

BOLLETTINO DELLA SOCIETA' ITALIANA DI DIAGNOSTICA VASCOLARE

SPECIALE
LINEE GUIDA
Revisione 2004 - Parte I

G.I.U.V.



PROCEDURE OPERATIVE PER INDAGINI DIAGNOSTICHE VASCOLARI

REVISIONE 2004 - Parte I

A cura del Consiglio Direttivo della

**SOCIETÀ ITALIANA DI DIAGNOSTICA VASCOLARE
SIDV - GIUV**

Presidente: P.L. Antignani
Vice-Presidente: B. Gossetti
Segretario: D. Righi
Consiglieri: A. Amato
F. Annoni
M. Impagliatelli
L. Pedrini
R. Pulli
F. Verlato

BOLLETTINO DELLA
SOCIETÀ ITALIANA DI
DIAGNOSTICA VASCOLARE



Quadrimestrale di informazione sulle
attività della Società Italiana
di Diagnostica Vascolare - GIUV

Registrazione n. 4617 del 5/9/1996
del Tribunale di Firenze

Direttore Responsabile
Franco Pasqualetti

Comitato Editoriale

P. L. Antignani - Presidente
B. Gossetti - Vice Presidente
D. Righi - Segretario
A. Amato - Consigliere
F. Annoni - Consigliere
M. Impagiatelli - Consigliere
L. Pedrini - Consigliere
R. Pulli - Consigliere
F. Verlato - Consigliere

Redazione
Raffaele Pulli

Impaginazione e Grafica
Giulio Dell'Acqua

Editore
Nuova Grafica Fiorentina S.r.l.
Via Traversari, 76 - 50126 Firenze
Tel. 055/685902 - Fax 055/6580782

Stampa
Nuova Grafica Fiorentina

**Segreteria Società Italiana
di Diagnostica Vascolare - GIUV**
Viale Mamiani, 24 - 50137 Firenze
Tel. 055 4277574
E-mail: segreteria@sidv.net

**Segreteria Amministrativa
c/o CG Congressi**
Via Borsieri, 12 - 00195 Roma
Tel. 06 3700541 - Fax 06 32152337
E-mail: segramm@sidv.net

www.sidv.net

c/c n. 5701/33
Banca di Roma Ag. 64
ABI: 3002.3 CAB: 03364.7 CIN: F



Azienda certificata con sistema di qualità
UNI EN ISO 9001: 2000 n. IT - 42919

A TUTTI I SOCI

Permettetemi per prima cosa di ringraziare tutti i soci che con le loro proposte e i loro suggerimenti hanno stimolato il Consiglio Direttivo ad intraprendere le numerose iniziative già avviate o in fase di svolgimento e hanno consentito una verifica dell'operato del Consiglio stesso.

Avevamo preso l'impegno, al momento della pubblicazione delle prime "procedure operative per le indagini diagnostiche vascolari" nel 2000, di aggiornarle costantemente per renderle sempre più attuali e applicabili.

In diversi numeri del Bollettino, pubblicati durante questi ultimi anni, abbiamo proposto vari aggiornamenti parziali e affrontato nuovi argomenti non inseriti nella versione base.

Su questo numero pubblichiamo l'aggiornamento completo 2004 di tutte le Linee Guida diagnostiche.

Si è trattato di un lavoro complesso e laborioso per il quale è doveroso ringraziare tutti i componenti del Consiglio Direttivo che hanno lavorato con entusiasmo e abnegazione su questo progetto per vari mesi.

In conclusione, ritengo essenziale ricordare quanto detto anche in precedenza rispetto alle Linee Guida: esse definiscono dei percorsi diagnostici ottimali in funzione dello stato attuale dell'arte e consentono agli operatori di svolgere il proprio lavoro utilizzando una metodologia quanto più possibile standardizzata.

Non si tratta quindi di regole fisse ma di una "linea di condotta" che scaturisce da una analisi ampia e obiettiva delle risultanze della letteratura.

Con l'augurio di aver reso un utile servizio ai Soci,
porgo un caro saluto a tutti

Il Presidente
Prof. Pier Luigi Antignani

- Sommario -

CONSIDERAZIONI GENERALI SULLE LINEE GUIDA	5
CRITERI DIAGNOSTICI E NOTE GENERALI.....	6
DEFINIZIONI - GLOSSARIO.....	7
I - INTRODUZIONE.....	9
II - METODI.....	9
III - GESTIONE DEI DATI.....	10
IV - DIFFUSIONE E VERIFICA	10
V - BIBLIOGRAFIA	10
1 - LINEE GUIDA PER L'INDAGINE DIAGNOSTICA DEI TSA.....	11
INDAGINI UTILIZZABILI:.....	11
ITER DIAGNOSTICO.....	11
<i>ECO-(COLOR)-DOPPLER DEI VASI EPIAORTICI.....</i>	<i>14</i>
PROCEDURA.....	14
CONTROLLI POST-OPERATORI.....	15
CONTROLLO DOPO STENTING CAROTIDEO.....	15
SCELTA DEI CRITERI VELOCITOMETRICI PER DEFINIRE LA STENOSI CAROTIDEA.....	16
MODALITA' DI MISURAZIONE DELL'I.M.T.	19
TIMING DEI CONTROLLI PROSPETTICI E POST-OPERATORI.....	19
RACCOMANDAZIONI.....	20
PROPOSTA DI REFERTAZIONE DI ESAME ECODOPPLER DEI TRONCHI EPIAORTICI	21
BIBLIOGRAFIA.....	22
2 - LINEE GUIDA PER L'INDAGINE DIAGNOSTICA DELLA CIRCOLAZIONE INTRACRANICA.....	25
INDAGINI UTILIZZABILI:	25
ITER DIAGNOSTICO.....	25
<i>DOPPLER ED ECOCOLORDOPPLER TRANSCRANICO.....</i>	<i>27</i>
METODICA.....	27
PROCEDURA.....	28
RACCOMANDAZIONI.....	30
PROPOSTA DI REFERTAZIONE DI ESAME DTC ED ECDT.....	32
BIBLIOGRAFIA.....	34
3 - LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DEGLI ARTI SUPERIORI E DELLO STRETTO TORACICO SUPERIORE	39
INDAGINI UTILIZZABILI:	39
ITER DIAGNOSTICO.....	39
<i>PROCEDURA GENERALE PER LO STUDIO DELLO STRETTO TORACICO CON ULTRASUONI</i>	<i>40</i>
<i>DUPLEX DEL CIRCOLO ARTERIOSO DEGLI ARTI SUPERIORI</i>	<i>40</i>
PROCEDURA.....	40
<i>DUPLEX DEL CIRCOLO VENOSO DELL'ARTO SUPERIORE</i>	<i>41</i>
PROCEDURA.....	41

