



Provider ECM - ID 173



Con il Patrocinio di:







Federazione Nazionale Collegi Professionali TSRM - Associazione Italiana Tecnici Neurofisiopatologia AITN Associazione Piemontese AITN - Collegio Professionale TSRM Torino-Aosta - SIN Regione Piemonte Associazione Italiana Tecnici Neuroradiologia AITNR - Fondazione un Passo Insieme - Fondazione Progenies

Corso di formazione teorico-pratico multidisciplinare per TSRM e TNFP

"IMPIEGO DEGLI ULTRASUONI IN NEUROSCIENZE: TECNICHE DI ULTRASONOLOGIA VASCOLARE E CONTROLLI DI QUALITÀ"

1° ediz. 27 febbraio - 2 marzo 2013 - 2° ediz. 26-29 giugno 2013 - Dip. di Neuroscienze dell'Università di Torino A.O.U. San Giovanni Battista – Molinette - Via Cherasco, 15 - 10126 Torino

Tecnica e criteri tecnico-operativi nella conduzione dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

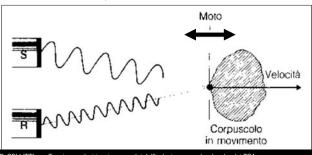
Francesco Paolo SELLITTI

Dipartimento di Neuroscienze – Università degli Studi di Torino

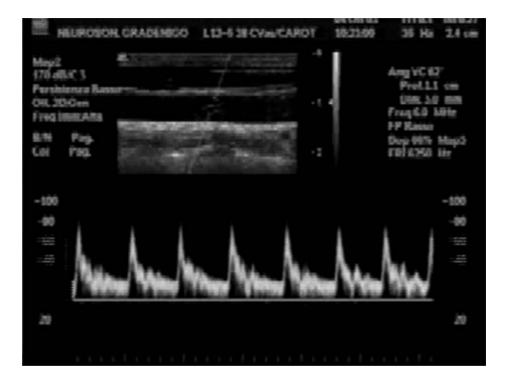
Fenomeni di propagazione US: <u>Effetto Doppler</u>

È quel fenomeno fisico che studia la variazione di frequenza che si verifica quando vi è uno spostamento relativo fra Sorgente e Ricevente di onde ultrasonore

(la frequenza (diffusa) dal ricevente è (DIVERSA) da quella trasmessa a secondo chein avvicinamento sia allontanamento).

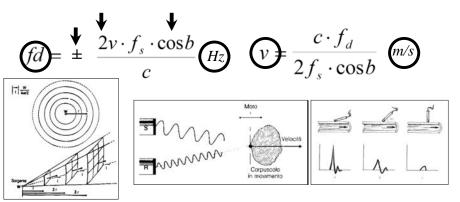






Fenomeni di propagazione US: Effetto Doppler

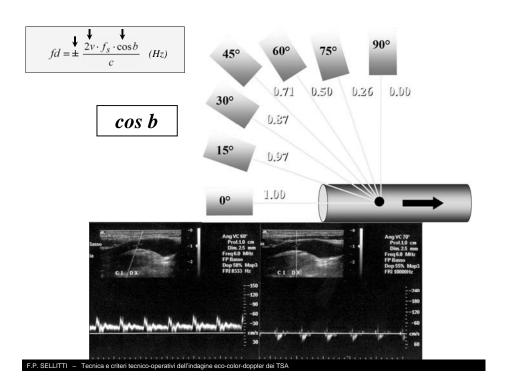
La variazione di frequenza osservata dipende:



v = velocità flusso ematico;

c = velocità u.s. nei tessuti

Nota: le frequenze dei suoni udibili sono compresi fra 20 – 20000 Hz





Johann Cristian DOPPLER

Johann Cristian DOPPLER descrisse il fenomeno nel <u>1843</u>, ma fù nel <u>1957</u> che SATOMURA <u>lo applicò allo studio della circolazione sanguigna.</u>

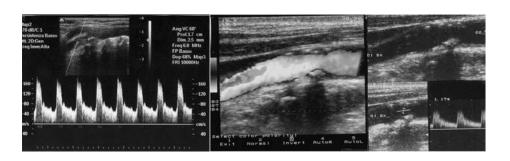
In seguito **FRANKLIN** nel <u>1961</u>, **Mac LEOD** e **POURCELOT** nel <u>1967</u> contribuirono al

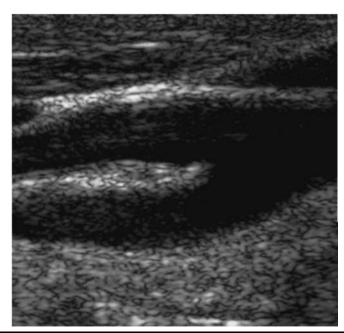
perfezionamento.





