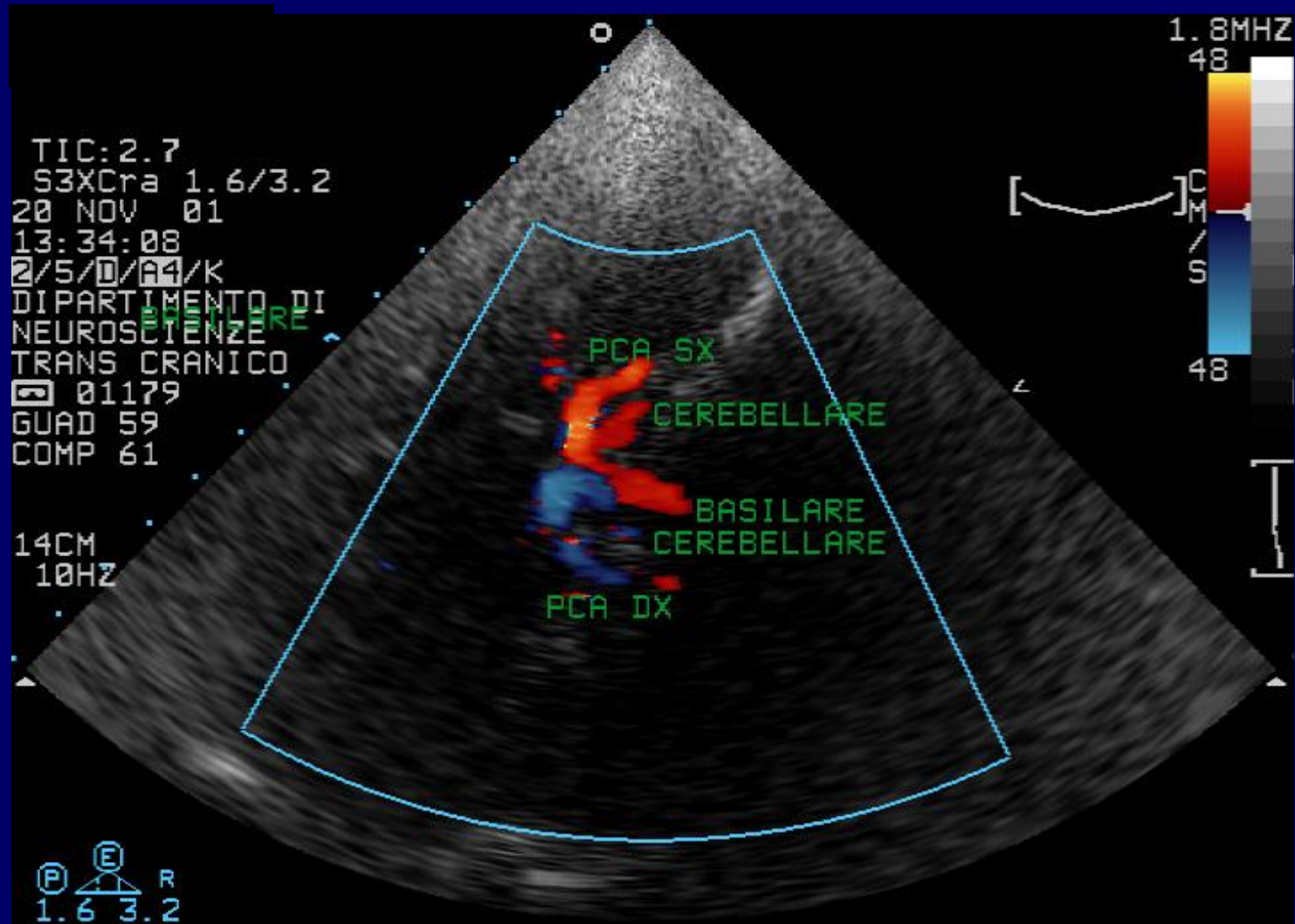
P E R
1.6 3.2

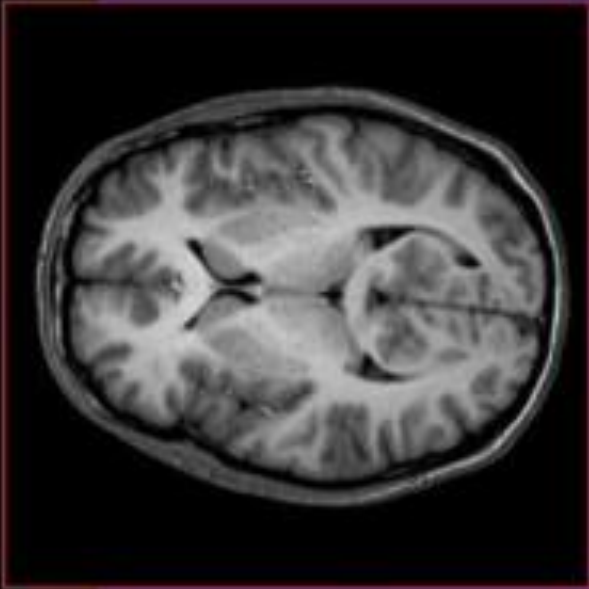


PIANO CORONALE



PIANO CORONALE





Piano diencefalico

TOSHIBA

O

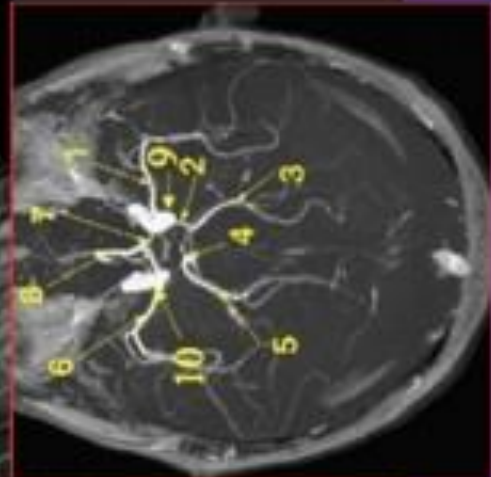
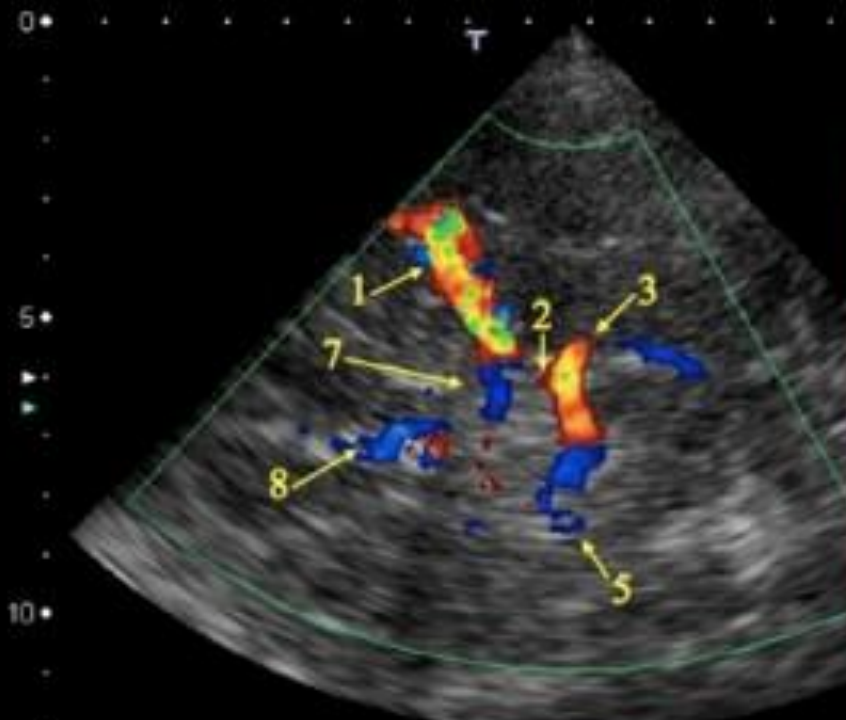
- OPE - TCraneal

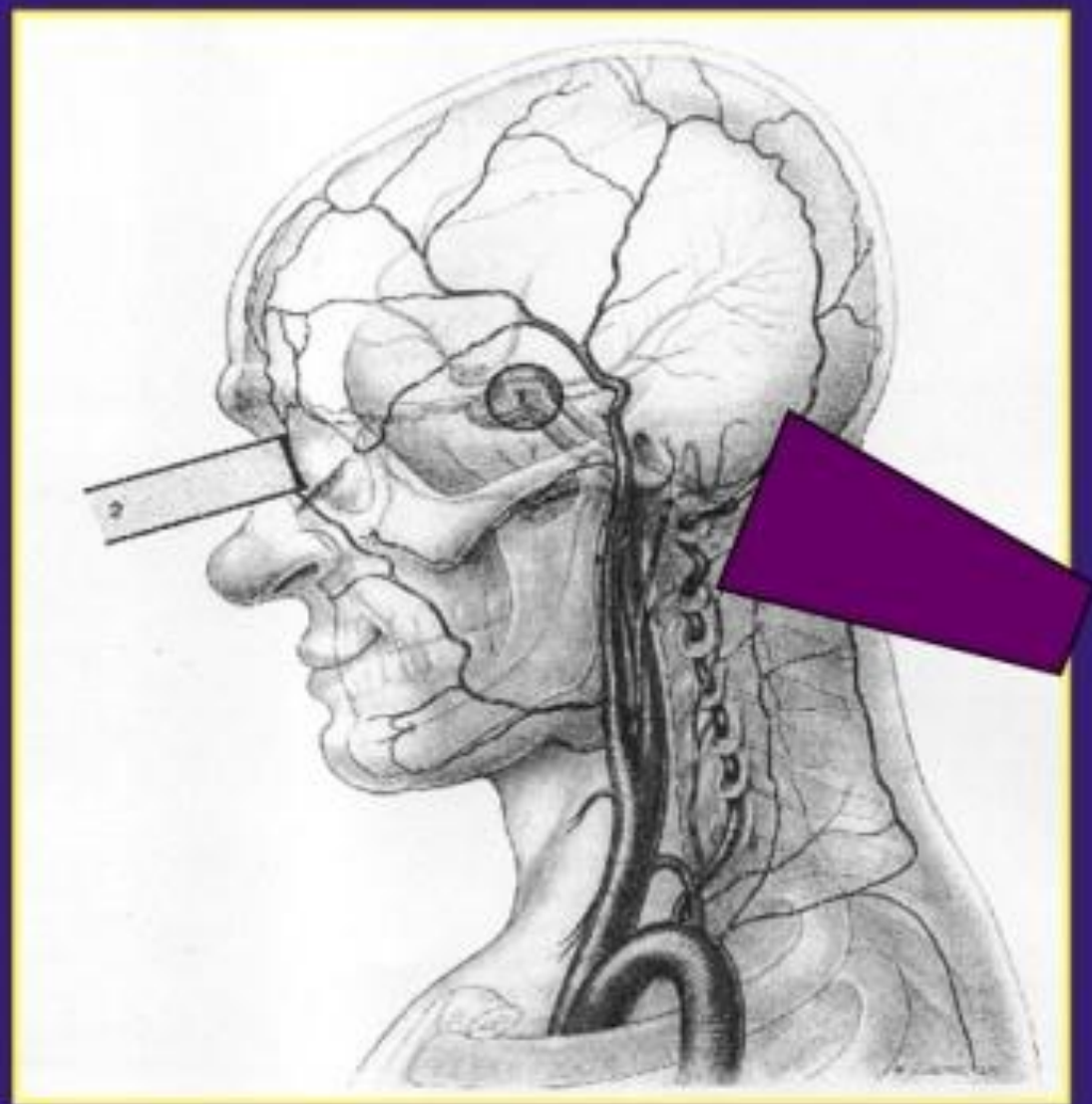
10/03/2005

6:16:27 PM

41.4
41.4 cm/s

3S2
3.0
CF 1.8
4 fps





APPROCCIO SUBOCCIPITALE

- ◆ Si visualizza prima con il B-mode il **forame magno** come struttura ipoecogena
- ◆ e con il colore il tratto intracranico delle **A. vertebrali** ed il **tronco basilare**
- ◆ con lievi spostamenti laterali si possono visualizzare anche la **PICA** e l'**AICA**