<i>REOGRAFIA A LUCE RIFLESSA</i>	42
PROCEDURA.....	42
<i>FOTOPLETISMOGRAFIA DIGITALE</i>	42
PROCEDURA.....	42
<i>CAPILLAROSCOPIA MORFOLOGICA DELLA PLICA UNGUEALE</i>	44
PROCEDURA.....	44
RACCOMANDAZIONI	45
PROPOSTA DI REFERTAZIONE DI DOPPLER C.W. - ECODOPPLER DELL'ARTO SUPERIORE.....	46
PROPOSTA DI REFERTAZIONE DI REOGRAFIA A LUCE RIFLESSA DELL'ARTO SUPERIORE.....	46
PROPOSTA DI REFERTAZIONE DI FOTOPLETISMOGRAFIA DIGITALE DELL'ARTO SUPERIORE.....	47
PROPOSTA DI REFERTAZIONE DI CAPILLAROSCOPIA MORFOLOGICA DELLA PLICA UNGUEALE.....	47
BIBLIOGRAFIA.....	48
4 - LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELL' AORTA E DELLE ARTERIE ILIACHE	49
INDAGINI UTILIZZABILI:	49
ITER DIAGNOSTICO.....	49
<i>ECODOPPLER DELL'AORTA E DEI SUOI RAMI: PROCEDURA</i>	50
PROCEDURA.....	50
RACCOMANDAZIONI	52
PROPOSTA DI REFERTAZIONE DI ECODOPPLER AORTO-ILIACO.....	53
BIBLIOGRAFIA.....	54
5 - LINEE GUIDA LA PER VALUTAZIONE DELLE ARTERIE E VENE VISCERALI	55
INDAGINI UTILIZZABILI:	55
ITER DIAGNOSTICO.....	55
<i>ECODOPPLER DEI VASI VISCERALI</i>	57
PROCEDURA.....	57
RACCOMANDAZIONI	60
PROPOSTA DI REFERTAZIONE DI ECODOPPLER DEI VASI VISCERALI	61
BIBLIOGRAFIA.....	62

CONSIDERAZIONI GENERALI SULLE LINEE GUIDA

Le **linee guida** sono raccomandazioni proposte per adottare una sequenza di azioni, finalizzate ad ottenere un obiettivo da perseguire nel modo più appropriato possibile.

Obiettivi delle linee guida sono: migliorare le prestazioni, ridurre le pratiche mediche inappropriate e migliorare l'efficacia e l'efficienza dei servizi sanitari.

La BASE METODOLOGICA di partenza è data dalla *evidence-based medicine* seguendo lo schema delle *rules of evidence* applicate alla letteratura medica per produrre raccomandazioni per il *management* clinico.

Sono state considerate in particolare le evidenze emerse dalla letteratura internazionale e privilegiate le meta-analisi e gli studi randomizzati esistenti. Si è considerato inoltre il lavoro della Cochrane Collaboration svolto nell'ambito della diagnostica vascolare, estrapolando eventualmente le risultanze da revisioni più ampie.

Si è cercato di adattare i risultati del lavoro alle caratteristiche operative e culturali del Sistema Sanitario Nazionale Italiano

Per le FONTI BIBLIOGRAFICHE sono state utilizzate le comuni risorse di evidenza disponibili (MEDLINE, Cochrane Database of Systematic review, et al.), ma altresì si è ritenuto di valutare ampiamente la vasta esperienza in patologia vascolare delle Società Scientifiche nazionali e internazionali rese evidenti attraverso i rispettivi organi di stampa scientifica.

Queste linee guida sono indirizzate ai medici di medicina generale, con lo scopo di indicare il percorso diagnostico più semplice e più appropriato per lo studio delle malattie vascolari, ed allo specialista per definire ed uniformare i requisiti minimi di qualità della refertazione relativa alla diagnostica vascolare non invasiva.

Obiettivi di queste linee guida sono pertanto: quale iter diagnostico seguire, con quali indagini, che procedure seguire per una corretta esecuzione dell'indagine diagnostica ed infine come produrre il referto diagnostico e con quale documentazione allegata.

Le raccomandazioni espresse da queste linee guida sono rivolte a tutto l'iter diagnostico del paziente vasculopatico (iter diagnostici), ma le raccomandazioni relative alle procedure diagnostiche e alle modalità di refertazione sono limitate a quegli accertamenti che normalmente devono essere effettuati nei laboratori di diagnostica o di fisiopatologia vascolare, escludendo pertanto le procedure che utilizzano raggi X, la Risonanza Magnetica e le diagnostiche medico-nucleari.

Essendo delle raccomandazioni non sono obbligatoriamente applicabili e "vincolanti per il medico. Esse costituiscono raccomandazioni determinate in via generale ed astratta in relazione alle varie tipologie di diagnosi e trattamenti, in funzione di una esigenza di razionale uso delle risorse, che non deve mai tradursi in un danno per il paziente singolo"¹.

La loro applicazione diventa comunque un impegno etico e professionale tanto più importante, quanto più è correlato alla tipologia ed al peso dell'evidenza documentata su cui si basano. Quando le raccomandazioni sono "forti" è importante segnalare il motivo della eventuale mancata adesione.

Le raccomandazioni sono state classificate in 3 gruppi principali e 5 sottogruppi che valgono prevalentemente per le decisioni terapeutiche, non vi è dubbio comunque che l'attendibilità dei singoli accertamenti diagnostici viene documentata da studi clinici di varie dimensioni e possa essere classificata per analogia con gli stessi criteri.

Secondo i criteri dell'American Medical Association² le linee guida debbono essere elaborate da organizzazioni mediche, sviluppate secondo metodi realistici, complete e specifiche, aggiornate e devono avere ampia diffusione. Per questo motivo la Società Italiana di Diagnostica Vascolare - G.I.U.V. ha ritenuto opportuno stilare queste linee guida per i Soci raccomandandone l'utilizzazione in tutti i laboratori di diagnostica vascolare, con l'impegno di rivederle periodicamente e di utilizzarle per la verifica dei laboratori di diagnostica in sede di certificazione e/o accreditamento.