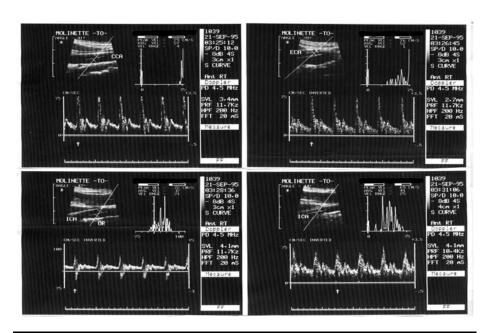


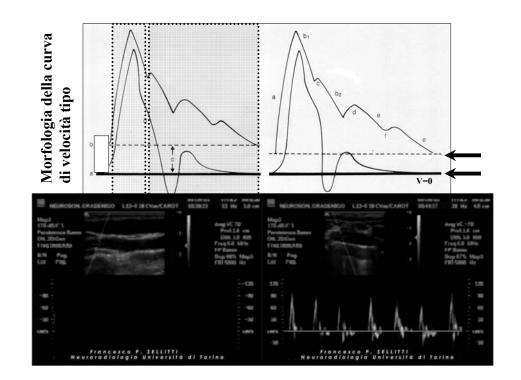


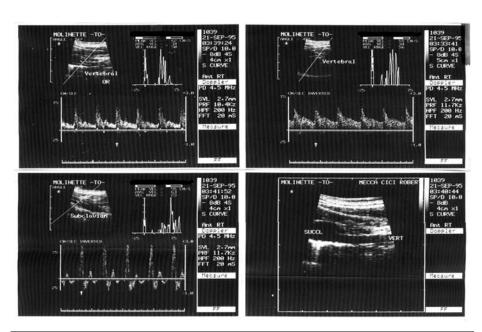


F.P. SELLITTI - Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

Come distinguere i vasi indagati?







F.P. SELLITTI - Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

rontal Branch of Superficial Temporal Artery Ultrasonologia in Neuroscienze: Supraorbital Branch of Ophthalmic Artery **Eco-color-doppler** TSA e Transcranico of External Maxillary Anterior Cerebral Artery near Corpus Callosum Superficial Temporal Artery External Carotid Artery Itlantic-Occipital Route -Occluded Internal Carotid Artery Cerebral Artery Posterior Cerebral Artery Supraclinoid portion of Internal Carotid Lower Basilar and Upper Vertebral Common Carotid Arteries Artery Bifurcation Occipital Branch of External Carotic ertebral Artery Origins of Subclavian, Innominate, of Vertebral Arter and Common Carotid Arteries

> MORFOLOGICA (ECOGRAFIA)

Le **informazioni morfologiche** più frequentemente ricercate possono essere così sinteticamente schematizzate:

- 1. Alterazioni di parete (aterosclerotiche, dissecazioni, aneurismi, fenestrazioni, etc...);
- 2. Tortuosità vasali;
- 3. Lesioni a distanza dopo intervento di endoaterectomia (TEA).

Tecnica e criteri tecnico-operativi nella conduzione dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

DUE DIVERSE INFORMAZIONI:

- > MORFOLOGICA (ECOGRAFIA)
- > FUNZIONALE (COLOR-DOPPLER)

F.P. SELLITTI - Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

MORFOLOGICA (ECOGRAFIA)

1) Alterazioni di parete

Le alterazioni di parete di tipo ateromasiche, vengono differenziate in base ad alcune caratteristiche che sono: l'ecogenicità, la superficie e l'entità della stenosi.

- A) <u>L'ecogenicità</u> si distingue in base al tipo di materiale costituente la placca:
- <u>anaecogeno o ipoecogeno</u> (contenuto liquido, trombo recente o emorragia intraplacca recente, ...);
- <u>iperecogeno senza cono d'ombra acustico</u> (ad alto contenuto di collagene);
- <u>iperecogeno con cono d'ombra acustico</u> (tipico della placca calcifica).

Le placche possono inoltre essere <u>omogenee</u> (reperti ecogenici univoci) e disomogenee (a contenuto misto).