TOSHIBA

O

- OPE - TCranial

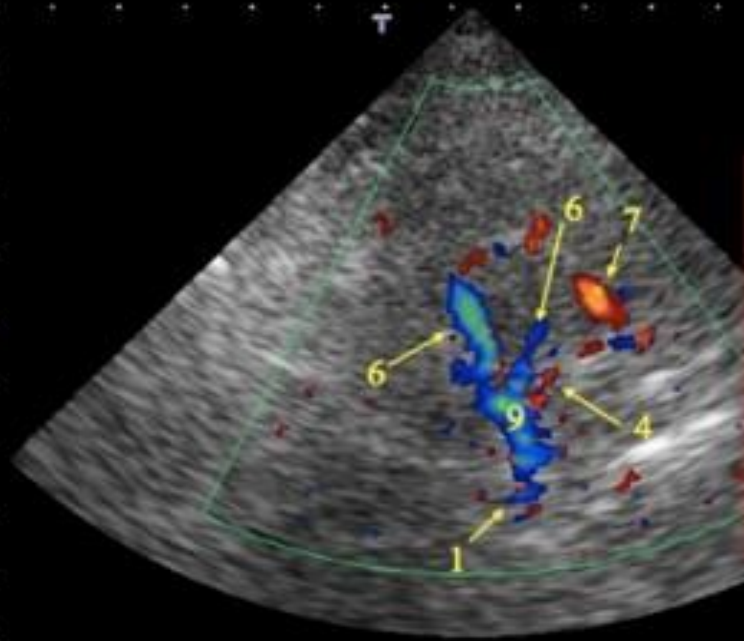
09/03/2005

6:24:34 PM

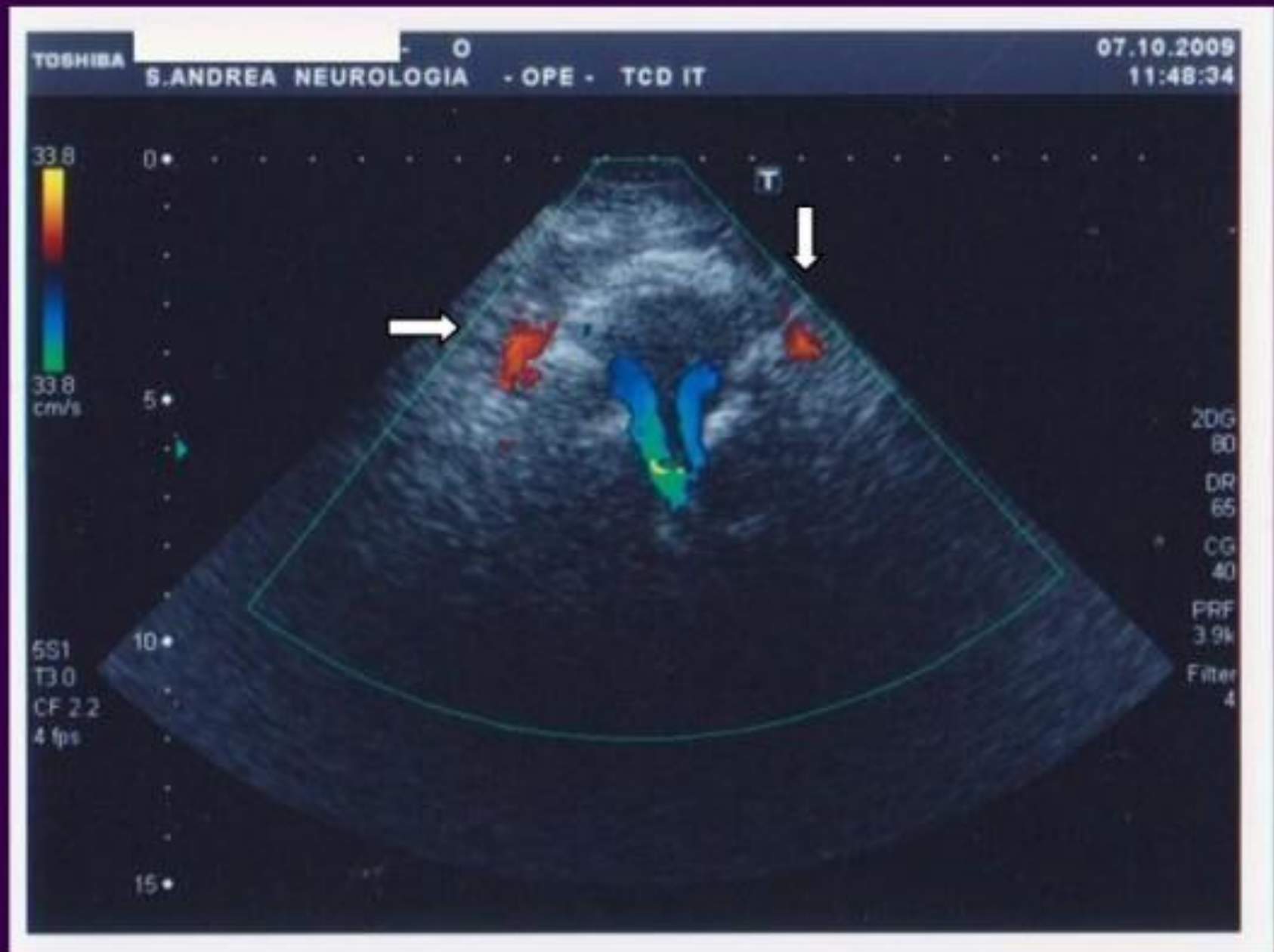
41.4
41.4
cm/s

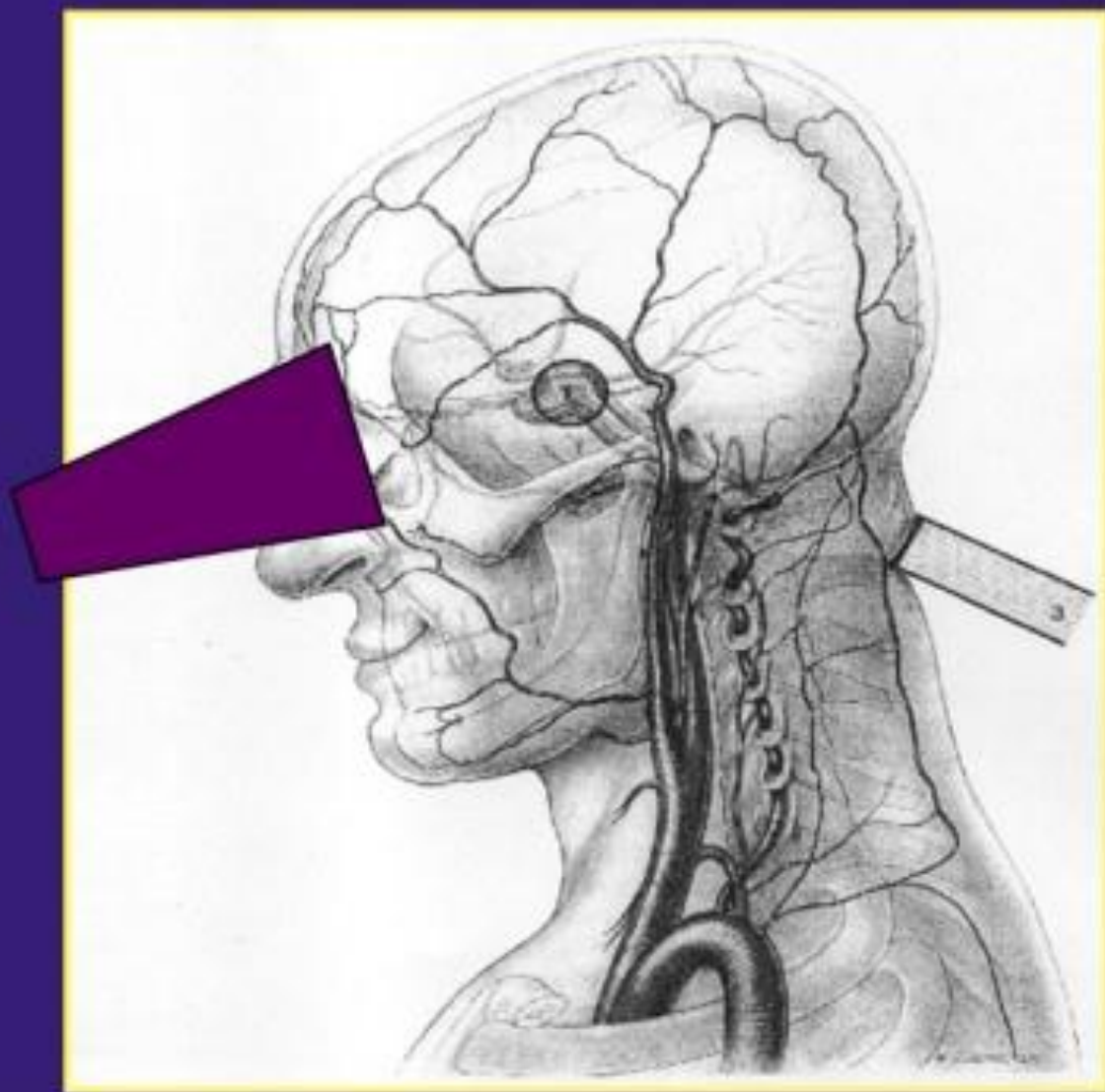
382
3.0
CF 1.3
7 fps

10



PICA

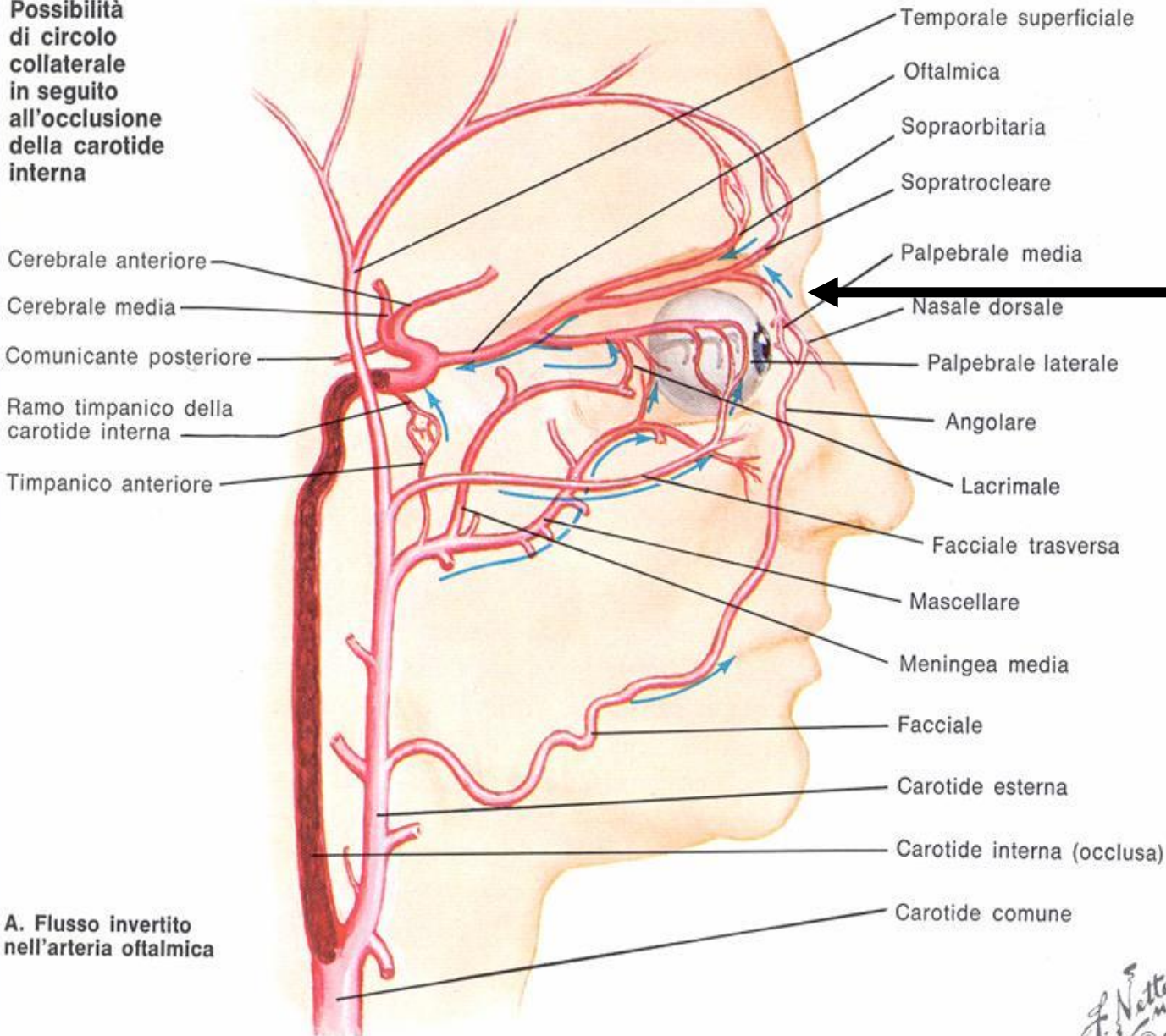




APPROCCIO TRASORBITALE

E' di difficile esecuzione, poiché dovendo ridurre al minimo l'energia ultrasonora i risultati ottenibili sono molto scarsi e non utilizzabili ruotinarriamente. Può essere utile nello studio di fistole del seno cavernoso

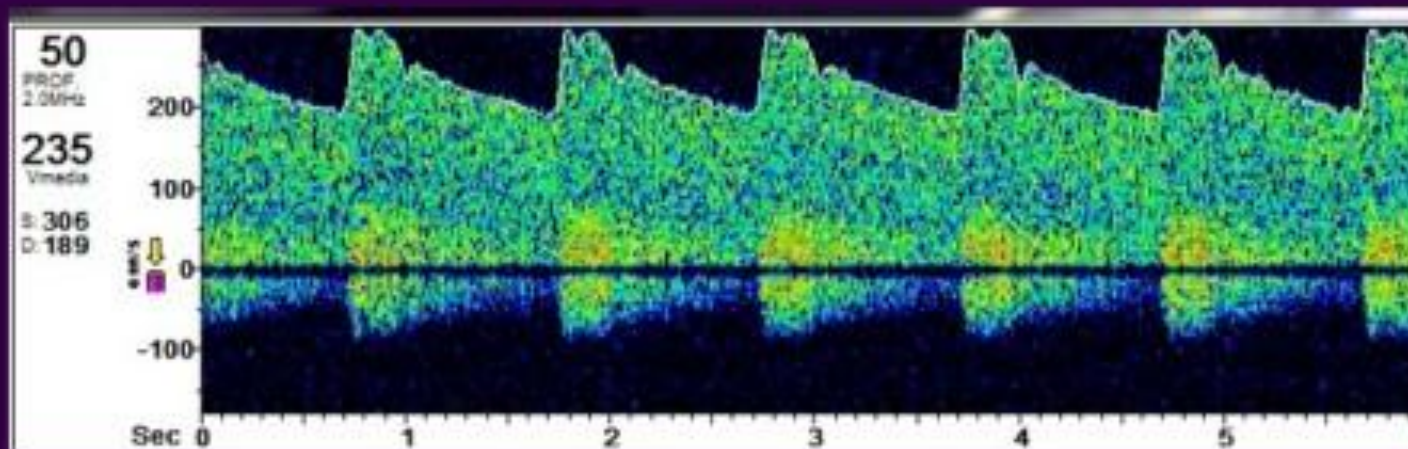
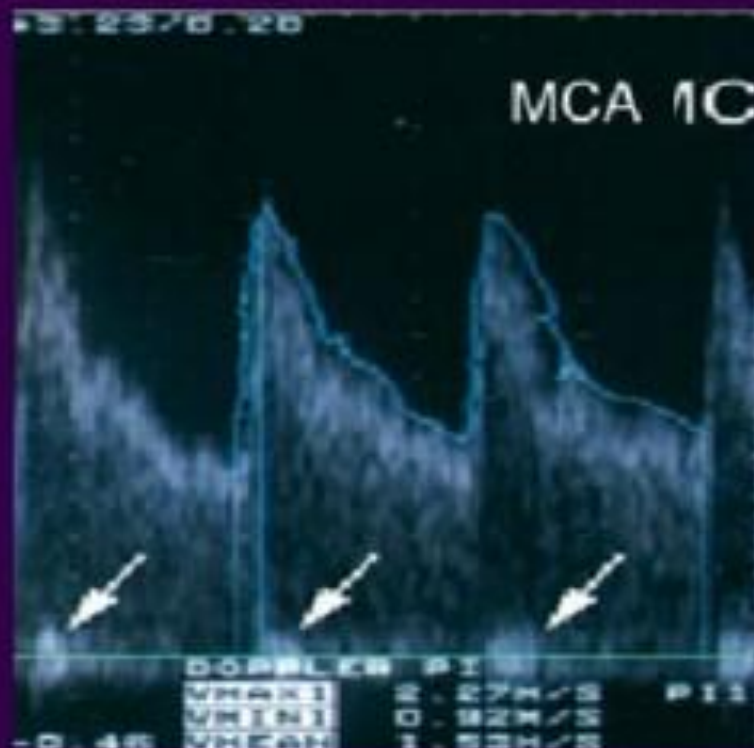
Possibilità di circolo collaterale in seguito all'occlusione della carotide interna



Inversione di flusso nei rami dell'oftalmica
Il fenomeno può essere messo in evidenza con l'esame doppler.