La prima versione del 2000 è stata pubblicata sul Bollettino societario³ e sulla rivista Minerva Cardioangiologica.⁴

CRITERI DIAGNOSTICI E NOTE GENERALI

Debbono essere usati criteri accettati da standard internazionali. L'adesione ai tipi di criteri usati correntemente deve essere uniforme da parte di tutta l'équipe.

I criteri debbono essere validati all'interno dell'équipe con correlazioni e dati di conferma.

Questo serve per validare l'attendibilità dell'équipe, ma non la metodica.

Si ritiene che le diagnostiche classificate come obsolete o non attendibili non debbano essere effettuate in convenzionamento con il SSN (non andrebbero effettuate proprio o andrebbe spiegata al paziente l'inutilità delle stesse, se richieste), vengono comunque riportate perché tuttora prescritte da alcuni medici, al fine di sottolinearne i loro limiti.

Il Doppler C.W., in molte patologie, è da considerare uno strumento non più di prima scelta o di primo livello, ma in molti casi può e deve essere utilizzato dallo specialista come complemento diagnostico, sia in corso di diagnosi clinica che come complemento di diagnostiche ultrasonografiche più sofisticate.

L'uso del Power Doppler e degli amplificatori del segnale ecografico, in casi selezionati, permette di migliorare l'accuratezza degli esami ultrasonografici

La raccolta di una breve storia clinica del paziente e la spiegazione della procedura deve precedere qualsiasi accertamento clinico invasivo e non invasivo, nell'ambito del diritto all'informazione ormai acquisito dai pazienti.

- La raccolta dei dati clinici dovrebbe servire al centro che esegue le indagini, per eventuali ricerche. Non si raccomanda di scrivere i dati sul referto, che diventerebbe pertanto una piccola cartella clinica
- E' opportuno raccogliere i dati in data-base dedicati
- Si suggerisce ai centri di alta specializzazione, di memorizzare l'appropriatezza della proposta clinica, per ricerche locali o nazionali di tipo amministrativo o per verificare la necessità di estensione delle linee guida ai medici di famiglia
- Si suggerisce di evidenziare per ogni diagnostica l'attendibilità del Centro e/o dell'operatore

Nella stesura originale del 2000 non sono state trattate alcune patologie di confine con altri specialisti (internisti, ginecologi, neurologi, nefrologi, radiologi, etc.).

Nella attuale revisione sono stati aggiornati tutti i capitoli e ne sono stati inseriti dei nuovi non presenti nella versione base.

DEFINIZIONI - GLOSSARIO

Per “**raccomandazione**” si intende una espressione sintetica di una modifica di abitudini, una decisione diagnostica o terapeutica, finalizzata alla riduzione del rischio e/o dell’impatto delle procedure e al miglioramento dei risultati.

Grado di raccomandazione	Tipo di evidenza documentata
--------------------------	------------------------------

peso

indicata	indagine diagnostica indispensabile in tutti i casi
non indicata	indagine diagnostica non consigliabile
indicata solo	indagine da adottare in sottogruppi di pazienti (specificandoli)
ottimale	indagine utile ma attuabile solo in alcuni centri
integrativa	indagine che porta a maggiori conoscenze
in sospenso	indagine sulla quale non è possibile dare un giudizio definitivo
obsoleta	indagine che non dovrebbe essere eseguita a scopo diagnostico per la scarsa affidabilità. Non ne viene escluso il valore per studi scientifici mirati
complementare	indagine, come l’integrativa, che completa le conoscenze in particolari distretti vascolari o condizioni anatomico-patologiche o cliniche

forza

A	I	Trial clinico randomizzato di alto valore statistico o meta-analisi
B	II	Trial clinico randomizzato con più basso valore statistico
C	III	Studi di singoli gruppi non randomizzati
	IV	Studi descrittivi o di casistica
	V	Rapporti su singoli casi

Abbreviazioni:

(A)CC	arteria carotide comune
ABI	ankle/brachial index
ACA	arteria cerebrale anteriore
ACAS	Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study
(A)CE	arteria carotide esterna
(A)CI	arteria carotide interna
ACM	arteria cerebrale media
ACP	arteria cerebrale posteriore
AMS	arteria mesenterica superiore
Angio-RM	angiografia con risonanza magnetica
Angio-TC	angiografia con tomografia computerizzata
AO	arteria oftalmica
AOCP	arteriopatia obliterante cronica periferica
AP	antero-posteriore
B-mode	sistema di rilevazione ultrasonografico che prevede una valutazione solo morfologica
COCHRANE	gruppo di studio che si propone di analizzare e confrontare (con metanalisi) studi riportati in letteratura
Doppler P.W.	Doppler Pulsed Wave
Doppler C.W.	Doppler Continuous Wave (ad onda continua)
DTC	Doppler transcranico
Duplex	sistema ultrasonografico di valutazione morfologica ed emodinamica
ECDT	Eco-Doppler transcranico
ECST	European Carotid Surgery Trial
EDV	end diastolic velocity (velocità telediastolica)
EEG	Elettroencefalogramma
G.I.U.V.	Gruppo Italiano di Ultrasonologia Vascolare
Gee OPG	Oculopleetismografia secondo Gee
IPR	Indice di Perfusionione Regionale
LL	latero-laterale
MAV	malformazioni artero-venose
MEDLINE	motore di ricerca per bibliografia medica disponibile in dischetto per computer e su internet
MHz	MegaHertz (unità di misura della frequenza)
NASCET	North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial
NIRS	Near Infrared Spectroscopy
PA	pressione arteriosa
PaO ₂	pressione parziale di ossigeno
PES	Potenziali evocati somatosensoriali
PPG	esame fotopleetismografico
PSV	velocità di picco sistolico
RAR	rapporto della velocità di picco sistolico dell'aorta rispetto a quello della stenosi renale
ROC	Receiver Operator Characteristic
SIAPAV	Società Italiana di Angiologia e Patologia Vascolare
SICVE	Società Italiana di Chirurgia Vascolare ed Endovascolare
S.S.N.	Servizio Sanitario Nazionale
SC	sifone carotideo
TB	tronco basilare
TC	tomografia computerizzata
TcPO ₂	pressione parziale di ossigeno trans-cutanea
TC-spirale	tomografia computerizzata con tecnica a spirale
TEA	tromboendoarteriectomia
TIA	attacco ischemico transitorio
TNG	test alla nitroglicerina
TVP	trombosi venosa profonda
CPC	cuore polmonare cronico
EP	embolia polmonare
CUS	compressione con la sonda sulla femorale comune e sulla poplitea per la diagnosi di trombosi

I - INTRODUZIONE

Le raccomandazioni espresse da queste linee guida sono rivolte a tutto l'iter diagnostico del paziente vascolapatico (iter diagnostici), ma le raccomandazioni relative alle procedure diagnostiche e alle modalità di refertazione sono limitate a quegli accertamenti che normalmente devono essere effettuati nei laboratori di diagnostica o di fisiopatologia vascolare.