F.P. SELLITTI – Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

> MORFOLOGICA (ECOGRAFIA)

1) Alterazioni di parete

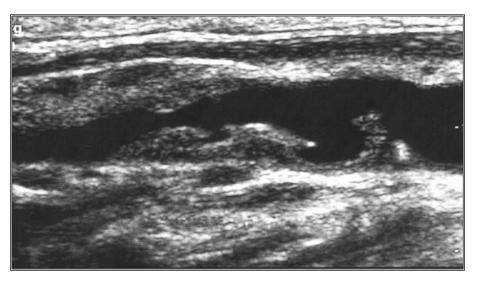
Le alterazioni di parete di tipo ateromasiche, vengono differenziate in base ad alcune caratteristiche che sono: l'ecogenicità, la superficie e l'entità della stenosi.

B) <u>La superficie</u> si distingue in :

- <u>liscia</u> (con regolare contorno endoluminare);
- <u>irregolare</u> (tipico di placche estese e disomogenee a maggior rischio di frammentazione);
- <u>ulcerata</u> (la superficie presenta una o più escavazioni sul profilo endoluminare la cui evidenziazione è maggiore con eco-colordoppler).

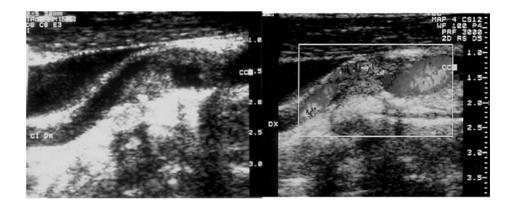
F.P. SELLITTI — Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

Studio morfologico della struttura della placca ateromasica mediante <u>ecografia ad alta risoluzione</u>



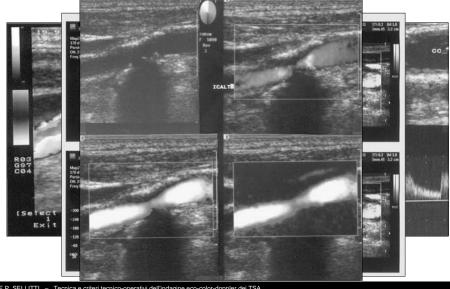
F.P. SELLITTI – Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

Studio del profilo endoluminale della placca mediante immagine con ecocolordoppler



F.P. SELLITTI - Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

Studio del profilo endoluminale della placca mediante immagine color-doppler e angio-color-power



> MORFOLOGICA (ECOGRAFIA)

Le informazioni morfologiche più frequentemente ricercate possono essere così sinteticamente schematizzate:

- 1. Alterazioni di parete (aterosclerotiche, dissecazioni, aneurismi, fenestrazioni, etc...);
- 2. Tortuosità vasali;
- 3. Lesioni a distanza dopo intervento di endoaterectomia (TEA).

F.P. SELLITTI - Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

> MORFOLOGICA (ECOGRAFIA)

2) Tortuosità vasali

TORTUOSITÀ DI DECORSO DEI VASI: MEGADOLICO ARTERIE

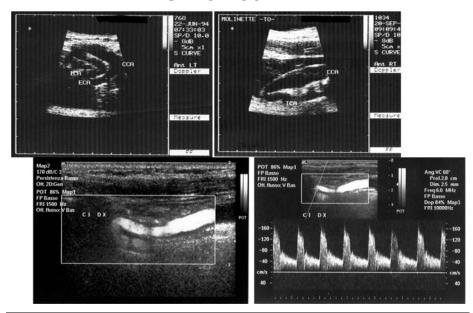
Sono tortuosità vasali accentuate quali

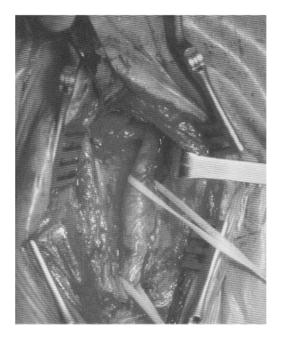
Coiling (curvatura dell'arteria a forma di **S** o ad avvolgimento concentrico **(C)**) e

Kinking (piegature a gomito dell'arteria), queste tortuosità possono determinare delle pinzature con conseguente riduzione del lume e quindi una stenosi vasale.