A. Flusso invertito nell'arteria oftalmica

STENOSI ARTERIE INTRACRANICHE



Criteri VELOCIMETRICI di stenosi intracraniche

- Accelerazione segmentaria del flusso (con aliasing al color-doppler)
- Turbolenze del flusso nel punto di stenosi
- Ridotta velocità a valle della stenosi

CONTRASTO ECOGRAFICO

- ◆ Il TCCD permette studi conclusivi nell'80-84% dei soggetti per ACA, MCA, PCA, nel 92% per la BA e nel 92-98% delle VA
- ◆ La finestra temporale è migliore nei bianchi piuttosto che nei neri e asiatici
- ◆ L'età ed il sesso femminile riducono l'ampiezza e la permeabilità della finestra temporale
- ◆ L'utilizzo del Contrasto ecografico (UCAs) permette di studiare il 90% dei pazienti

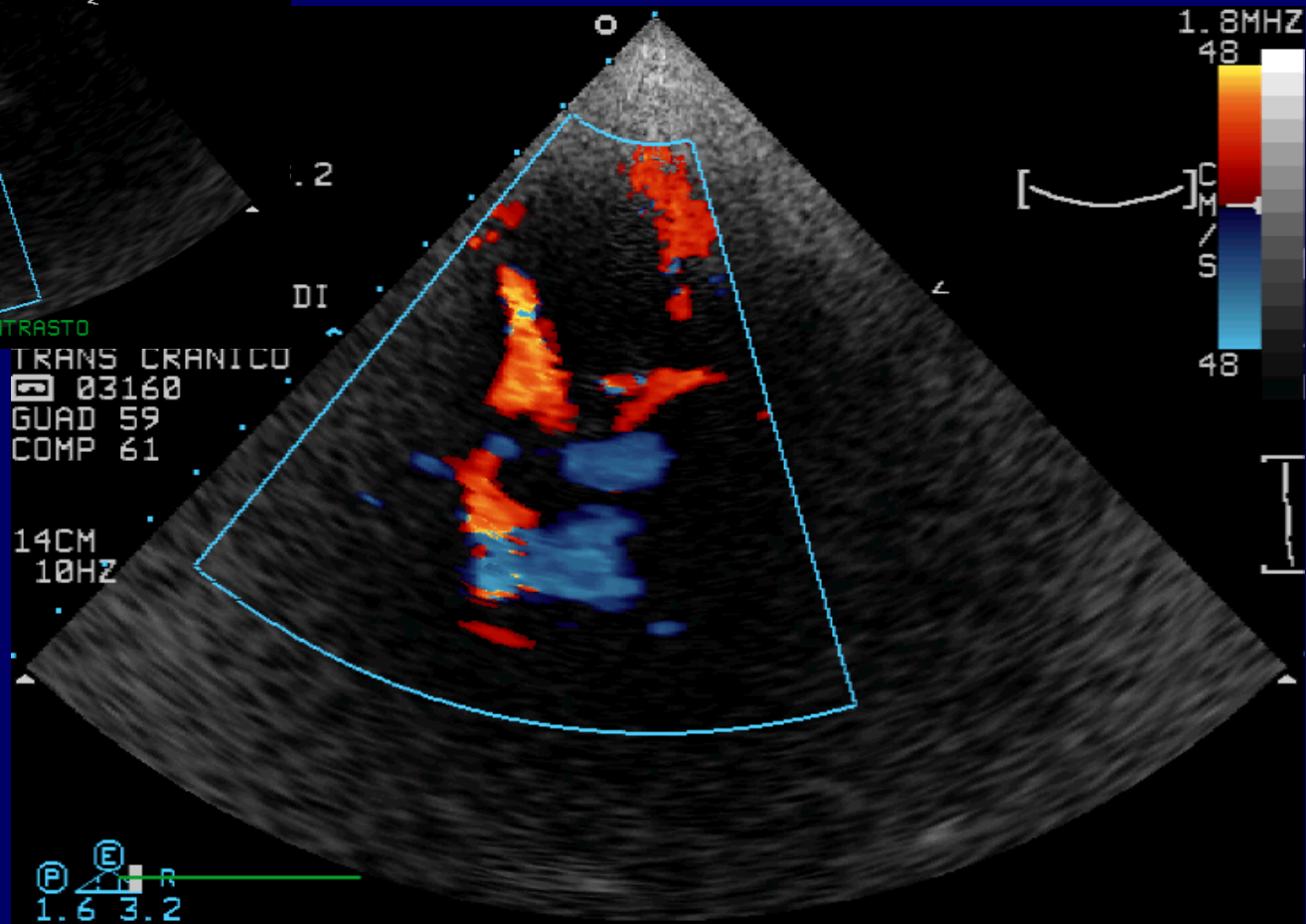
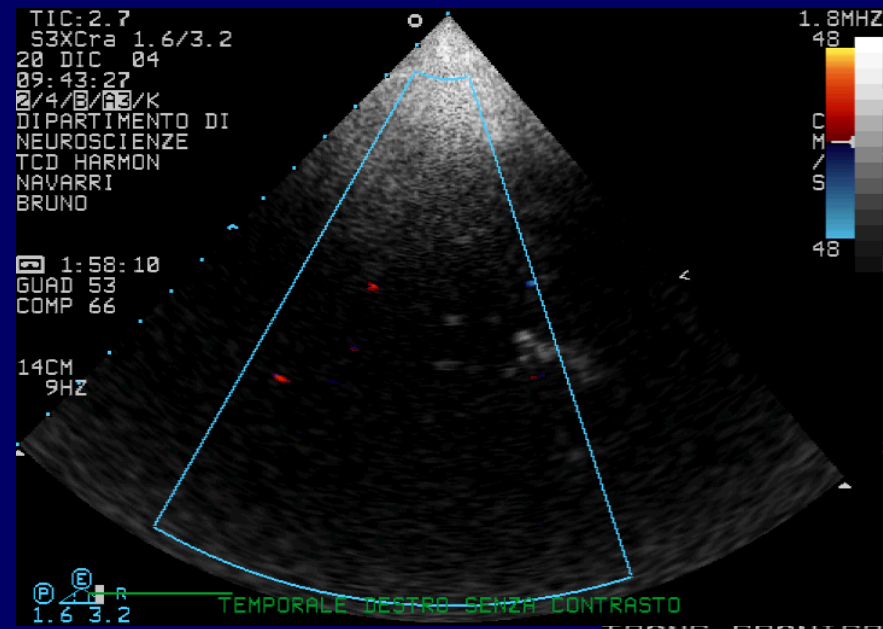
CONTRASTO ECOGRAFICO

- ◆ Gli UCAs aumentano il backscatter dal sangue e migliorano il rapporto segnale-rumore
- ◆ Gli artefatti associati alla somministrazione di UCAs sono: blooming del colore, rumore di spettro da microbolle
- ◆ Gli artefatti possono essere ridotti con la somministrazione in pompa dell'UCAs (Levovist e SonoVue)

MEZZI DI CONTRASTO

- **Microbolle contenenti gas e circondate da membrane stabilizzanti**
- **Rimangono all'interno dei vasi amplificando il segnale ecografico**
- **I generazione (Levovist, Echovist)**
- **II generazione (Sonovue, Optison)**
- **Segnale non lineare (tecniche armoniche o a sottrazione d'impulso)**

CONTRASTO ECOGRAFICO

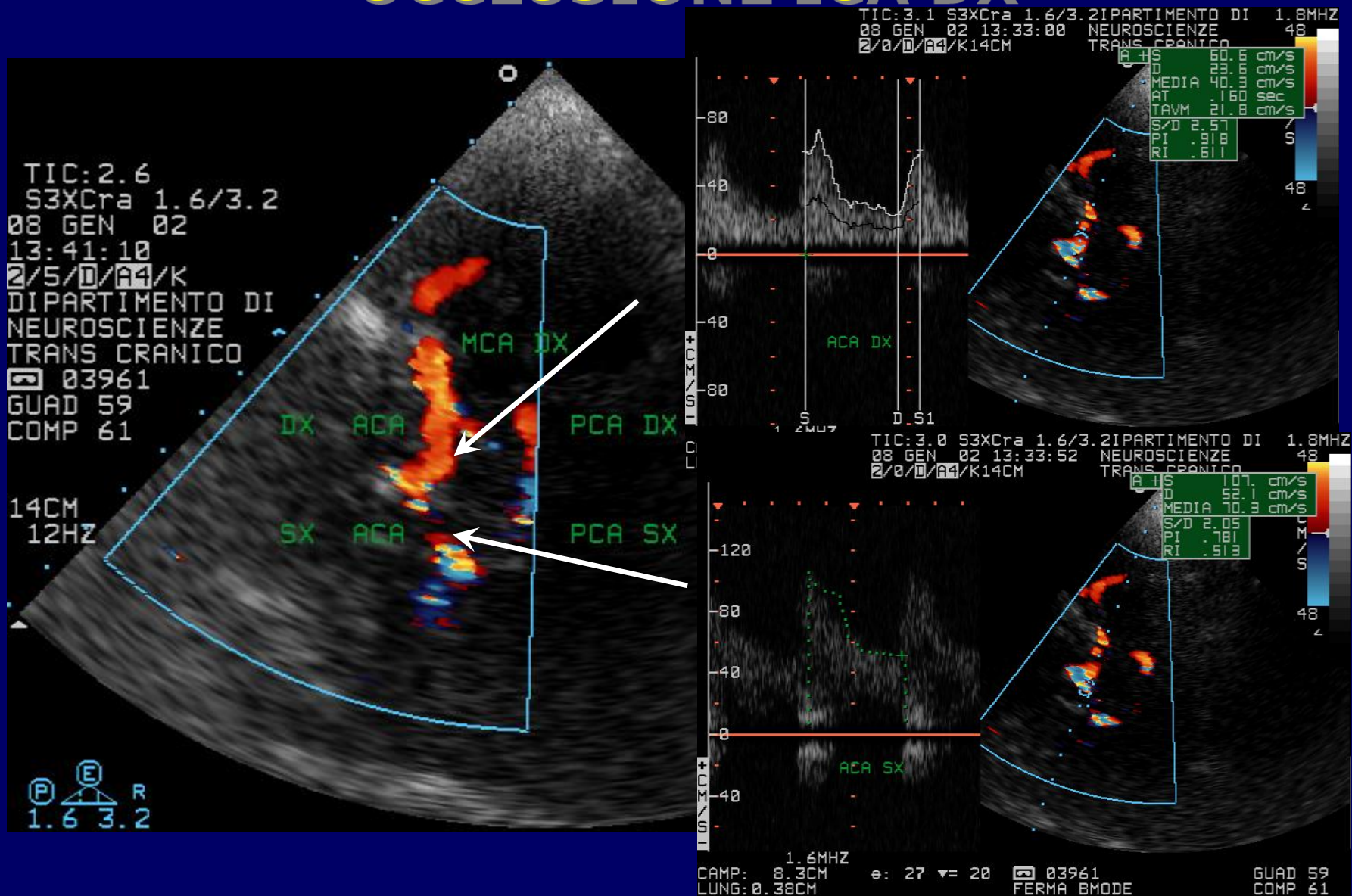


APPLICAZIONI CLINICHE:

- ◆ Circoli di compenso nella patologia steno-occlusiva dei vasi del collo
- ◆ Stenosi dei vasi intracranici
- ◆ Occlusioni intracraniche
- ◆ Malformazioni vascolari:
 - ◆ Aneurismi
 - ◆ MAV
- ◆ Spasmo
- ◆ Emorragie e tumori

CIRCOLI DI COMPENSO

OCCLUSIONE ICA DX



APPLICAZIONI CLINICHE:

◆ Circoli di compenso nella patologia steno-occlusiva dei vasi del collo

◆ Stenosi dei vasi intracranici

◆ Occlusioni intracraniche

◆ Malformazioni vascolari:

● Aneurismi

● MAV

◆ Spasmo

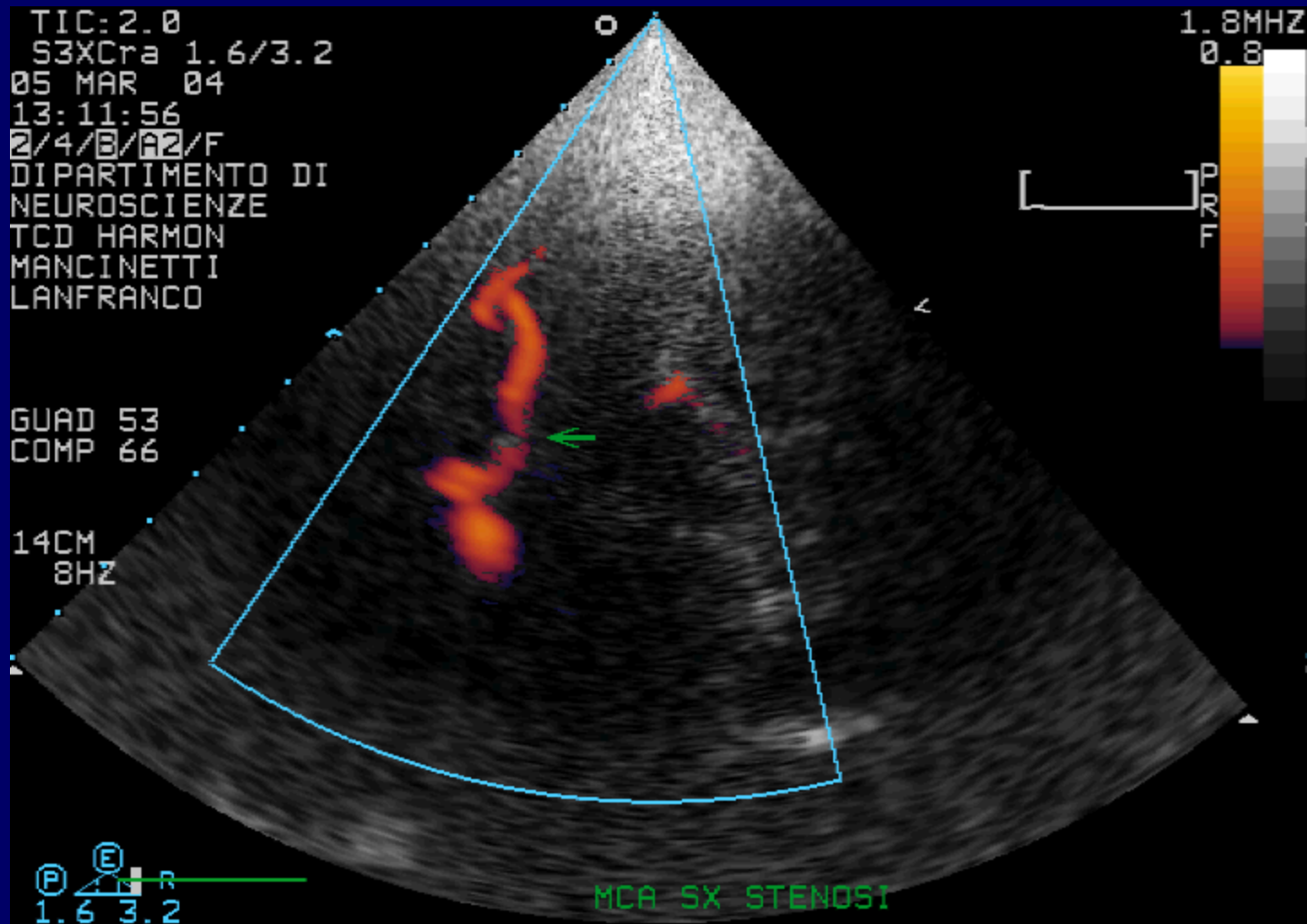
◆ Emorragie e tumori

STENOSI INTRACRANICA

- ◆ Accelerazione segmentaria del flusso con aliasing al color-doppler ed iperecogenicità in B-mode
- ◆ Turbolenze del flusso nel punto di stenosi
- ◆ Ridotta velocità a valle della stenosi
- ◆ Power doppler aiuta da solo o con UCAs ad evidenziare la stenosi

STENOSI INTRACRANICA

STENOSI MCA SX



APPLICAZIONI CLINICHE:

- ◆ Circoli di compenso nella patologia steno-occlusiva dei vasi del collo
- ◆ Stenosi dei vasi intracranici
- ◆ Occlusioni intracraniche
- ◆ Malformazioni vascolari:
 - Aneurismi
 - MAV
- ◆ Spasmo
- ◆ Emorragie e tumori

OCCLUSIONE INTRACRANICA

Criteri diagnostici

- ◆ Quando, alla profondità e posizione tipica, il vaso non è rilevabile con color o power doppler né con segnale flussimetrico, mentre sono presenti tutti gli altri vasi
- ◆ Spesso è accompagnata da segni di compenso in altri vasi
- ◆ E' in genere un processo dinamico da seguire nel tempo, soprattutto in fase acuta