Sintesi 1-1

Essendo delle raccomandazioni non sono obbligatoriamente applicabili e “vincolanti per il medico. Esse costituiscono raccomandazioni determinate in via generale ed astratta in relazione alle varie tipologie di diagnosi e trattamenti, in funzione di una esigenza di razionale uso delle risorse, che non deve mai tradursi in un danno per il paziente singolo.”

La loro applicazione diventa comunque un impegno etico e professionale tanto più importante, quanto più è correlato alla tipologia ed al peso dell'evidenza documentata su cui si basano. Quando le raccomandazioni sono “forti” è importante segnalare il motivo della eventuale mancata adesione.

Queste linee guida non sono solo informative, ma tendenzialmente anche normative, anche se in maniera non vincolante.

Sintesi 1-2

II - METODI

La Società Italiana di Diagnostica Vascolare - G.I.U.V ha stilato queste linee guida inizialmente per i Soci tramite approccio multidisciplinare, avendo come obiettivo di essere:

- Applicabili nella realtà italiana;
- Basate sull'evidenza quanto più documentata possibile;
- Aperte alle acquisizioni più recenti;
- Propositive e dinamiche

La fonte di evidenza da cui sono state elaborate queste raccomandazioni comprende documentazione disponibile nel Cochrane Database of Systematic review, documenti reperibili nella letteratura indicizzata da MEDLINE, dati di ricerche italiane o internazionali direttamente disponibili agli esperti che hanno partecipato alla stesura delle linee guida.

Non sono state escluse opinioni documentate su argomenti ancora in sviluppo, identificandole chiaramente come tali.

La procedura di sviluppo, elaborazione e consenso di queste linee guida si è svolta utilizzando estesamente le tecniche informatiche, e ricorrendo ad incontri diretti limitati al gruppo di responsabili o a gruppi di lavoro, con riunioni periodiche, e a momenti plenari in sede di Congresso Nazionale, per la discussione, valutazione del consenso e l'approvazione.

Queste linee guida intendono aiutare, ma non sostituire, il giudizio clinico dato sul singolo paziente.

Si prevede comunque di utilizzarle per la verifica dei laboratori di diagnostica in sede di certificazione e/o accreditamento.

Per ciascuna raccomandazione espressa in queste linee guida si è cercato il consenso formale che fosse:

- Validato
- Affidabile
- Rilevante sotto il profilo clinico
- Comprensibile
- Flessibile
- Rispetto per la persona

Il grado di consenso viene riportato con le raccomandazioni.

III - GESTIONE DEI DATI

La raccolta di una breve storia clinica del paziente, che non va allegata all'esame, e la spiegazione della procedura deve precedere qualsiasi accertamento clinico invasivo e non invasivo, nell'ambito del diritto all'informazione (ormai) acquisito dai pazienti.

Sintesi 3-1

Va allegata una documentazione iconografica dei reperti significativi. Le immagini registrate a livello della lesione patologica devono permettere la valutazione contestuale delle caratteristiche morfologiche e emodinamiche.

Sintesi 3-2

Il consiglio di conferma diagnostica con altri accertamenti va riservato ai casi in cui l'indagine non è diagnostica o è discrepante con la clinica o altre indagini.

Sintesi 3-3

Eventuali implicazioni terapeutiche non devono far parte del referto, ma eventualmente vanno indicate "a parte"

Sintesi 3-4

La raccolta dei dati clinici dovrebbe servire al centro che esegue le indagini, per eventuali ricerche. Non si raccomanda di scrivere i dati sul referto, che diventerebbe pertanto una piccola cartella clinica

Sintesi 3-5

E' opportuno raccogliere i dati in data-base dedicati.

Si suggerisce ai centri di alta specializzazione di memorizzare l'appropriatezza della proposta clinica, per ricerche locali o nazionali di tipo amministrativo o per verificare la necessità di estensione delle linee guida ai medici di famiglia

Sintesi 3-6

Si suggerisce di evidenziare per ogni diagnostica l'attendibilità del Centro e/o dell'operatore.

Sintesi 3-7

IV - DIFFUSIONE E VERIFICA

Il testo verrà diffuso in supporto cartaceo, come supplemento del Bollettino della Società, e mediante i normali canali di informazione, compresa la pubblicazione sul sito societario (www.sidv.net).

Le presenti linee guida sono state consegnate ai consigli Direttivi delle seguenti Società Scientifiche:

- Società Italiana di Angiologia e Patologia Vascolare - SIAPAV
- Collegio Italiano di Flebologia – CIF
- Società Italiana di Chirurgia Vascolare ed Endovascolare - SICVE

e da esse sono state accettate integralmente e inserite in ulteriori linee guida clinico terapeutiche.

Si prevede di sottoporre ad ulteriore revisione periodica queste linee guida utilizzando laboratori certificati sul territorio, e medici specialisti.