F.P. SELLITTI - Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

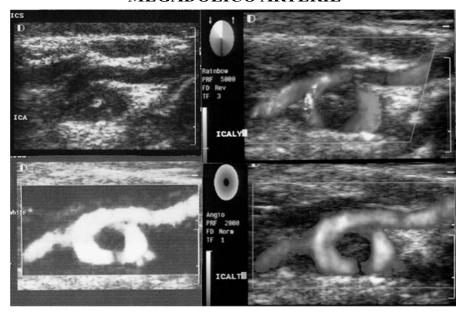
MEGADOLICO ARTERIE





F.P. SELLITTI – Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

MEGADOLICO ARTERIE



F.P. SELLITTI - Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

> MORFOLOGICA (ECOGRAFIA)

Le informazioni morfologiche più frequentemente ricercate possono essere così sinteticamente schematizzate:

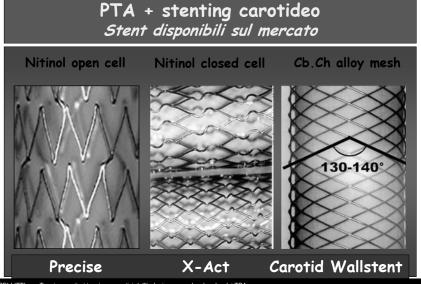
- 1. Alterazioni di parete (aterosclerotiche, dissecazioni, aneurismi, fenestrazioni, etc...);
- 2. Tortuosità vasali;
- 3. Lesioni a distanza dopo intervento di endoaterectomia (TEA).

MEGADOLICO ARTERIE



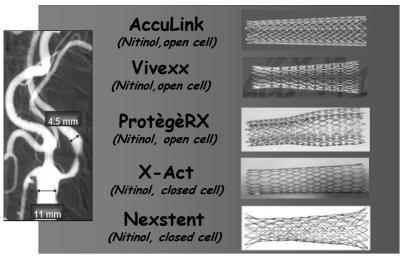
> MORFOLOGICA (ECOGRAFIA)

3) Lesioni a distanza post intervento di TEA



> MORFOLOGICA (ECOGRAFIA)

3) Lesioni a distanza post intervento di TEA



(*) differenza > del 50% di diametro tra CCA and ICA

F.P. SELLITTI - Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

> MORFOLOGICA (ECOGRAFIA)

3) Lesioni a distanza post intervento di TEA

RESTENOSI PREGRESSO STENT CAROTIDEO

ECD dei TSA (28.6.2010)

Pervietà con ispessimento intimale di grado marcato (IMT 0.96mm) della carotide comune, bulbo, carotide esterna ed interna bilateralmente, con normale segnale Doppler, in assenza di stenosi emodinamicamente significative.

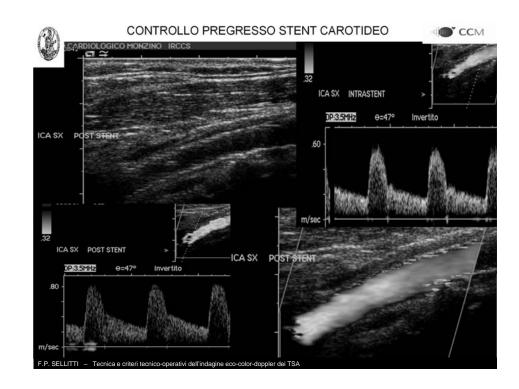
A destra: Pregressa PTA. Carotide comune e carotide interna risultano pervie, device in sede. PSV nella norma (Media 0.45 m/sec). Stent normalmente perfuso senza stenosi emodinamicamente significative. A sinistra: Si segnala la presenza di placca hibrocalcifica a livello del bulbo carotideo e all'origine della carotide interna determinante una stenosi quantificabile intorno al 30% c.a.

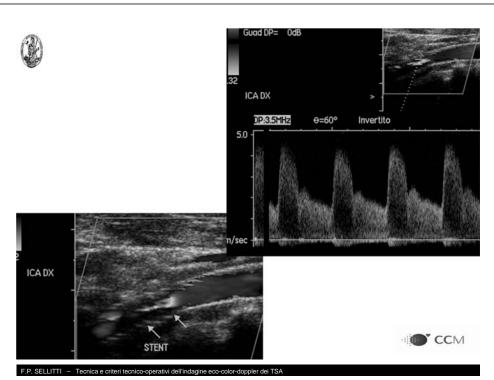
Arterie vertebrali pervie ed ortograde. Arterie succlavie di normale flusso.