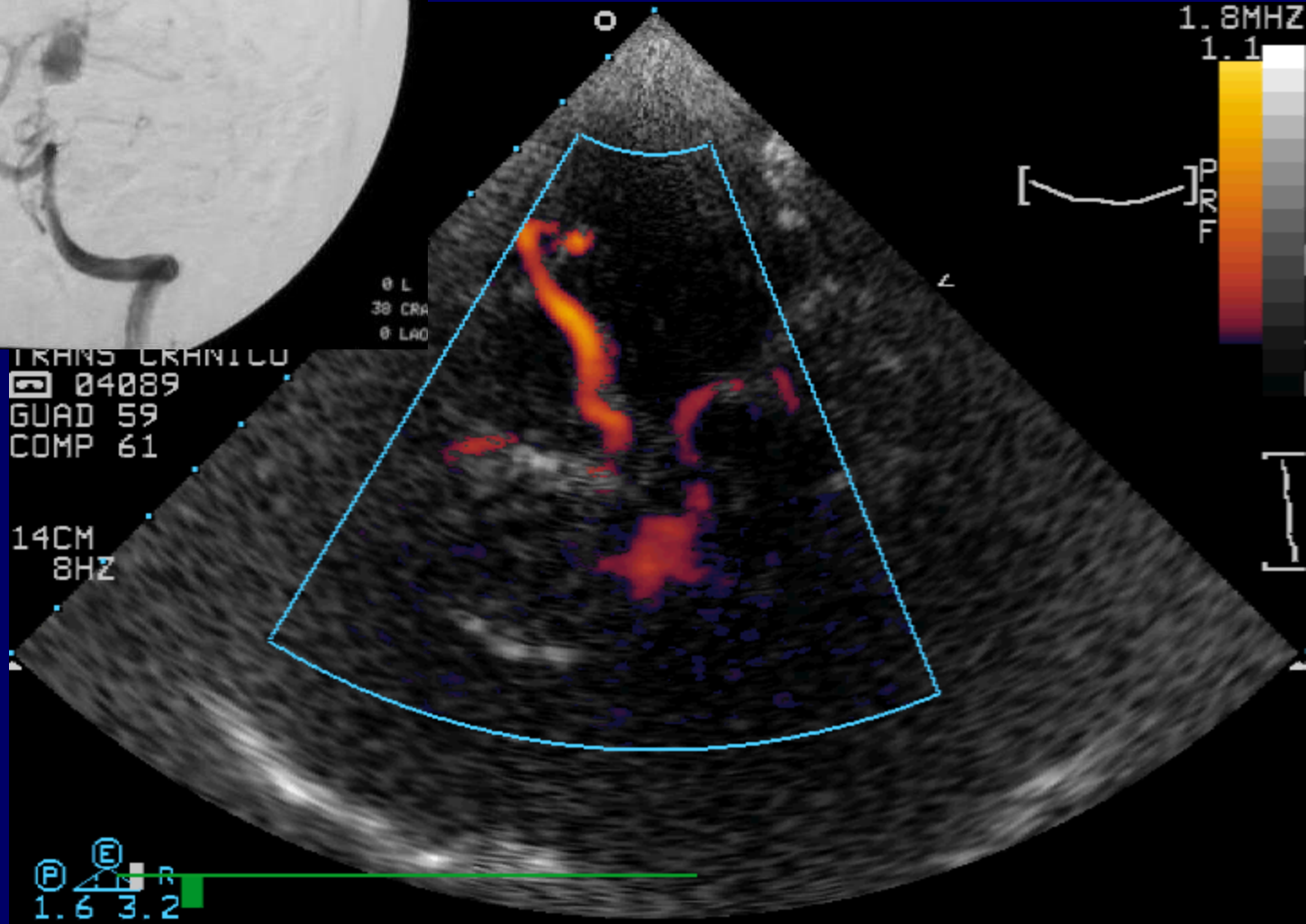
APPLICAZIONI CLINICHE:

- ◆ Circoli di compenso nella patologia steno-occlusiva dei vasi del collo
- ◆ Stenosi dei vasi intracranici
- ◆ Occlusioni intracraniche
- ◆ Malformazioni vascolari:
 - Aneurismi
 - MAV
- ◆ Spasmo
- ◆ Emorragie e tumori

ANEURISMI

- ◆ **Appendice colorata di un vaso.**
- ◆ Al **color-doppler** è per metà rosso (inflow) e per metà blu (outflow).
- ◆ Al **power-doppler**: lesione pulsante presente in sistole e che scompare in diastole.
- ◆ Al **B-mode**: zona iperecogena nei casi di aneurisma parzialmente trombizzato
- ◆ **Diagnosi dipendente dal calibro (>6 mm) e dalla sede della lesione.**

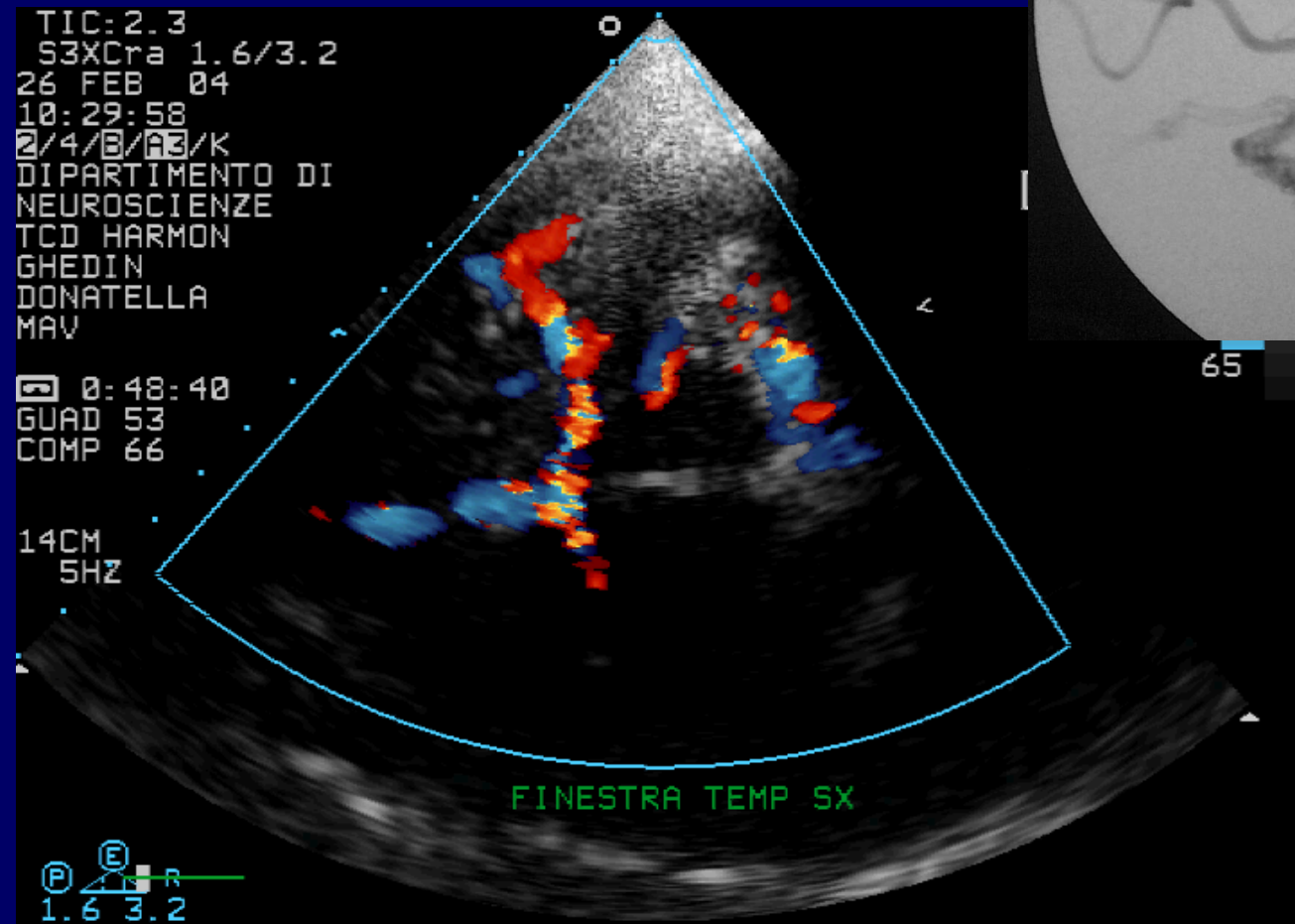
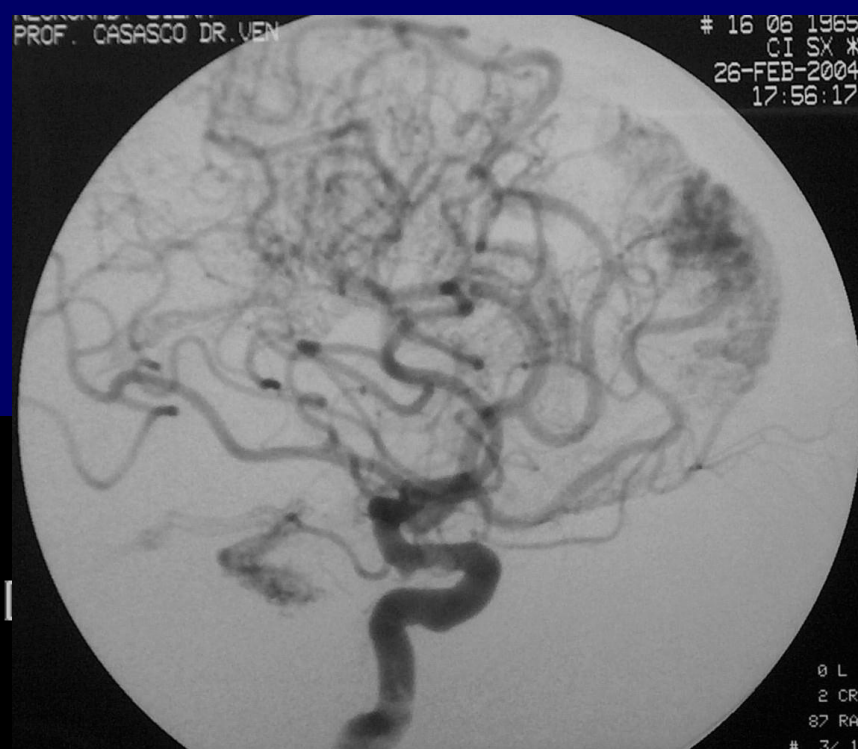
ANEURISMI



MAV

- ◆ **Insieme anomalo di vasi arteriosi e venosi.**
- ◆ **↑ VS e VD e ↓ di PI**
- ◆ **Studio vasi affendenti ed efferenti al nidus.**
- ◆ **La diagnosi dipende dalle sede e dalle dimensioni della MAV**

MAV



APPLICAZIONI CLINICHE:

- ◆ Circoli di compenso nella patologia steno-occlusiva dei vasi del collo
- ◆ Stenosi dei vasi intracranici
- ◆ Occlusioni intracraniche
- ◆ Malformazioni vascolari:
 - Aneurismi
 - MAV
- ◆ Spasmo
- ◆ Emorragie e tumori

VASOSPASMO

- ◆ **Stessi criteri velocimetrici del TCD**
- ◆ **Ben visibile per l'effetto di aliasing**

APPLICAZIONI CLINICHE:

- ◆ Circoli di compenso nella patologia steno-occlusiva dei vasi del collo
- ◆ Stenosi dei vasi intracranici
- ◆ Occlusioni intracraniche
- ◆ Malformazioni vascolari:
 - Aneurismi
 - MAV
- ◆ Spasmo
- ◆ Emorragie e tumori

EMORRAGIE E TUMORI

◆ **EMORRAGIA:** è evidenziabile come un'area iperecogena che ben si delinea rispetto al tessuto circostante

◆ Solo emorragie in sede centrali e di discrete dimensioni sono evidenziabili. **Non serve come esame di screening**

◆ Serve nel follow-up delle lesioni evidenziabili

◆ Serve nel follow-up dello shift della linea mediana

◆ **TUMORI:** si possono evidenziare tumori centrali e vascolarizzati

EMORRAGIA



MI: 1.7
S3XCra 1.6/3.2
11 MAR 04
13:39:45
2/2/B
DIPARTIMENTO DI
NEUROSCIENZE
TCD HARMON
PARENTI
GIAMPIETRO
19

0:00:01
GUAD 53
COMP 66

14CM
25HZ

1.6 3.2

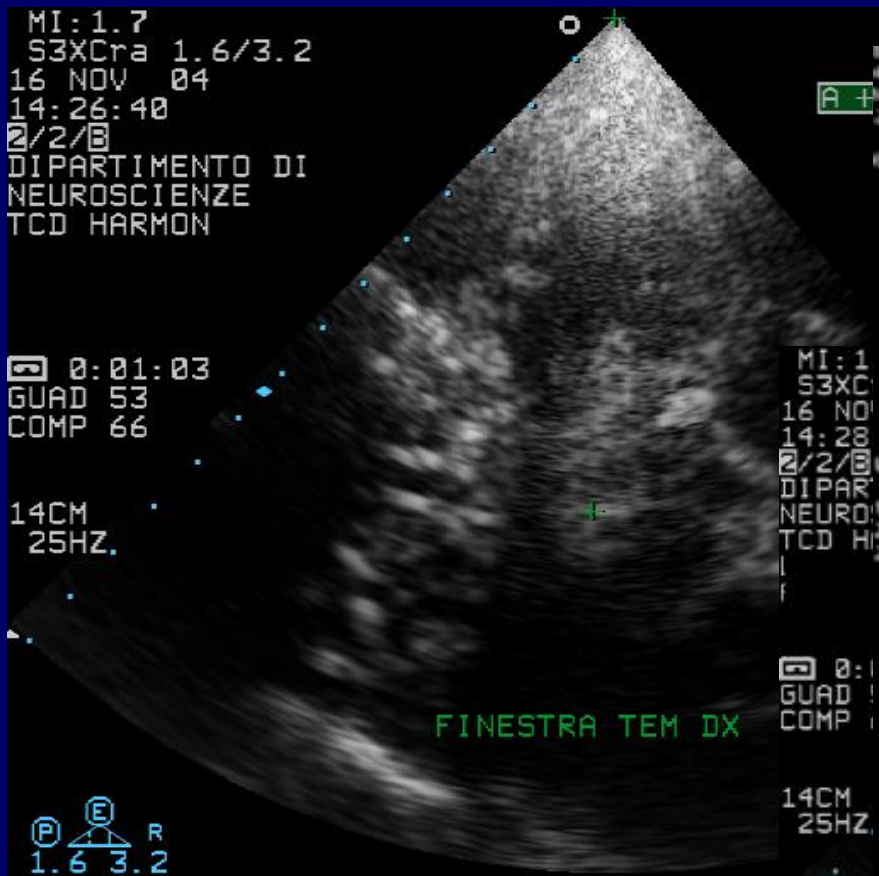
FINESTRA TEMP SX

SHIFT DELLA LINEA MEDIANA

PIANO DIENCEFALICO:

- ◆ Zona di riferimento: **III ventricolo**, ipoecogeno, circondato da due linee iperecogene.
- ◆ Si misura la distanza tra la sonda ed il centro del terzo ventricolo su entrambi i lati e si calcola la deviazione dalla linea mediana secondo la formula **$MLS = (A-B)/2$**
- ◆ Utile nel follow-up dei processi occupanti spazio come i grossi infarti di cerebrale media per decisioni terapeutiche

SHIFT DELLA LINEA MEDIANA



TCCD vantaggi rispetto al TCD

- ◆ Affidabile identificazione dei vasi
- ◆ Misura delle velocità di flusso con angolo corretto
- ◆ Informazioni parenchimali importanti
- ◆ Può essere eseguito anche in pazienti poco collaboranti
- ◆ Facilmente ripetibile anche grazie ai riferimenti anatomici dati dal B-mode

TCCD limiti

- ◆ **Non permette il monitoraggio con sonde fisse**
- ◆ **Richiede apparecchiature costose**
- ◆ **E' comunque operatore dipendente**
- ◆ **Nonostante l'ecocontrasto non è eseguibile in tutti i pazienti**
- ◆ **E' affidabile nello studio dei grossi vasi, meno nello studio dei vasi periferici**