V - BIBLIOGRAFIA

G. Volpe Considerazioni medico-legali. Quesito dei clinici ai magistrati: risponde il Dott. Giovanni Volpe Presidente della 1° Sezione penale della Corte di Appello di Bologna. In: Linee Guida per un uso appropriato degli esami preoperatori. Agenzia Sanitaria Regionale Emilia Romagna - Servizio Qualità e Accreditamento - Assessorato Sanità. Febbraio 1999

Documentation guidelines: AMA tips hat to final draft. ED Manag 1999 Oct;11(10):115-116

Procedure operative per le indagini diagnostiche vascolari. Bollettino Società Italiana di Diagnostica Vascolare 2000; 12-13-14:36-59

Linee Guida della Società Italiana di Diagnostica Vascolare-GIUV. Procedure operative per indagini diagnostiche vascolari. Minerva Cardioangiol 2000; 48: 303

1 - LINEE GUIDA PER L'INDAGINE DIAGNOSTICA DEI TSA

INDAGINI UTILIZZABILI:

- ultrasonografia:
 - eco-color-Doppler
 - Doppler transcranico
 - eco-Doppler transcranico
 - eco-Doppler trans-esofageo
- imaging radiografico non invasivo
 - angio - TC e/o TC spirale
 - angio - RM
- angiografia

diagnostica complementare:

Doppler C.W. (complementare all'ecodoppler per lo studio dell'oftalmica)

diagnostiche obsolete:

Reografia cerebrale
Oftalmodinamografia
Gee OPG

ITER DIAGNOSTICO

1. L'esame di scelta per la diagnosi delle malattie cerebrovascolari e per lo screening è l'eco(color)-Doppler. L'oftalmic Doppler test è complementare all'eco-Doppler. Nei casi in cui il reperto eco-Doppler della carotide interna sia incerto (per esempio per la presenza di forti calcificazioni della placca, biforcazione alta, collo tozzo, ecc.) un oftalmic Doppler test negativo o positivo è indicativo, con alto grado di probabilità, di assenza e rispettivamente di presenza di stenosi emodinamica della carotide interna.¹ La tecnologia ha incrementato l'affidabilità degli ultrasuoni nella determinazione del grado di stenosi e nella valutazione della morfologia della parete vascolare con varie utilities hardware e software e con l'utilizzazione dei mezzi di contrasto ecografici:
 - I risultati dell'angiografia ad ultrasuoni con mezzo di contrasto ha dimostrato un'ottima correlazione con l'angiografia digitalizzata a sottrazione di immagine (DSA).²
 - l'analisi delle caratteristiche della placca (trama, delimitazione della parete vasale e della placca) è migliorata dalla tecnica "real time compound ultrasound".³
 - La determinazione della mediana della scala dei grigi (gray scale median o GSM) si è mostrata abbastanza utile nella definizione del rischio embolico della placca⁴ e nello studio ICAROS^{5,6,7} ed è stata indicata fra gli elementi da valutare nello studio ultrasonografico delle carotidi.⁸
 - il B-flow imaging (BFI) ha evidenziato un'alta correlazione con l'angiografia digitalizzata (DSA) e con il power-Doppler.⁹
 - la determinazione volumetrica della placca con 3-D ecografia ha evidenziato una attendibilità crescente col volume della placca.¹⁰
2. Lo studio eco-Doppler dei tronchi sovraortici trova numerose indicazioni: alcune basate su una sintomatologia neurologica ed alcune di screening nei pazienti ad alto rischio.
 - il TIA o l'ictus recente rappresentano l'indicazione principale all'eco-Doppler TSA per un inquadramento etiopatogenetico. Dalle linee guida SPREAD¹¹ si desumano alcuni punti fondamentali:
 - circa il 20-40% dei pazienti con ictus ischemico possono presentare un peggioramento spontaneo nelle ore successive e fino ad una settimana dall'esordio dei sintomi.
 - numerosi pazienti con TIA sviluppano un ictus nelle ore / giorni successivi

- l'eco-Doppler presenta una metodica semplice, a basso costo, riproducibile, non invasiva in grado di documentare con sufficiente accuratezza in pazienti con ictus anche acuto una patologia stenotomica od occlusiva a carico dell'arteria carotide interna ed assume anche un'informazione di carattere prognostico
 - pertanto tutti i soggetti con recente TIA o ictus vanno sottoposti **precocemente** a studio eco-Doppler dei tronchi sovra-aortici.
 - Un eco-Doppler TSA dovrebbe essere eseguito d'urgenza entro 2 ore da un TIA o entro 1 ora dall'insorgenza di un ictus, nell'ambito di una diagnostica eziologica completa per avviare il trattamento dei pazienti con ictus in emergenza (entro le 3-6 ore)
- La genesi ateroembolica delle stenosi carotidiche è stata scoperta da un oculista; la presenza di un reperto oculare come occlusioni ed embolie di arterie retiniche ma anche di trombosi venose retiniche presentano una elevata incidenza di stenosi carotidea di cui circa il 20% emodinamica.¹²
 - I pazienti che hanno subito alte dosi di radioterapia presentano una più rapida evoluzione delle stenosi carotidiche¹³ o una incidenza significativa di stenosi carotidiche emodinamiche e/o occlusioni o sintomi neurologici e pertanto alcuni autori propongono che l'eco-Doppler TSA faccia parte dello screening pre e post radioterapia.¹⁴
 - In letteratura, viene riportato che il 20-30% dei pazienti affetti da AOCP, presenta una stenosi carotidea > 50%, spesso asintomatica e sulla quale a volte non è auscultabile alcun soffio. La presenza di un soffio non è comunque sempre correlata con una patologia della carotide, mentre l'assenza di un soffio non esclude la patologia. Marek et al.¹⁵ riportano una incidenza di stenosi carotidiche inferiori al 50% nell'8% dei casi esaminati, una stenosi superiore al 50% nel 21.8% dei pazienti ed una occlusione della carotide interna nel 2.7%. Ancora maggiore è l'incidenza di lesioni carotidiche negli arteriopatici giovanili; Valentine et al.^{xvi} hanno riscontrato carotidi normali solo nel 26% di un gruppo di 75 arteriopatici con età di esordio dei sintomi di 42±0.5 anni, mentre l'11% presentava una occlusione ed il 18% una stenosi maggiore al 60%.¹⁷
 - Analogο rischio è stato riscontrato nei coronaropatici e nei soggetti di età superiore ai 65 anni con fattori di rischio multipli.
 - Un aumento dello spessore mio-intimale (IMT) è risultato associato a patologie aerosclerotiche a livello coronarico e ai più comuni fattori di rischio per l'aterosclerosi e sembra assumere rilevanza clinica soprattutto in associazione allo studio di altri parametri, quali: la dilatazione flusso mediata dell'arteria omerale (FMD) e la registrazione della velocità dell'onda di polso (PWV).¹⁸ Un aumento dell'IMT è stato registrato in pazienti affetti da numerose patologie che poi presentano spesso una associazione con l'aterosclerosi, quali ipertensione, rene policistico autosomico dominante¹⁹, insufficienza renale, diabete o iperinsulinemia.²⁰ L'IMT in tutti gli studi sembra essere correlato con: età, ipertensione, bassi valori di HDL, aumento della massa corporea e durata del diabete,²¹ anche se alcuni studi non evidenziano correlazioni fra obesità addominale ed aumento dell'IMT.²² Anche nei bambini con ipercolesterolemia familiare²³ e negli ipertesi in età pediatrica è stato riscontrato un IMT, correlato con: pressione sistolica, BMI, omocisteina, basso valore di HDL, apolipoproteine A1.²⁴
 - La progressione della placca è risultata il miglior marker predittivo di eventi neurologici.^{25,26}