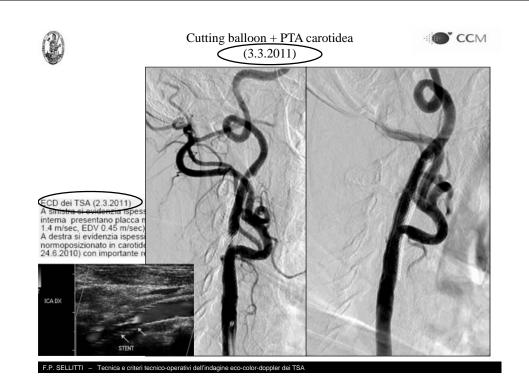
ECD dei TSA (2.3.2011)

A sinistra si evidenzia ispessimento intimale di 1.02 mm, diffuso alla carotide comune. Il bulbo e la carotide interna presentano placca mista a prevalente componente lipidica, determinante stenosi di circa 40% (PSV 1.4 m/sec, EDV 0.45 m/sec).

A destra si evidenzia ispessimento intimale di 1.32 mm, diffuso alla carotide comune. Si segnala stent normoposizionato in carotide comune (3 distale) e carotide interna (pregressa PTA + stenting dell'ICA il 24.6.2010) con importante restenosi del 85-90% al 3 distale dello stent (PSV 4.3 m/sec, EDV 2.1 m/sec).







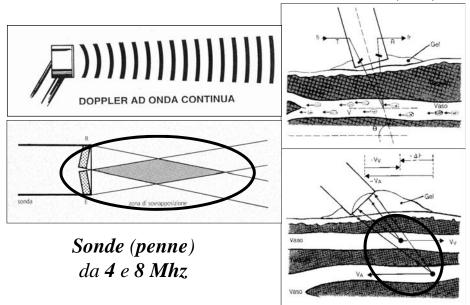
Tecnica e criteri tecnico-operativi nella conduzione dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

DUE DIVERSE INFORMAZIONI:

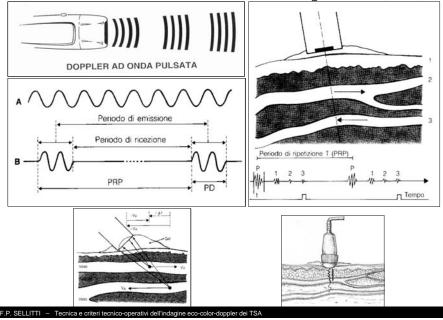
- > MORFOLOGICA (ECOGRAFIA)
- > FUNZIONALE (COLOR-DOPPLER)

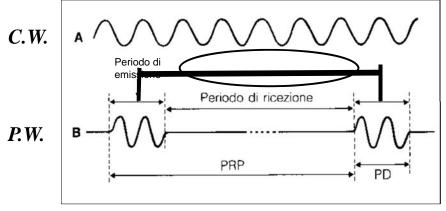
F.P. SELLITTI - Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TS

Flussimetro ad emissione d'onda continua (CW)



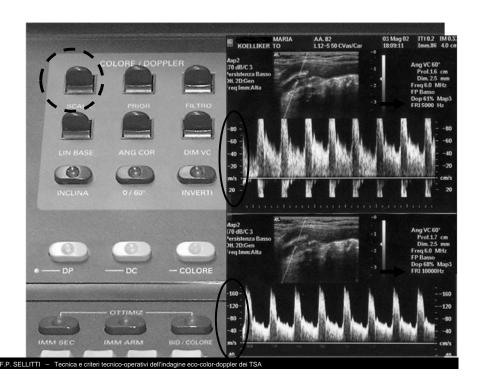
Flussimetro ad emissione d'onda pulsata (PW)





- ➤ <u>Durata</u> dell'impulso (**PD**);
- Periodo di ripetizione dell'impulso (PRP);
 PRP = 1/PRF T = 1/f
- > <u>Frequenza</u> di ripetizione dell'impulso (PRF).

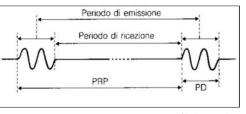
F.P. SELLITTI — Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA



> Frequenza di ripetizione dell'impulso (PRF).