Patologie Cardioemboliche

- **FIBRILLAZIONE ATRIALE**
- **PROTESI VALVOLARE**
- **CIRCOLAZIONE EXTRA-CORPOREA**
- **ARCO AORTICO: FONTE EMBOLICA**
- **ENDOCARDITE INFETTIVA**
- **CARDIOMIOPATIA DILATATIVA**
- **PFO e PATOLOGIA CARDIOEMBOLICA**

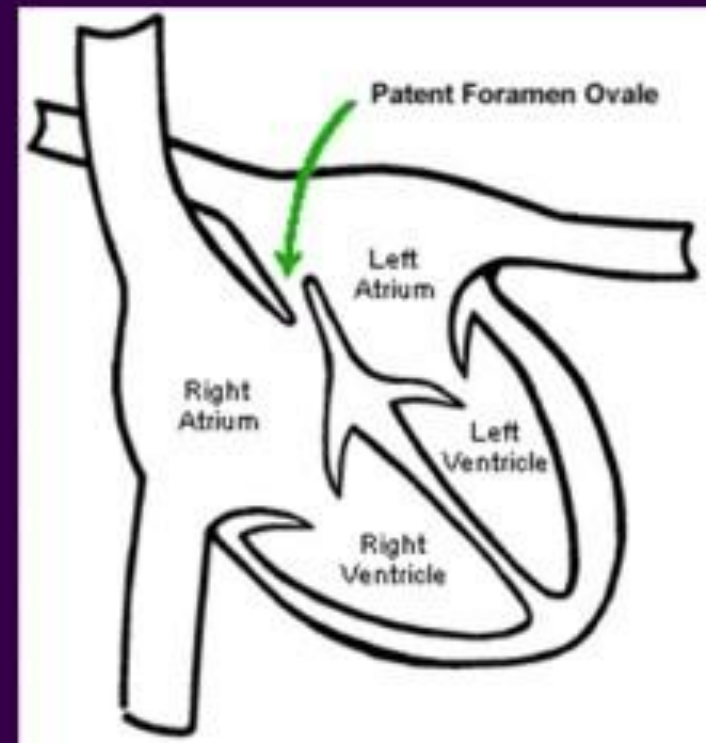
Principali fonti cardio-emboliche

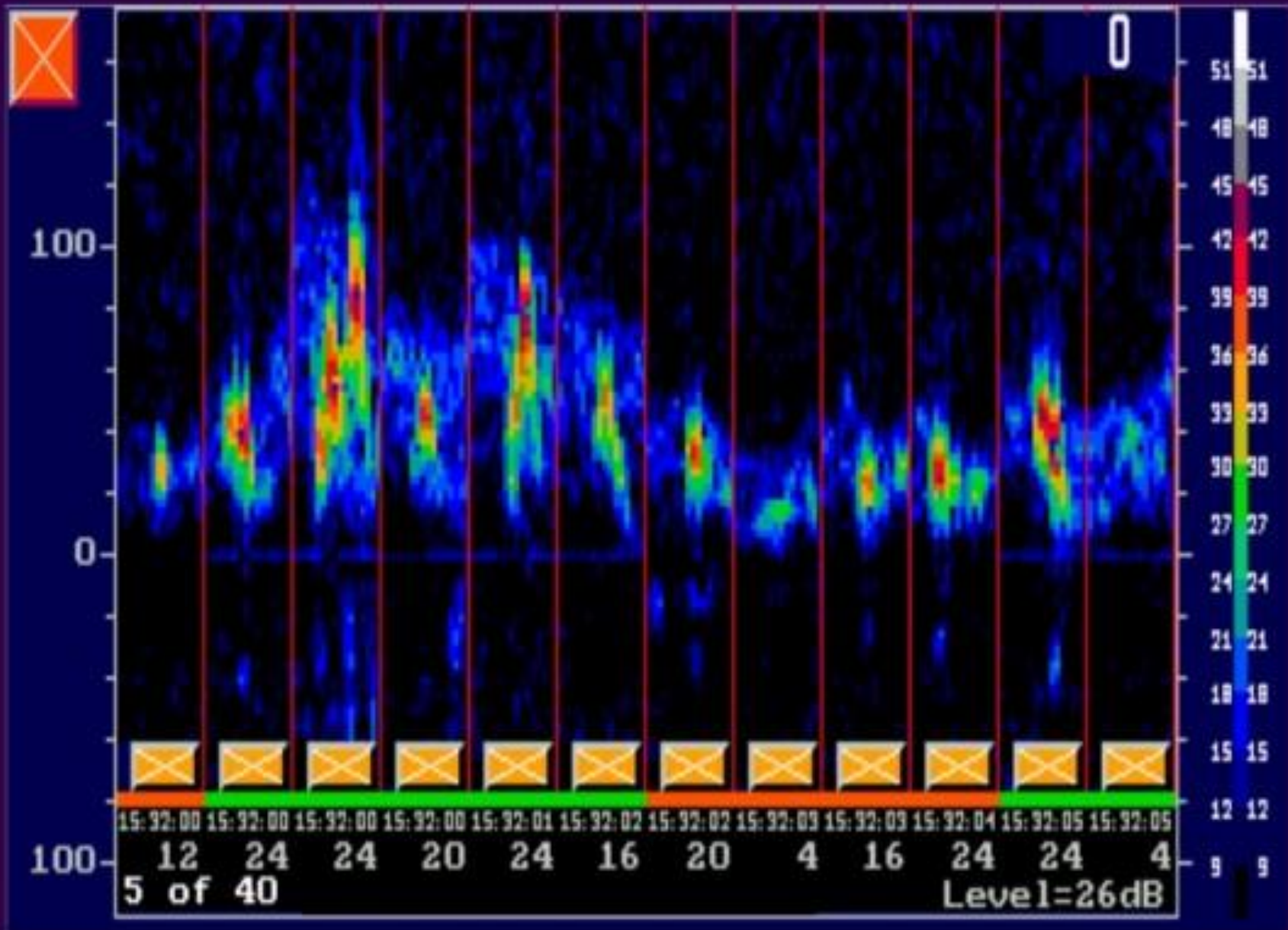
Patologie cardiache	MES al DTC
Endocarditi	43%
Aneurismi Ventr Sin	34%
Trombo intracardiaco	25%
Cardiomiopatia dilatativa	21%
FA non valvolare	21%
Valvulopatia	15%

(Georgiadis D. et al. Stroke, 1997)

PFO

- Ecocardiografia transesofagea (cTEE)
- Doppler transcranico (cTCD)

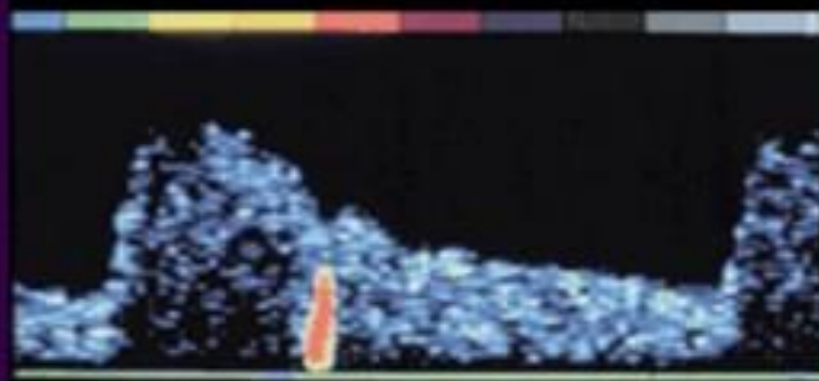




Microemboli: MES



- Incremento focale dell'intensità del segnale (db)
- Durata (10-100 msec)
- Unidirezionale
- Compare in tempi diversi a profondità diverse



TCD Test dinamico del PFO

SEGNALI MICROEMBOLICI - MES -

- **Durata < 300 msec**
- **Ampiezza > 3-7 dB**
- **Unidirezionalità**
- **Suono tipico**
- **Registrazione per 30' - 60'**

(Consensus Committee, 1995-1998)

TCD: PFO Metodica di rilevazione (I°)

- **Posizione del paz** **Supina**
- **Monitoraggio** **Bilaterale > Unilaterale**
- **Tipo di M.D.C.** **Commerc > Sol Saline**
- **Quantità di M.D.C.** **10 ml**
- **Manovra di attivaz** **Valsalva standard**
- **Inizio MV** **5" dopo inizio in MDC**

(Consensus Commitee, 1995-1998)

TCD: PFO Metodica di rilevazione (II°)

- **Durata MV** 5''
- **Soglia MB** 1 MB
- **N° di test**
 - 1) Basale
 - 2) con MV
 - 3) ripetere MV solo se la prima è negativa

(Consensus Committee, 1995-1998)

Neurosonologia

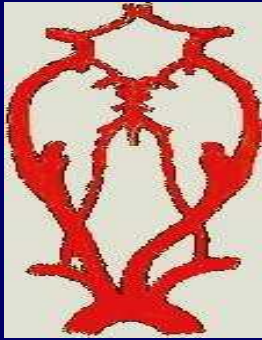
Pervietà del Forame Ovale

- **Il Doppler TC ha evidenziato una sensibilità maggiore dell'EcoCardioTransesofageo**
- **Valutazione totalmente sicura delle microbolle di aria a livello della ACM in corso di manovra di Valsalva**
- **Numero dei segnali proporzionale all'incrementato rischio ischemico**

TCD e TCCD: carichi di lavoro

- TCD e TCCD rappresentano esami di II livello diagnostico
- Prescritti dallo specialista
- Eseguiti dopo corretta valutazione ECD dei TSA
- Difficilmente prevedibili controlli seriat
- Talora monitoraggio per ore a partire da 30'-60'

Linee Guida e Carichi di Lavoro dei LEV SIDV-GIUV, Dic 2004



SIDV-GIUV



**L'ultrasonografia è una tecnologia
semplice,
dinamica,
altamente affidabile e riproducibile.**

**Consente di prendere appropriate decisioni
terapeutiche.**

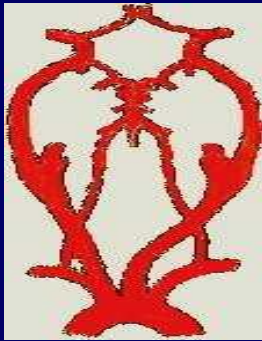
Neurosonologia

Il valore aggiunto del neurosonologo è la conoscenza dei problemi del circolo cerebrale e l'applicabilità della ricerca scientifica alla pratica clinica quotidiana

GRAZIE

DELL'ATTENZIONE

The brain,
my second favorite organ

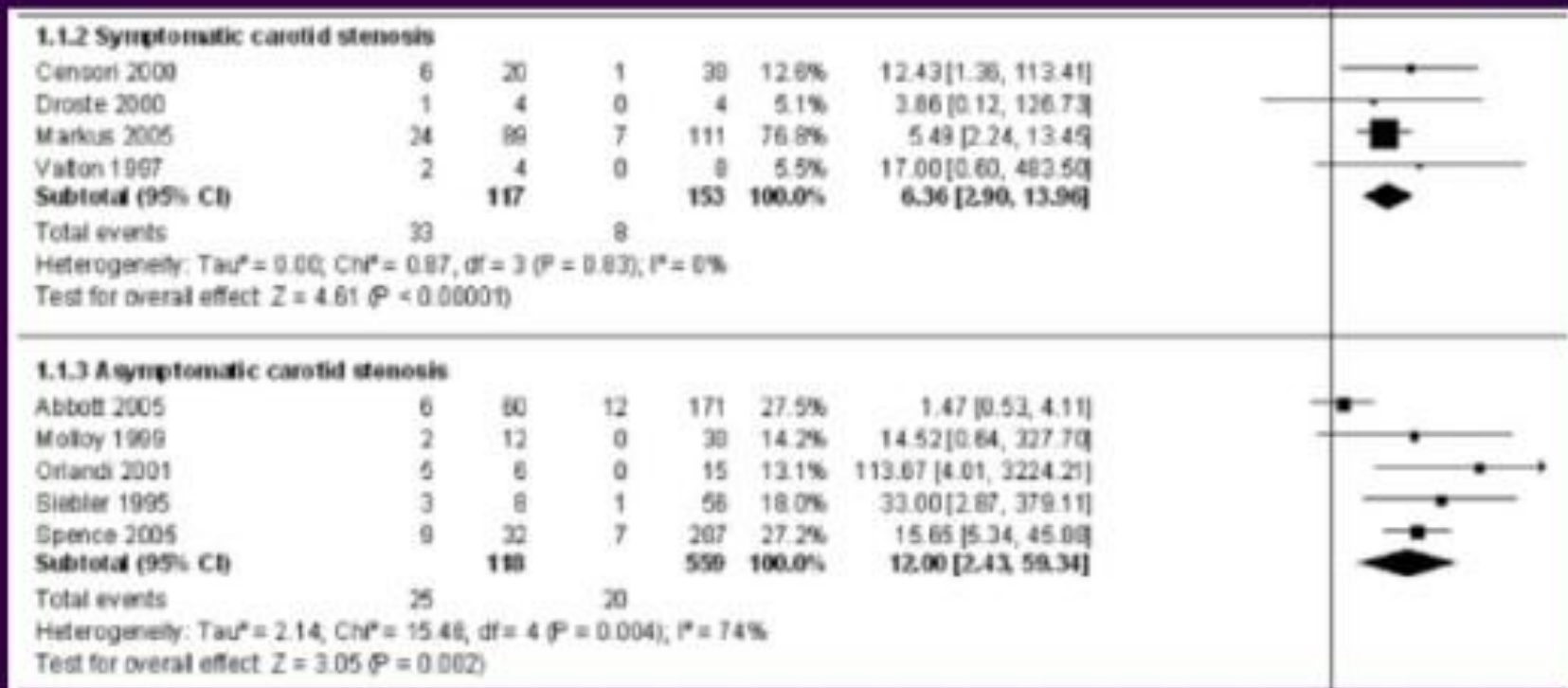


Woody Allen

Doppler Embolic Signals in Cerebrovascular Disease and Prediction of Stroke Risk

A Systematic Review and Meta-Analysis

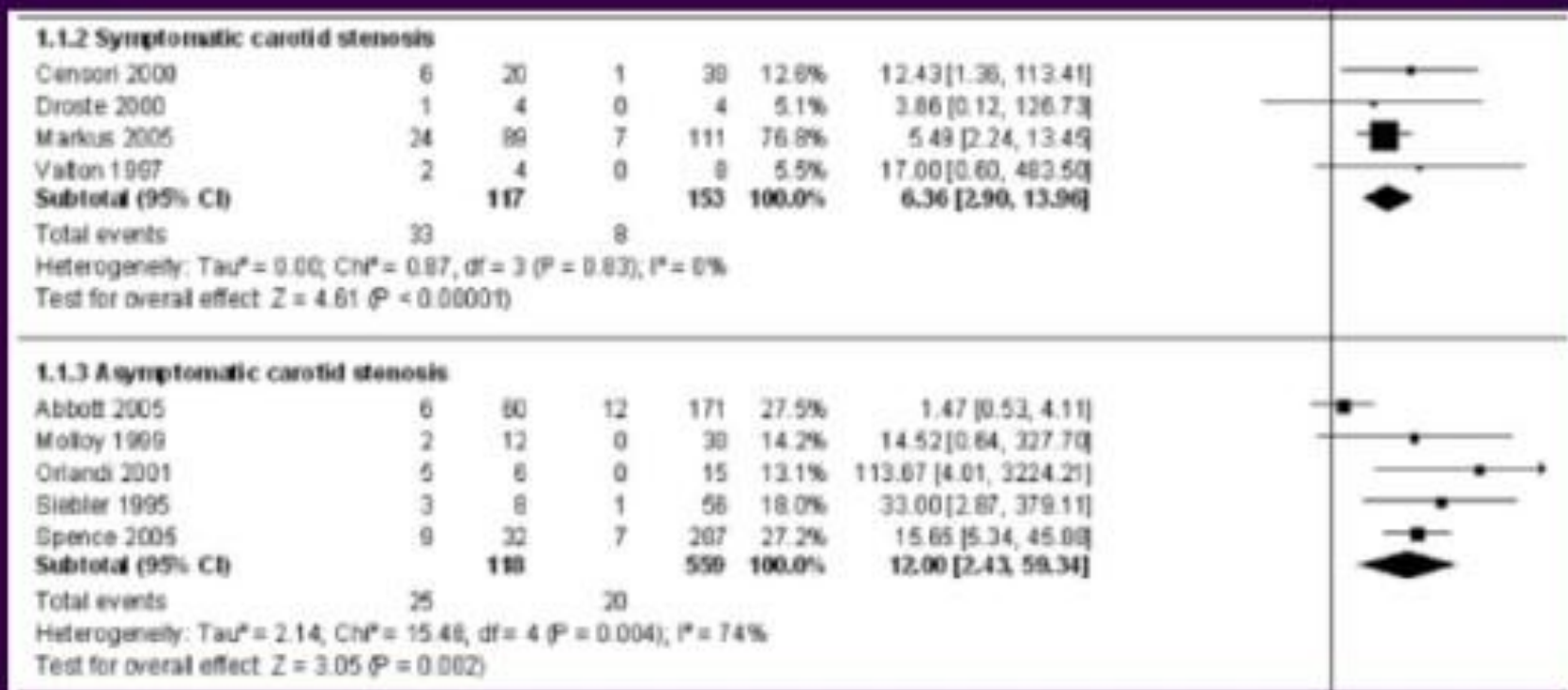
Alice King, BSc (Hons); Hugh S. Markus, DM, FRCP