Sulla scorta di questi dati epidemiologici, si ritiene indicato uno studio ecodoppler dei pazienti asintomatici, anche in assenza di soffi laterocervicali, affetti da arteriopatie o da coronaropatie, dopo la prima valutazione clinica, nell'ambito dell'inquadramento metabolico, emocoagulativo, clinico e strumentale dell'arteriopatico, ed inoltre nei pazienti sottoposti a terapia radiante del collo, nei pazienti con patologia oculare di natura vascolare e nei pazienti che presentano una placca carotidea da seguire con terapia farmacologica, al fine di valutarne la progressione.

1. L'eco-Doppler transesofageo, complementare, proposto dallo specialista, è indicato per lo studio dell'arco aortico e dell'aorta toracica e toraco-addominale e raramente per la valutazione dell'origine dei tronchi sovraortici, soprattutto per eventuali punti di partenza di microemboli in assenza di lesioni cardiache e/o degli assi carotidei.
2. L'imaging radiologico (integrativo, proposto dallo specialista) deve essere riservato allo studio di:
 - patologie multifocali dei tronchi sopraortici (in pazienti sintomatici)
 - per completamento diagnostico dei vasi intracranici dove sia ritenuto opportuno ai fini di una pianificazione terapeutica
 - Eco(color)Doppler di insufficiente valore diagnostico (per esempio per calcificazioni importanti) con sospetta lesione significativa sotto il profilo clinico o emodinamico
 - La TC può fornire anche utili informazioni sulla struttura e composizione della placca carotidea, con l'uso di mezzi di contrasto può fornire anche elementi per una valutazione grossolana del grado di stenosi carotidea, ma pur nella variante 3D non è equiparabile all'angiografia e all'eco-Doppler in precisione e raffinatezza per lo studio di superficie della placca.¹¹
 - L'angio-TC spirale è ottima per la valutazione dei vasi extracranici e può essere utilizzata per i vasi intracranici anche se necessita di elevate quantità di contrasto; può fornire importanti informazioni sulla parete vasale, specie per quanto riguarda la presenza di calcificazioni subintimali, informazioni utili ai fini della programmazione chirurgica, anche se spesso queste informazioni sono fornite dall'eco-Doppler.
 - L'angio-TC è apparsa attendibile nella diagnosi di occlusione e subocclusione della carotide extracranica nei confronti della DSA.²⁷
 - L'angio-RM è impiegata per lo studio panoramico dell'arco aortico e dell'emergenza dei TSA, per la valutazione della biforcazione carotidea e del circolo intracranico. Per il circolo extra-cranico sembrano preferibili le acquisizioni con l'impiego di mezzo di contrasto in bolo e.v. con tecniche di acquisizione ultraveloci (CE), che in poche decine di secondi consentono di valutare con buona attendibilità la biforcazione carotidea ed i principali tronchi epiaortici.¹¹
 - L'angio-RM, pur non potendo essere eseguita in tutti i pazienti, non comporta i rischi dell'angiografia ed inoltre da uno studio di economia sanitaria è risultata meno costosa.²⁸
1. L'angiografia (integrativa, proposta dallo specialista) deve essere riservata:
 - ai pazienti nei quali è già stato ipotizzato un trattamento chirurgico o endovascolare e l'equipe chirurgica non sia solita pianificare un intervento sulla sola scorta degli accertamenti non invasivi
 - nei pazienti in cui l'imaging radiologico non è possibile per la mancata dotazione di apparecchiature adeguate o per l'impossibilità di inviare il paziente dove esistono queste diagnostiche o, infine, per la presenza di corpi metallici che producano artefatti o che impediscano l'indagine
 - qualora la diagnostica non invasiva non sia stata di sufficiente chiarimento o non correlabile con la clinica
 - nel sospetto di vasculiti, dissezioni, malformazioni e anomalie del circolo cerebrale come completamento della valutazione diagnostica per immagini.
 - nei pazienti affetti da claustrofobia
1. Lo studio dei parametri ematologici ha evidenziato che il sistema emostatico gioca un ruolo nello sviluppo della placca carotidea, anche se non sembra responsabile dello sviluppo di sintomi;²⁹ le placche sintomatiche contengono una maggior concentrazione di complessi trombina-antitrombina.³⁰
 Il paziente con patologia carotidea deve essere studiato sotto il profilo metabolico ed emocoagulativo al fine di correggere i fattori di rischio e di una profilassi della progressione della patologia.

ECO-(COLOR)-DOPPLER DEI VASI EPIAORTICI

Strumentazione: Eco-Doppler o Eco-color-Doppler; trasduttore 5 -7.5 MHz -10 MHz
ovvero sonde per vasi superficiali

PROCEDURA

- 1 – Posizione supina con testa e spalle sul cuscino.
- 2 – Posizione della sonda in un piano trasversale sulla carotide comune (CC) partendo dalla parte bassa del collo.