Con al metodica **P.W**, la frequenza doppler minima e massima misurabile con accuratezza sono funzione della **PRF**, secondo la relegione ("LIMITE") di Neggiote

relazione ("LIMITE") di **Nyquist.**

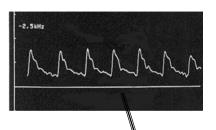


$$\mathbf{F}_{\text{max}} = \frac{\mathbf{PRF}}{2} \qquad \mathbf{V}_{\text{max}} = \pm \frac{\mathbf{C} (\mathbf{PRF})}{4 \cos \alpha \mathbf{F}_0}$$

- > **Profondità** (con PRF elevate strutture profonde non forniscono echi leggibili)
- > Velocità flusso

F.P. SELLITTI - Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

FLUSSIMETRO (Analisi spettrale del segnale doppler)

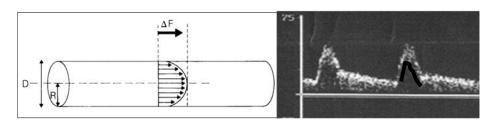




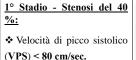


L'analisi spettrale delle frequenze e la sua elaborazione grafica consente il primo vero passaggio, nella valutazione del flusso ematico, da un metodo basato prevalentemente sull'ascultazione ad uno in cui l'elemento visivo assume una pari importanza

FLUSSIMETRO (Analisi spettrale del segnale doppler) Lo spettrogramma normale di un vaso con flusso laminare (velocità massima al centro e velocità progressivamente decrescente man mano che si avvicina alla parete), è caratterizzato da frequenze massimali a contorni netti che sottendono una "finestra sistolica" a brillanza debole o nulla.



F.P. SELLITTI - Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

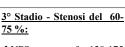






4° Stadio - Stenosi del 75-90 %: ❖VPS <u>I grado</u> > 175 cm/sec

- <u>2° Stadio Stenosi del 40-</u> <u>60 %:</u>
- ❖VPS compresa fra 80 120 cm/sec



❖VPS compresa fra 120-175 cm/sec

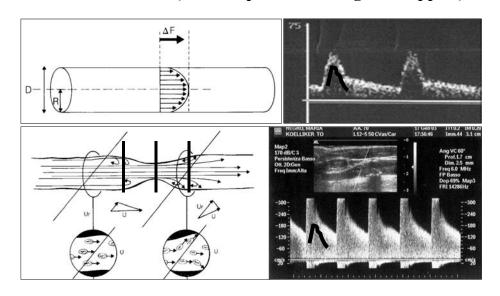




<u>5° Stadio - Stenosi</u> > 90 %:

♦ VPS <u>II grado</u> > 175 cm/sec

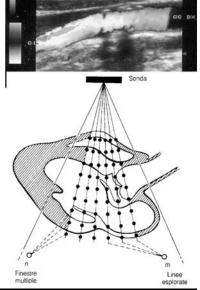
FLUSSIMETRO (Analisi spettrale del segnale doppler)



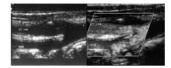
F.P. SELLITTI - Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

Flussimetro Eco - colordoppler

➤ fornisce informazioni
immediate e dirette sia
sull'emodinamica
(codifica del colore) sia
sulla morfologia
(codifica di ecogenicità)
dei vasi;



Flussimetro Eco - colordoppler



Si basa sul sistema doppler pulsato

"multigate" permette una

simultanea e continua campionatura

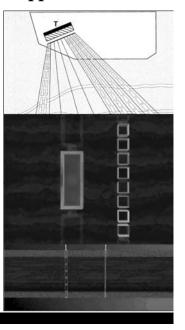
a diverse profondità e su più linee

di scansioni ottenute dallo

spostamento meccanico di un unico

trasduttore o dalla commutazione

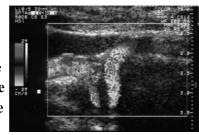
elettronica di più trasduttori.



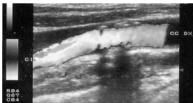
F.P. SELLITTI – Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

Flussimetro Eco - colordoppler

L'assegnazione del colore può essere arbitraria e può essere modificata a discrezione dall'operatore: convenzionalmente si è comunque assegnato il colore rosso alle emazie in avvicinamento al trasduttore e blu quello in allontamento.



Le diverse velocità vengono differenziate dalle gradazioni di tonalità (rosso verso l'arancione ed il giallo o il bianco, il blu verso il celeste chiaro per rappresentare le alte velocità).