Doppler Embolic Signals in Cerebrovascular Disease and Prediction of Stroke Risk

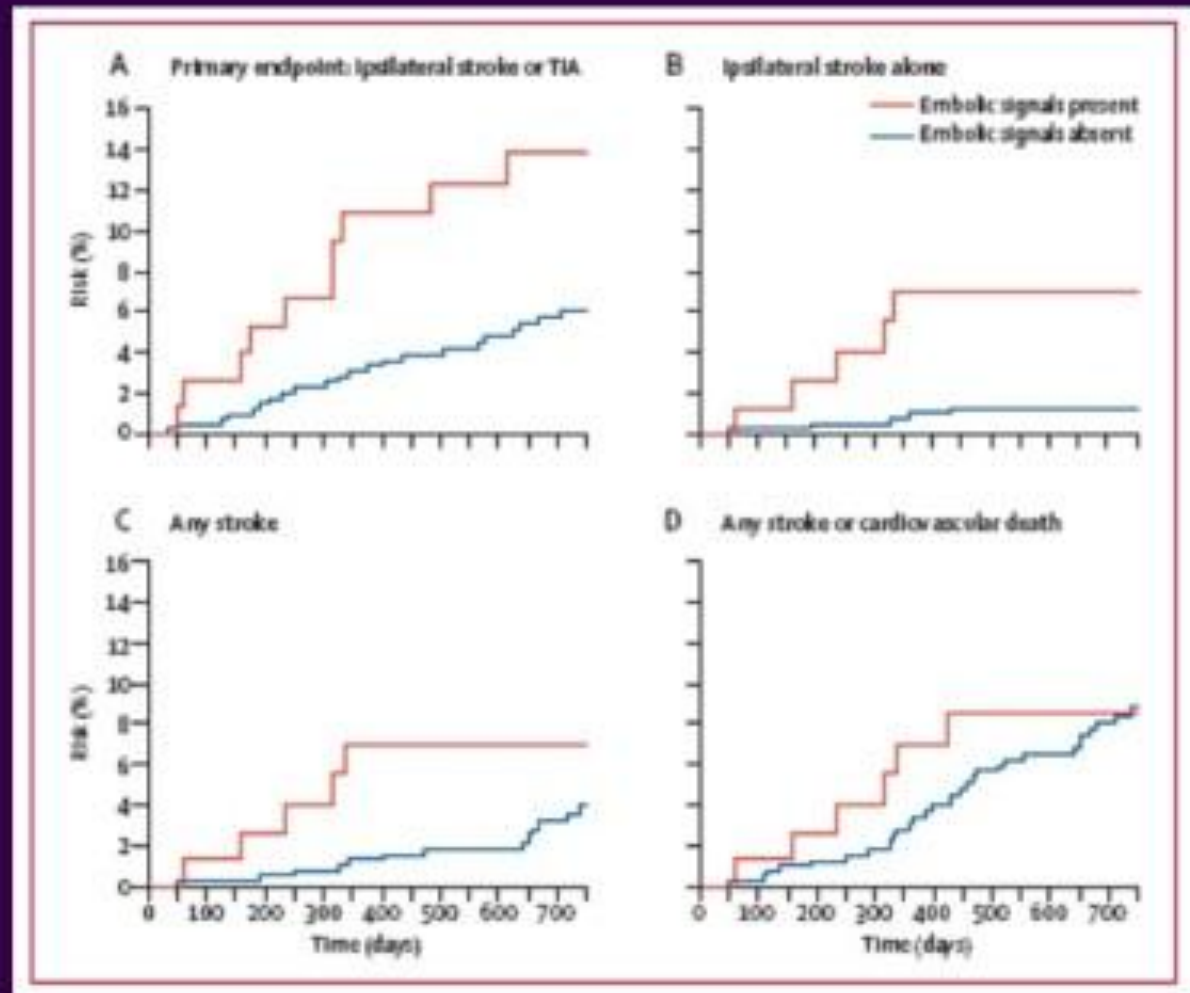
A Systematic Review and Meta-Analysis

Alice King, BSc (Hons); Hugh S. Markus, DM, FRCP



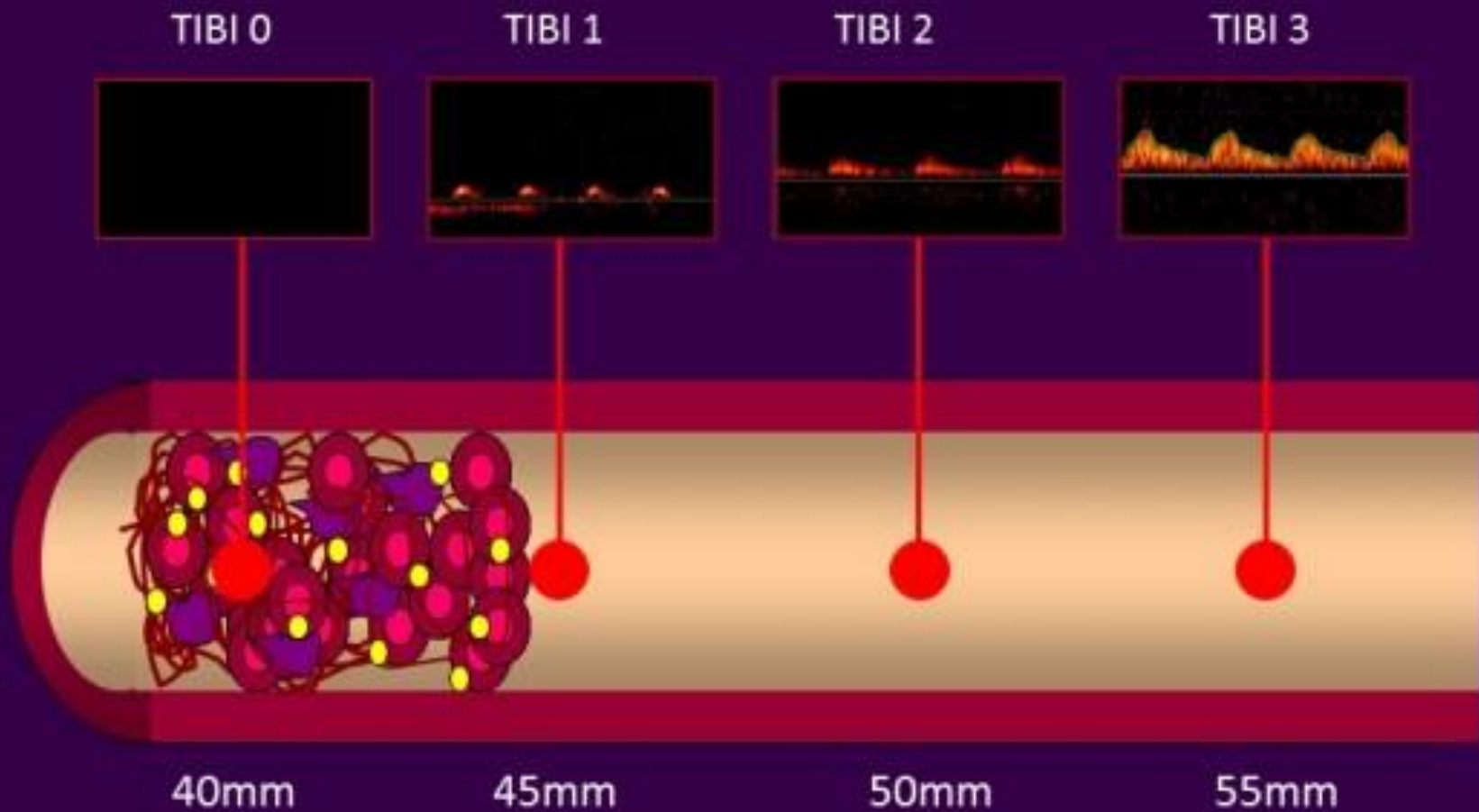
Conclusion—ES predict stroke risk in acute stroke, symptomatic carotid stenosis, and postoperatively after carotid endarterectomy; in asymptomatic carotid stenosis, data are less robust. In these conditions ES may be useful in risk stratification and in assessing therapeutic efficacy. For other embolic sources, further prospective data are required. (*Stroke*, 2009; 40:3711-3717.)

Markus et al., Lancet Neurology 2010 (ACES study)



NEUROSONOLOGIA E ICTUS ACUTO

TIBI (Thrombolysis In Brain Ischemia) grading system



DIAGNOSI DI OCCLUSIONE ACUTA:

la classificazione TIBI



TIBI 0

Absent



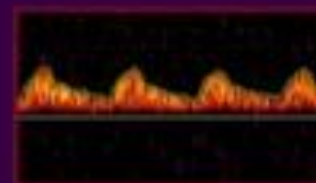
TIBI 1

Minimal



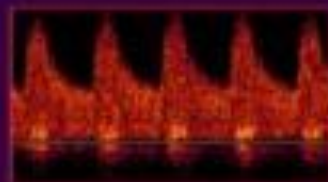
TIBI 2

Blunted



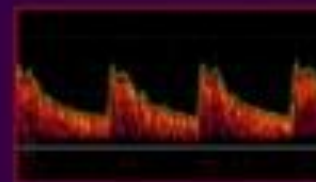
TIBI 3

Dampened



TIBI 4

Stenotic

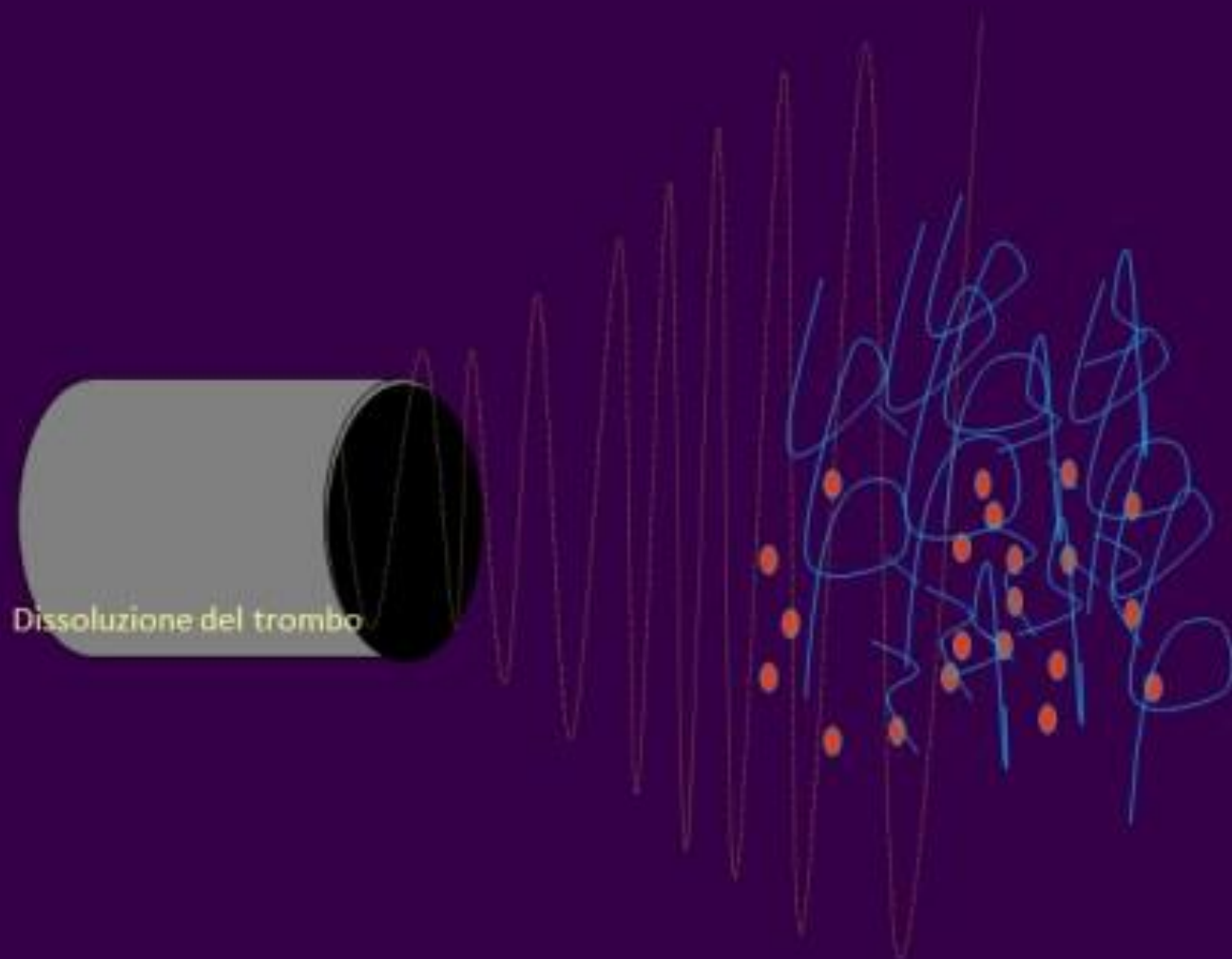


TIBI 5

Normal

Sonotrombolisi

Migliora la penetrazione e la distribuzione del tPA



Dissoluzione del trombo

MB-enhanced sonothrombolysis

Ultrasound-accelerated thrombolysis may be further enhanced by MB

- lowering the threshold for cavitation
- Providing a nucleus for cavitation



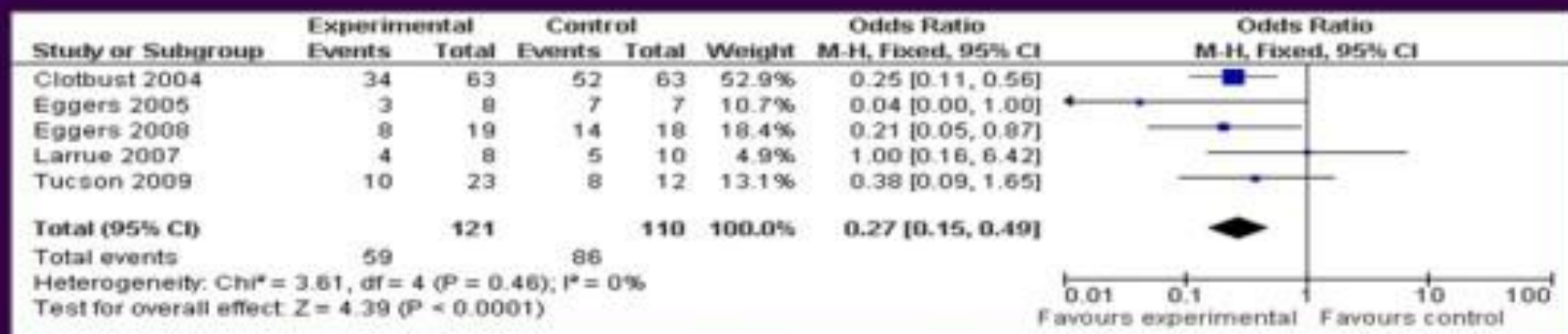
MB-enhanced sonothrombolysis

Ultrasound-accelerated thrombolysis may be further enhanced by MB

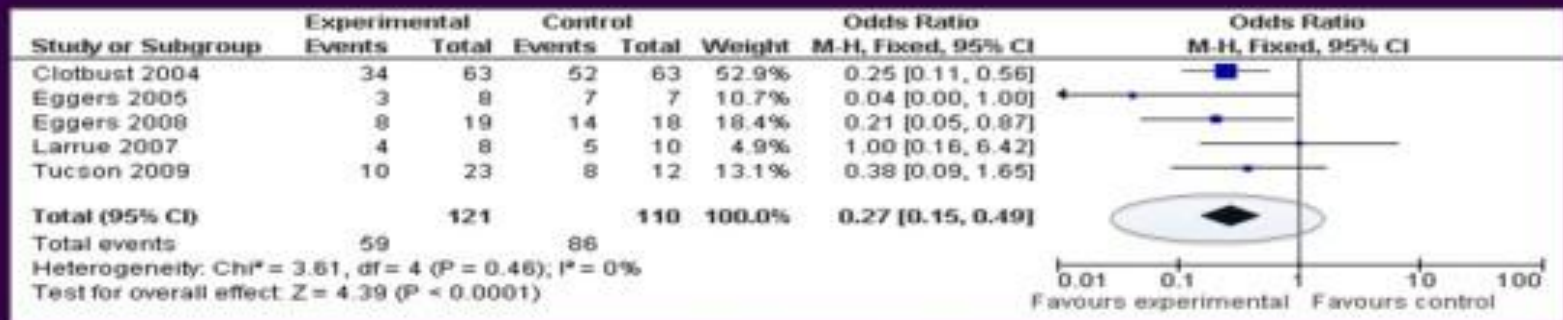
- lowering the threshold for cavitation
- Providing a nucleus for cavitation



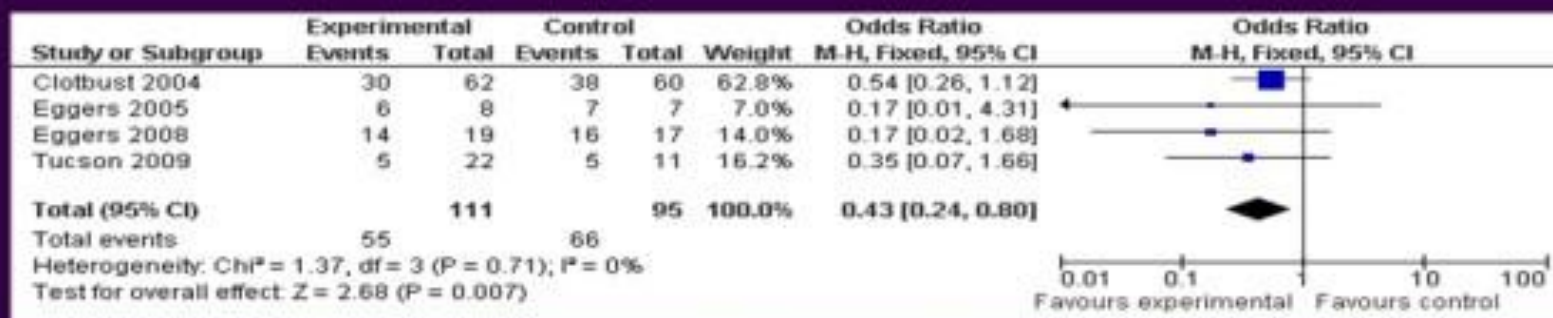
RICANALIZZAZIONE PRECOCE



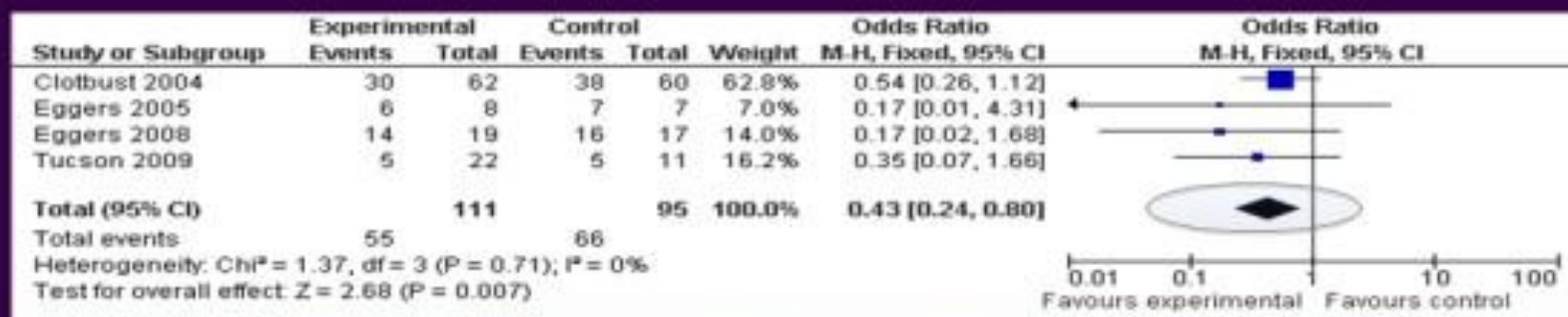
RICANALIZZAZIONE PRECOCE



OUTCOME A TRE MESI

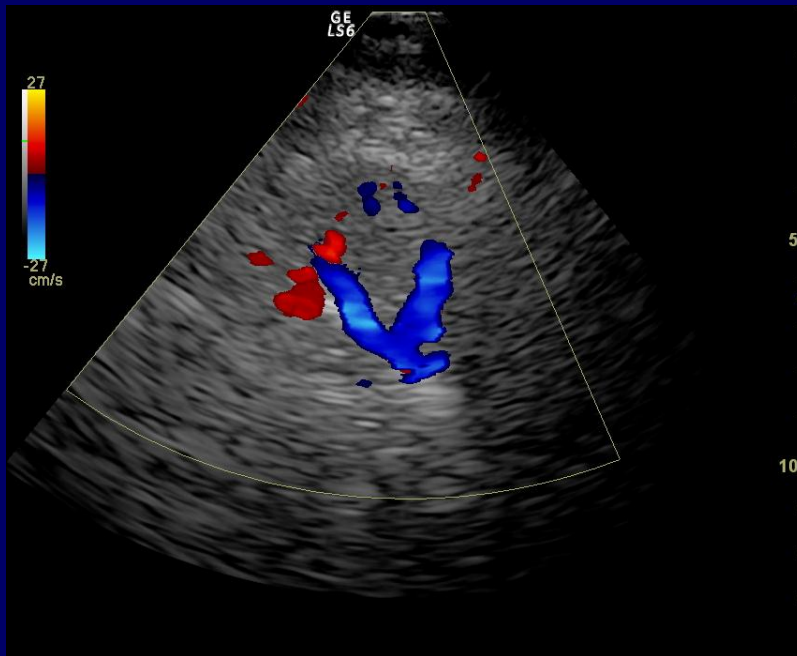


OUTCOME A TRE MESI



Eco Color Doppler TC (TCCD)

?



DOPPLER TC

Monitoraggio con Doppler TC durante TEA o stenting carotideo

Efficienza circolo intracranico residuo

Efficacia dello shunt o della protezione cerebrale eventualmente utilizzati

Modificazioni indotte dal trattamento nel circolo intracranico

Adams HP, Stroke, 2003; Kimura K, Cerebrovasc Dis, 2004

DOPPLER TC e STENT

Microembolismo

gli eventi embolici, HITS, appaiono maggiori in alcune casistiche a causa dell'attraversamento, da parte del filtro di protezione, di placche a maggior rischio embolico

Muller M, Am J Neuroradiol, 2000

PROBABILITA' DI EVENTI CEREBROVASCOLARI

- **Microemboli**

in 30'

**VALUTAZIONE
DOPPLER TC**

MGSV

< 32

>32

>2

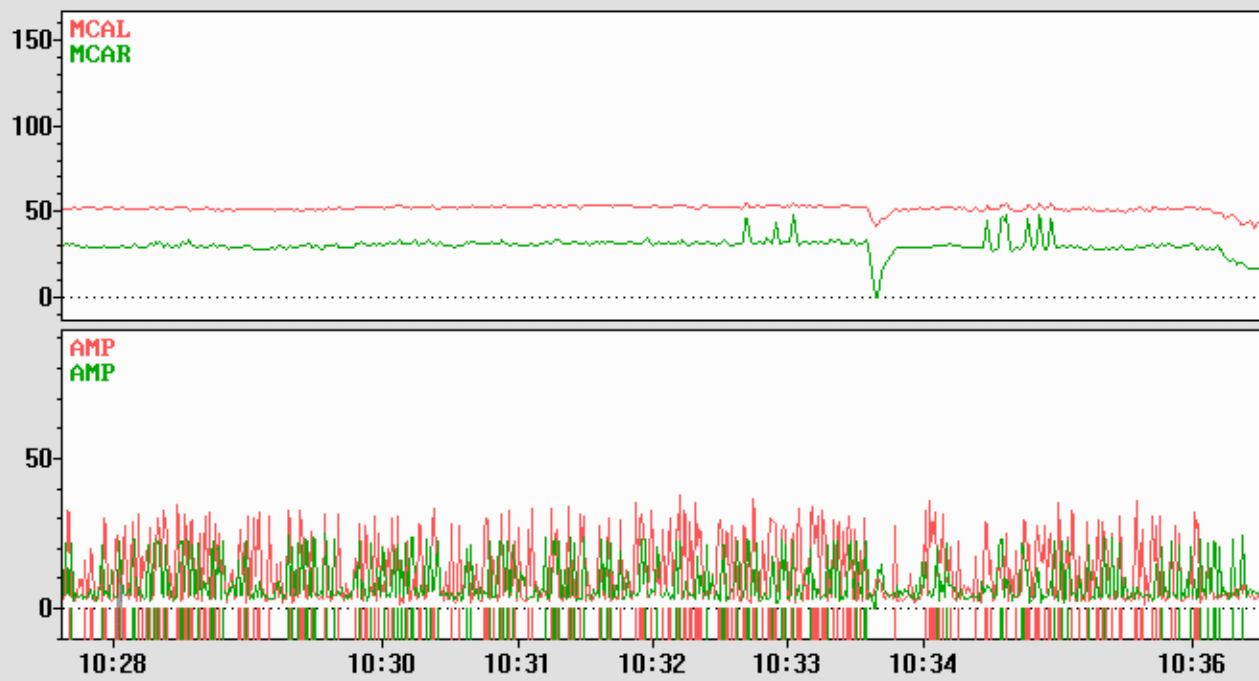
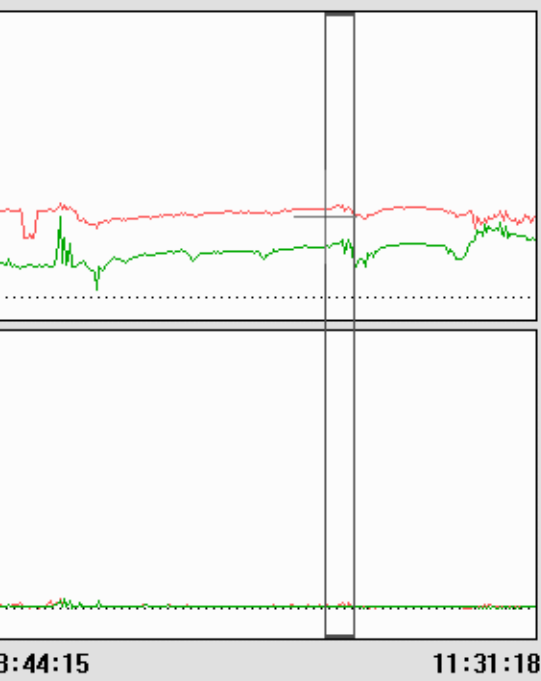
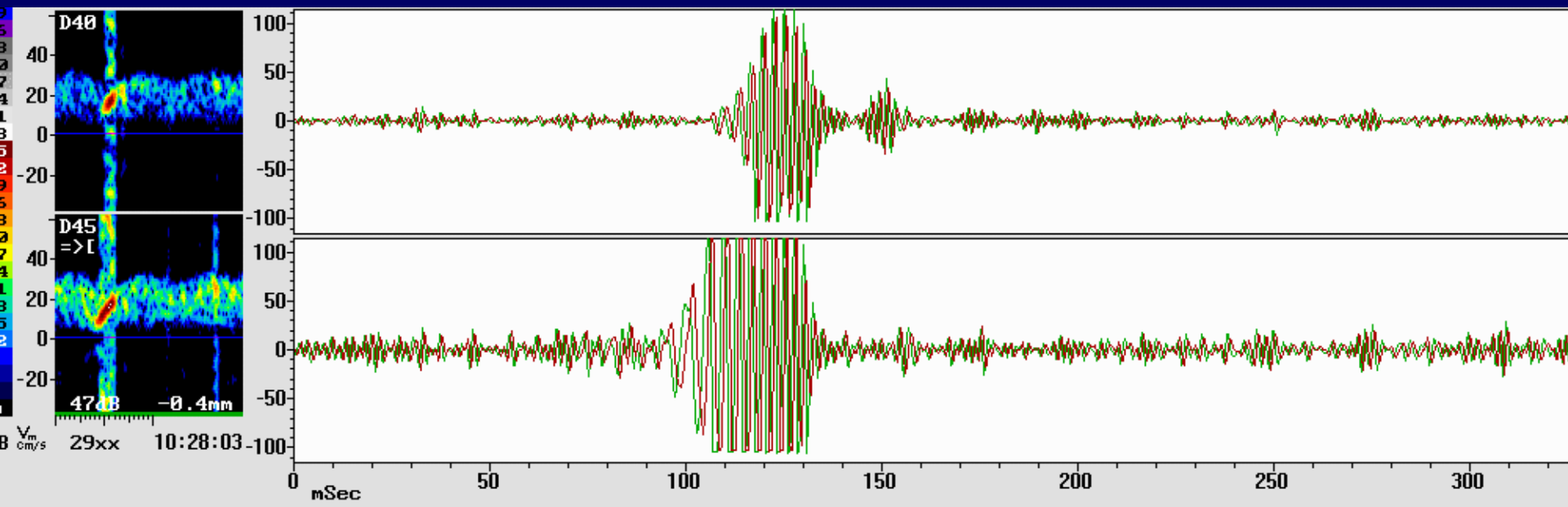
60%

20%

2

30%

14%



ICAROS STUDY

Imaging in Carotid Angioplasties and Risk Of Stroke

- **Registro internazionale multicentrico stenting carotideo**
- **Indentificazione pazienti ad alto e basso rischio di stroke ad 1 anno**