Si esplora:

- a) Caudalmente per individuare l'arteria CC prossimale, l'anonima, succlavia e vertebrale.
Descrizione e documentazione della patologia se presente.
 - b) Si procede in senso craniale lungo la carotide comune fino alla biforcazione carotidea.
Descrizione e documentazione della patologia se presente.
 - c) Si procede distalmente alla biforcazione carotidea per valutare la carotide interna (CI) e la carotide esterna (CE).
Descrizione e documentazione della patologia se presente, (specificando comunque lo spessore intima-media, anche se non patologico).
Se si rileva patologia ed è chiaramente definita, viene stimata la percentuale di stenosi (diametro ed area).
- 3 – Posizione della sonda in un piano sagittale sulla lunghezza della carotide comune; si esplora:
 - a) Il collo partendo dalla clavicola, quindi procedendo in direzione craniale verso il bulbo carotideo.
Descrizione e documentazione delle eventuali alterazioni patologiche della parete e del diametro del lume e misurazione dello spessore medio intimale (SMI) o intima-media.thickness (IMT)
 - b) Si esplora la biforcazione carotidea, con descrizione e documentazione della CC e del bulbo.
 - c) Si seguono la CI (prossimale e distale) e la CE. Descrizione e documentazione.
 - d) Analisi spettrale Doppler (con Doppler pulsato) e color Doppler della carotide comune. Descrizione e documentazione.
 - e) Analisi spettrale Doppler e color Doppler della CI.
Si eseguono campionatura della CI prossimale, media e distale; si registra la velocità più alta per l'eventuale calcolo del peak e del ratio (peak to peak).
 - f) Analisi spettrale Doppler e color Doppler della CE. Descrizione e documentazione.
 - g) Analisi spettrale Doppler e color Doppler dell'arteria anonima (quando è rilevabile) e succlavia prossimale a dx. (succlavia prossimale a sn.). Descrizione e documentazione.
 - h) Analisi spettrale Doppler e color Doppler dell'origine dell'arteria vertebrale; si rilevano il flusso prossimale e distale dell'arteria, con valutazione della direzione del flusso.
Rilievo dell'arteria vertebrale tra i corpi vertebrali con proiezione antero-posteriore sagittale; valutazione della velocità e della direzione del flusso.
 - 4 – Si ripete la procedura sul lato opposto.
 - 5 – Per l'analisi spettrale Doppler, si effettua la correzione dell'angolo di incidenza del Doppler pulsato, mantenendolo fra 40° e 60° (meglio a 60° per un riferimento costante). L'angolo di CC e CI va mantenuto il più vicino possibile, nel caso in cui si voglia valutare il ratio. Il volume campione sarà il più piccolo possibile eccetto che in caso di sospetta occlusione.
 - 6 – In caso di stenosi, si campiona a livello prossimale, nella sede del minimo lume residuo e distalmente alla stenosi usando come riferimento uno dei criteri di classificazione della stenosi, riportati nella Tab. 1, o meglio i risultati derivanti dalla valutazione del laboratorio che esegue l'indagine, secondo i criteri riportati nei paragrafi seguenti.
 - 7 – Qualora il reperto morfologico consenta una corretta valutazione della stenosi, sia in diametro che in area, il reperto velocimetrico è complementare per la definizione del grado di stenosi in caso di biforcazioni carotidiche estremamente alte e/o di patologia estesa al tratto distale della carotide, la valutazione potrà essere completata con uno studio trans-orale.³¹
In caso di endoarteriectomia, si campiona prossimalmente e distalmente la zona trattata chirurgicamente ed anche il tratto operato.

CONTROLLI POST-OPERATORI

Il controllo morfologico intra-operatorio al termine dell'intervento di Endarterectomia o di innesto carotideo è stato consigliato molti anni or sono da Blaisdell;³² alcuni anni dopo Courbier³³ con uno studio prospettico evidenziò la riduzione delle complicanze postoperatorie. Studi prospettici hanno dimostrato l'attendibilità degli ultrasuoni nei confronti dell'angiografia;³⁴ l'eco-Doppler ha facilitato il controllo intraoperatorio,³⁵ consentendo di evidenziare difetti tecnici che necessitano un reintervento immediato³⁶ e fornendo una valutazione di base per il controllo nel follow-up.

Il timing dei controlli post-operatori è controverso e soprattutto la sua durata. Generalmente la maggiore incidenza di ristenosi carotidee si verifica entro il primo anno e questo ha portato a suggerire un controllo più frequente entro i primi 18 mesi, una valutazione al solo anno di follow-up è possibile solo se la tecnica operatoria è ineccepibile (con un completo trattamento di tutti i difetti valutati all'angiografia intraoperatoria e se al controllo post-operatorio non sono presenti difetti residui.³⁷ Controlli periodici nel follow-up a distanza sono utili per evidenziare la comparsa di ristenosi tardive, per monitorare la carotide e gli altri vasi cerebroafferenti e per verificare i risultati del centro ai fini di accreditamento e certificazione. Il timing dei controlli è riportato nella tabella 4.

I parametri da valutare sono:

- Pervietà della carotide interna
- Pervietà della carotide esterna
- Presenza e grado di ristenosi nel tratto disostruito
- Presenza e grado di stenosi a monte o a valle della zona di TEA
- Presenza di trombo parietale e descrizione della sede
- Presenza di gradino nella carotide comune al termine della zona di TEA
- Valutazione di lembi mobili o di dissezioni parietali
- Caratteristiche delle stenosi: velocità di flusso, dell'ecogenicità, estensione, diametro minimo della carotide, studio e documentazione fotografica con power-Doppler per escludere false ristenosi.

CONTROLLO DOPO STENTING CAROTIDEO

Generalmente a livello carotideo vengono impiantati stent non ricoperti per il trattamento di stenosi, ma in alcuni casi vengono impiantati anche stent ricoperti per il trattamento di aneurismi o di pseudoaneurismi. Il primo controllo eco-Doppler dopo l'applicazione di stent carotideo viene effettuato alla dimissione e poi ad 1 mese, poi prosegue con lo stesso timing della TEA carotidea, e cioè a 4-8-12-18 mesi, ecc. il controllo alla dimissione serve per valutare eventuali recoiling rispetto al controllo angiografico post-procedurale, la presenza ed il grado di una eventuale stenosi residua, difetti di apertura dello stent.

Non essendo stato asportato l'ateroma, la valutazione del grado di stenosi non potrà essere effettuato secondo i criteri ECST, che prevedono la misurazione del rapporto fra lume residuo e diametro del vaso, ma piuttosto con i criteri NASCET; in ogni modo la metodica utilizzata dovrà essere segnalata.