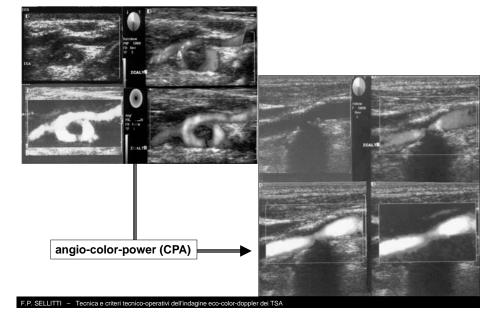


F.P. SELLITTI – Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

> FUNZIONALE (COLOR-DOPPLER)



> FUNZIONALE (COLOR-DOPPLER)



CODIFICA DEI CRITERI OPERATIVI:

come per numerose altre indagini strumentali diagnostiche, anche per lo studio ultrasonografico vascolare si è reso necessaria la <u>codifica dei criteri operativi</u>

INTERNAZIONALMENTE RICONOSCIUTI

(Consensus Conference Europeo - Parigi 1996)

F.P. SELLITTI - Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

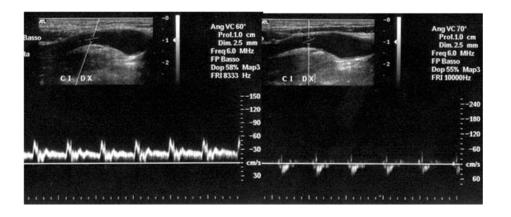
Diversa influenza dell'errore di stima dell'angolo sull'accuratezza della misura della velocità ai diversi angoli d'insonazione

a stima golo se del vaso

Il diagramma illustra come l'errore nella stima dell'angolo fra fascio incidente e direzione del flusso si rifletta in maniera diversa sulla stima della velocità del flusso a secondo dell'angolo di insonazione.

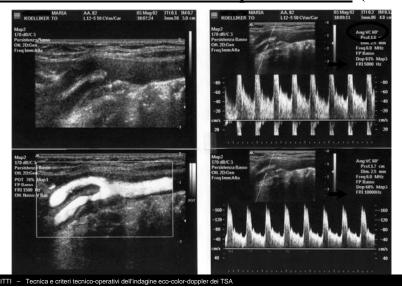
In particolare angoli ampi (> 60°) determinano un errore molto più elevato nella stime della velocità.

1) Quantificazione emodinamica del grado di stenosi mediante il doppler pulsato con correzione dell'angolo d'incidenza

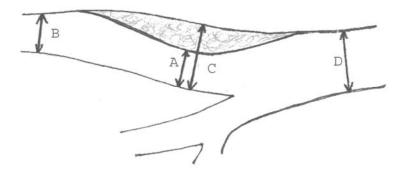


F.P. SELLITTI - Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

1) Quantificazione emodinamica del grado di stenosi mediante il doppler pulsato con correzione dell'angolo d'incidenza e misurazione della velocità di picco sistolico (cm/sec.)



2) Quantificazione anatomica della stenosi mediante immagine con color-doppler o, meglio, con angio-color-power (CPA) e misurazione del lume residuo (Diametri o Aree)



• ECST (European Carotid Surgery Trial)

 $C - A / C \times 100\%$

• NASCET (North American Syntomatic Carotid Endarterectmy)

 $B - A / B \times 100\%$

• Carotide Comune

 $D - A / D \times 100\%$

F.P. SELLITTI - Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

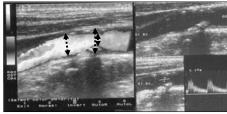
AA. 70 L12-5 50 CVas/Car F.P. SELLITTI - Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

Quantificazione anatomica della stenosi mediante immagine con color-doppler o, meglio, con angio-color-power (CPA) e misurazione del lume residuo (Diametri o Aree)



A=05 mm B=07 mm C=09 mm D=10 mm

Nota: le misure non sono reali ma misurati su stampa a solo scopo esplicativo



• ECST

 $C-A/C \times 100\%$ 9-5/9= 0,44 (44%)

NASCET

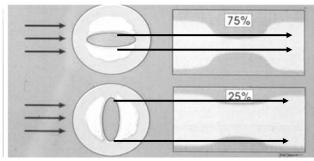
B-A/B x 100% 7-5/7=0,28 (28%)

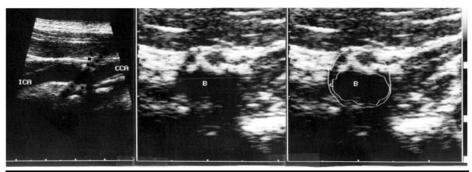
• Carotide Comune D-A/D x 100% 10-5/10=0,50

(50%)