Biasi GM, Nicolaides AN et Al, J Endovasc Ther, 2001

Biasi GM, Diethrich EB, Nicolaides AN, Circulation, 2004

ICAROS STUDY

- Le placche ipoanecogene (echolucent plaque) generano un maggior numero di eventi embolici nello stenting carotideo.
- La quantificazione avviene tramite i sistemi computerizzati in un grading noto come GSM Gray Scale Median
- “Echoluency is an independent risk factor for stroke in carotid stenting”
- Vascular, 2004 Jan;12(1):62-8

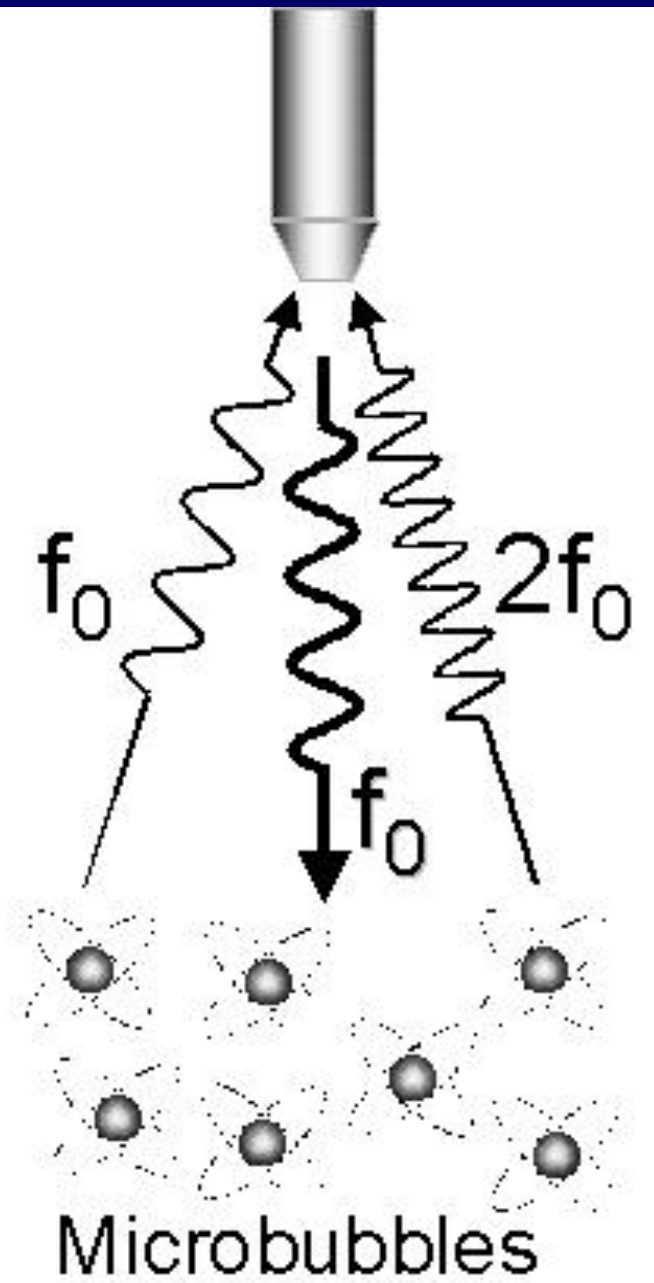
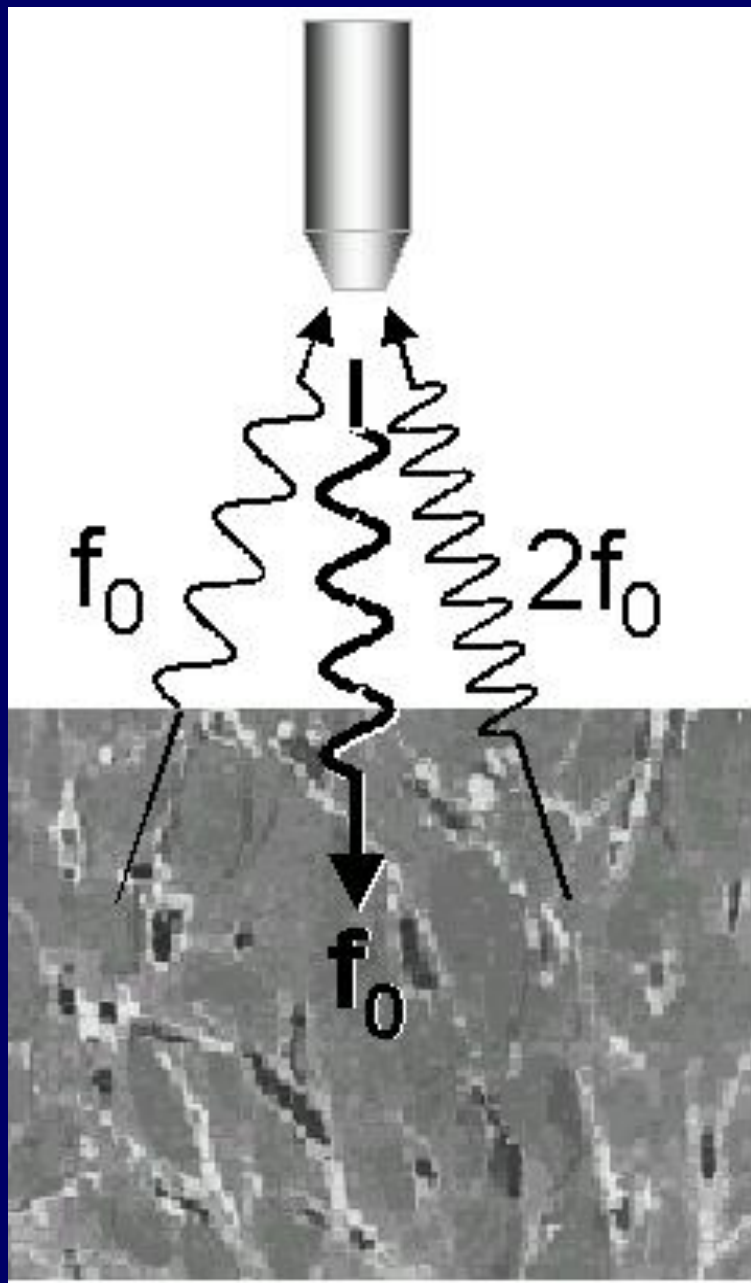
Neurosonologia in fase acuta

TCD e TCCD nello Stroke Acuto

- **Rapido**
- **Non invasivo**
- **Economico**
- **Riproducibile**
- **Effettuabile in soggetto non collaborante**

Neurosonologia in fase acuta

- **Identifica soggetti con occlusione ACM e prognosi potenzialmente peggiore**
(Baracchini et Al, Stroke,2000)
- **Seleziona candidati per Trombolisi**
- **Rileva la presenza di Segnali Microembolici**



SONOTROMBOLISI

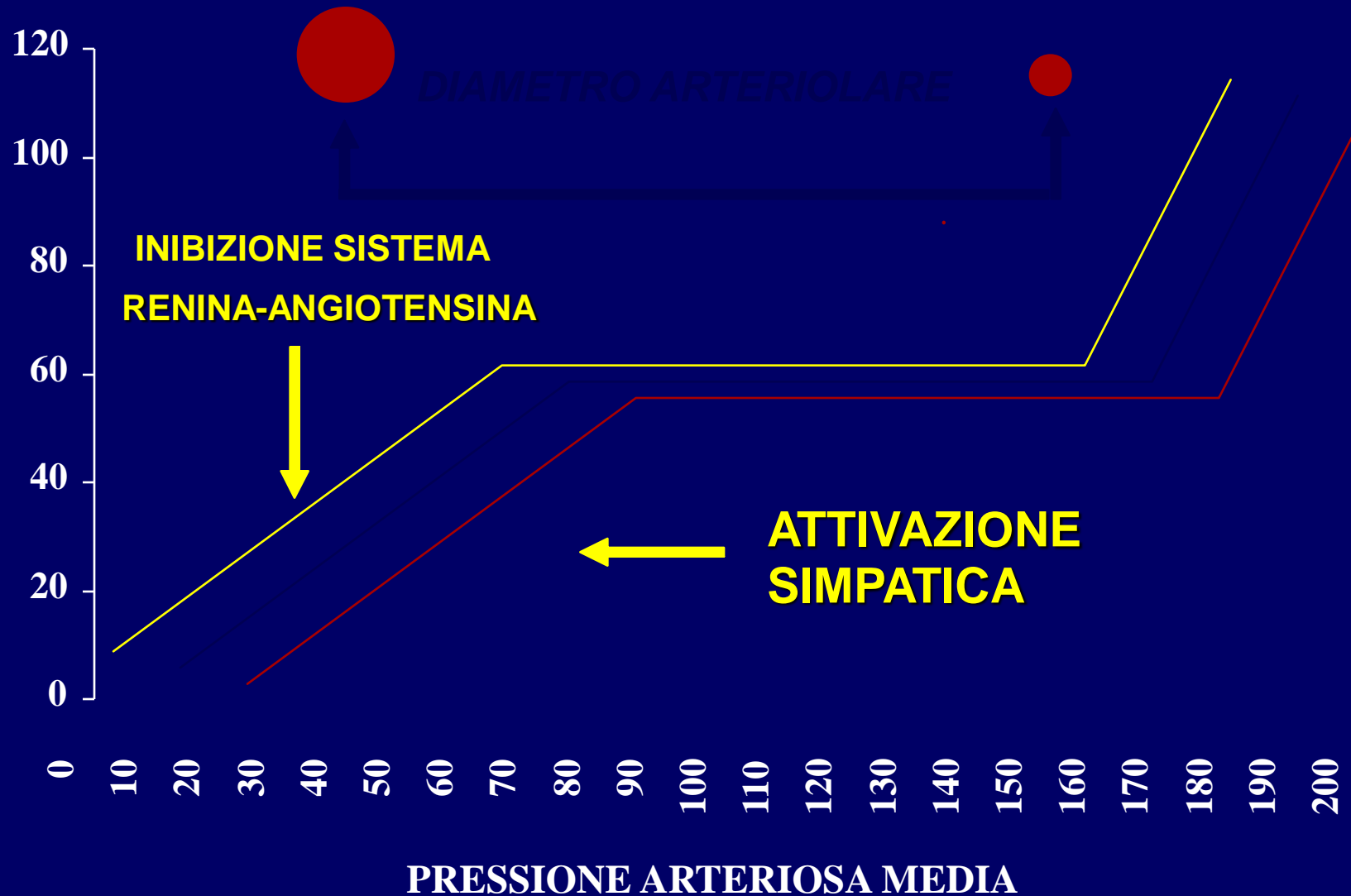
- **Doppler continuo aumenta la ricanalizzazione indotta da rTPA**
- Aumenta il legame di rTPA con la fibrina
- Aumenta il trasporto del farmaco
- **Provoca una alterazione reversibile della struttura della fibrina**
- **L'effetto aumenta con il mdc (cavitazione acustica delle microbolle)**

Doppler

“Le ricerche più vantaggiose sono quelle che, facendo la gioia del pensatore, sono allo stesso tempo utili all’umanità”

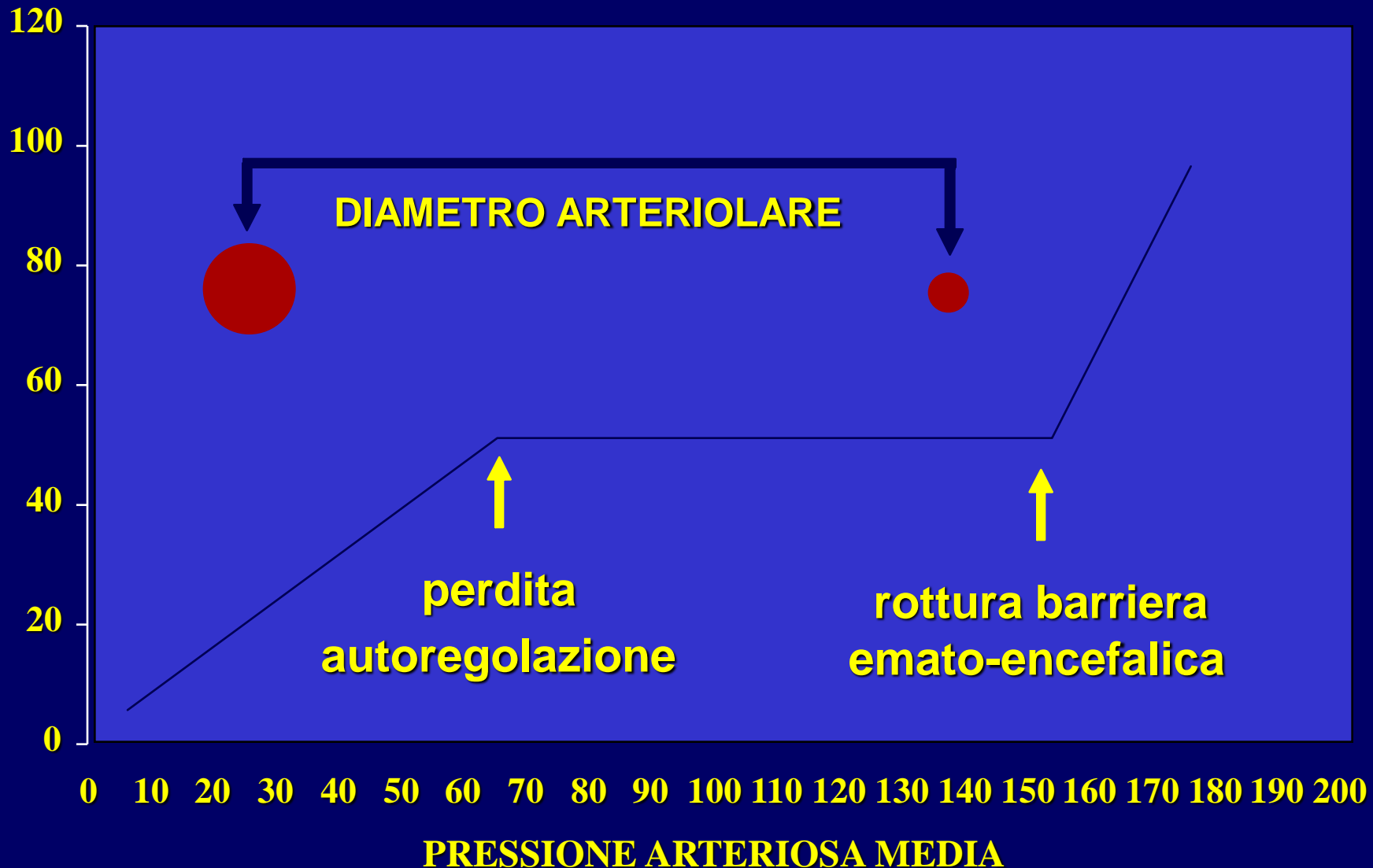
Christian Doppler (1803-1853)

TONO ARTERIOSO PERIFERICO E AUTOREGOLAZIONE CEREBRALE



AUTOREGOLAZIONE CEREBRALE

CBF (ml/100gr/min)



Studi di popolazione che hanno dimostrato il valore prognostico dello spessore intima-media per futuri eventi cardiovascolari e cerebrovascolari

- **Finnish Study** (*J Intern Med.* 1991;229:225-231)
- **ARIC Study** (*Stroke* 1995; 26: 386-391)
- **Rotterdam Study** (*Circ* 1997;96: 1432-1437)
- **Cardiovascular Health Study** (*N Engl J Med.* 1999;340:14 –22)
- **Carotid Atherosclerosis Prevention Study - CAPS**
(*Stroke.* 2006;37:87–92)