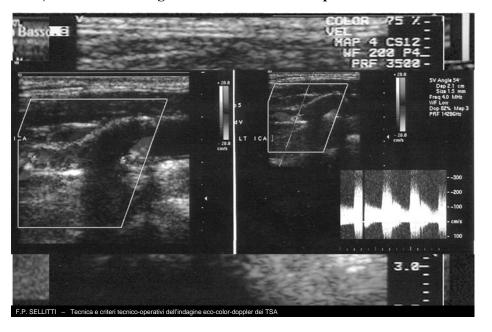


Componenti della placca arteriosclerotica 1, endotelio. 2, capillari a parete sottile. 3, capsula fibro-sa. 4, media. 5, riucieo lipidico e frazioni di colestero-

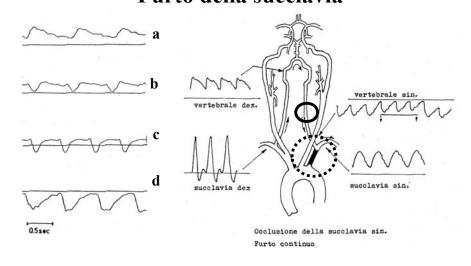




3) Studio morfologico della struttura della placca ateromasica

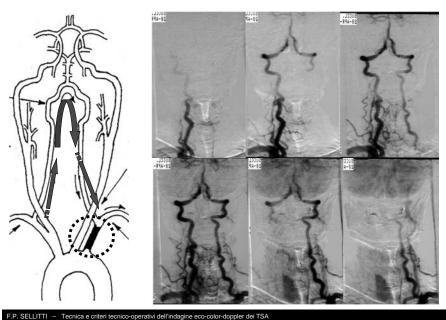


Sindrome da emostorno cerebrale: "Furto della succlavia"



F.P. SELLITTI - Tecnica e criteri tecnico-operativi dell'indagine eco-color-doppler dei TSA

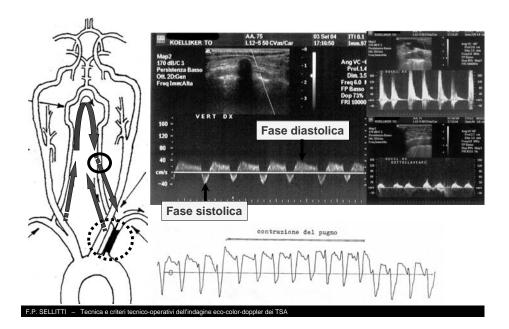
Sindrome da emostorno cerebrale: "Furto della succlavia"



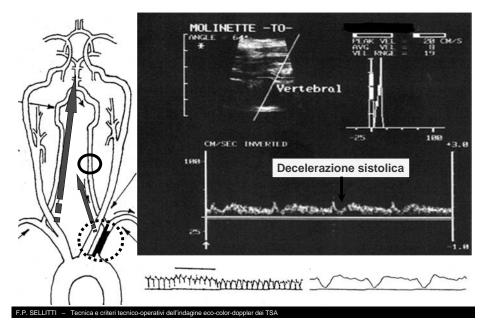
Sindrome da emostorno cerebrale: "Furto della succlavia"

**SOLIBER TO 10-50 NOVANCE | 10-50 N

Sindrome da emostorno cerebrale: "Furto della succlavia"

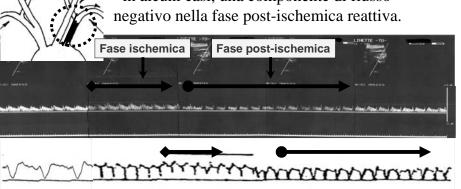


Sindrome da emostorno cerebrale: "Furto della succlavia"



Durante il **test dell'iperemia post-ischemica**. nell'art. vertebrale omolaterale, si può osservare:

- durante la compressione del braccio un netto aumento del flusso diastolico ed un calo nella fase di iperemia post-ischemica;
- in alcuni casi, una componente di flusso



Secondo Pourcelot (uno dei pionieri e grande studioso della metodica)

OCCORRE:

- aver eseguito almeno 600 indagini per acquisire autonomia operativa nella conduzione dell'esame doppler ed eco-doppler dei vasi epiaortici;
- un continuo confronto con le altre tecniche e metodiche di diagnostica vascolare (l'angioradiografia DSA, l'angiografia RM, l'angiografia TC, ...);
- un continuo confronto con gli altri operatori.