I parametri da valutare sono diversi da quelli che si valutano dopo intervento chirurgico e sono:

- Pervietà della carotide interna
- Pervietà della carotide esterna
- Presenza di stenosi nel tratto stentato
- Presenza di stenosi (nuovo ateroma, iperplasia, trombo) all'interno dello stent (in-stent restenosis)
- Presenza di stenosi a monte o a valle dello stent
- Presenza di trombo parietale
- Adesione dello stent alla parete del vaso
- Presenza di angolazioni (kinking) della carotide interna alla fine dello stent prodotte dalla diversa compliance fra stent e carotide
- Migrazione dello stent
- Integrità o rotture dello stent
- Eventuali complicanze relative ad un precedente intervento di endoarterectomia (distacco di patch, ecc.)
- Diametro – area residua lungo lo stent
- PSV – EDV

Lo stent riduce la compliance dell'arteria e pertanto i criteri velocimetrici normalmente utilizzati per la valutazione della stenosi possono non essere applicabili. Gli studi in letteratura in proposito sono scarsi; Lal BK et al.⁹ propongono i seguenti valori per identificare una carotide normale dopo stenting (stenosi < 20%):

- PSV < 150 cm/s,
- ICA/CCA ratio < 2.16

Logicamente dovranno essere definiti nuovi criteri velocimetrici per le varie classi di stenosi.

Nei controlli post-operatori e post-stenting, se le lesioni sono di scarsa importanza è sufficiente una descrizione minima, qualora invece siano rilevanti, la valutazione morfologica deve essere accurata.

Il referto, in caso di restenosi, deve pertanto riportare:

sede - entità - caratteristiche,

caratteristiche della sutura/patch

Incremento della lesione non trattata, sia per quanto riguarda la carotide controlaterale, sia per le lesioni della carotide comune o del primo tratto della succlavia

SCELTA DEI CRITERI VELOCITOMETRICI PER DEFINIRE LA STENOSI CAROTIDEA

AUTORE	AN NO	N.	ST.	PSV IC	EDV IC	PSV IC/CC	EDV IC/CC	PSV IC/DIC	SENS	SPEC	ACC	PPV	NPV
WINKELAAR	99	188	≥50			2			96	89	93	92	
			≥50			3.6			77	98	86	98	
ABURAHAMA	99	462	≥50	140					92	95	93	97	89
FAUGHT,MATTOS	94	229	50-69	130 +	≤100				92	97	97	93	99
STRANDNESS	90		50-79 E	125									
ZWIEBEL	92		≥60	130 +	40								
CARPENTER	95	210	≥60	170					98	87	92	88	98
			≥60		40				97	52	86	86	86
			≥60			2			97	73	76	78	96
			≥60				2.4		100	80	88	88	100
			≥60	170 +	40 +	2 +	2.4				100		
MONETA	95	352	≥60	260 +	70				84	94	90	92	
			≥60	290 +	80							95	
GRANT	99	132	≥60	200		3			≥90	≥90	MAX		
ABURAHAMA	99	462	≥60	150 +	65				82	97	90	96	86
FILLINGER (4 laboratori)	96	360	≥60	190- 240		2.6-3.3					≥90	≥90	
GRANT	99	201	≥70	175		2.5			≥90	≥90	MAX		
ABURAHAMA	99	462	≥70	150 +	90				85	95	92	91	92
ABURAHAMA	99	462	≥70	150 +	110							≥95	
CARPENTER	96	210	≥70	210					94	77	83	68	96
			≥70		70				92	60	77	73	86
			≥70			3			91	78	83	70	94
			≥70				3.3		100	65	79	65	100
MONETA	93	100	≥70			4			91	87	88	76	96
			≥70	325 +	125								
CHEN (criteri Letteratura)	98	185	≥70	175								71	
			≥70	230									81
			≥70	130 +	100								88
			≥70	270 +	110								90
			≥70	120 +	135								91.6
			≥70			4							86
FAUGHT,MATTOS	94	229	≥70	130 +	100				81	98	95	89	96
			≥70	210					89	94	93		
			≥70		100				77	85	80		
HOOD, MATTOS	96	457	≥70	130 +	100				87	97	95	89	96
ELGERSMA	98	60	≥70	210							0.96 ROC		
	98	61	≥70	270							0.95 ROC		
NEALE	94	120	≥70	270 +	110				96	91	93		
RANKE	99	40x 2	≥70					5	97	98			
ALEXANDROV	97	174	≥70	250					93	86		75	96
CURLEY (ACST)	98		≥70E	130					96	67			
			≥70E	250					37	96			
GOLLEDGE	99	100	≥70	295 +	90				73	85	80		
			≥70			5.5			73	88	82		
PATEL	95		≥70	230					94	83	86		
			≥70			4			79	86	84		
AUTORE	AN NO	N.	ST.	PSV IC	EDV IC	PSV IC/CC	EDV IC/CC	PSV IC/DIC	SENS	SPEC	ACC	PPV	NPV
GOLLEDGE	99	100	≥80E	375					62	95	82		
			≥80E		90				84	86	86		
			≥80E			5.5			74	90	84		
STRANDNESS	90		≥80E		140								
ZWIEBEL	92		≥80	250 +	100								
SUWANWELA	96	99	L.R. ≤1.5	440					58	100			
			≤1.5		155				63	100			
			≤1.5			10			30	100			
			≤1.5	440 +	155+	10			72	100			
			≤1.5	200 +	140 or	4.5			96	61			

Tab. 1.1: Legenda - ST= % stenosi secondo il metodo NASCET, se non altrimenti specificato: E (metodo ECST); L.R. (stenosi valutata come lume residuo) - PSV=Peak Systolic Velocity - EDV=End Diastolic Velocity CI=Carotide interna - CC=Carotide Comune - CID=Carotide interna distale.

Tutti i valori-soglia dei parametri Doppler sono da intendersi preceduti da \geq , se non altrimenti specificato. Il laboratorio potrebbe indicare come parametri di riferimento dei gradienti di stenosi, quelli derivanti dalla sua esperienza o uno dei dati riportati nella tabella. Si consiglia, comunque, di utilizzare le proposte che hanno i valori di PPV o di sensibilità maggiori

In tabella 1 sono riportati i valori soglia dei parametri velocitometrici proposti nell'ultimo decennio per classificare la stenosi carotidea e la loro accuratezza diagnostica al confronto con l'angiografia selettiva di carotide. I cut-off angiografici sono essenzialmente tre: per le stenosi sintomatiche è richiesto di discriminare le stenosi $\geq 50\%$ e $\geq 70\%$, per le asintomatiche le stenosi $\geq 60\%$. Questi cut-off sono stati validati clinicamente negli studi NASCET (stenosi sintomatiche)^{56,57} e ACAS (stenosi asintomatiche)⁵⁸ e rappresentano pertanto dei punti fermi, nonostante l'angiografia sia definibile un gold standard imperfetto.⁵⁹ In entrambi gli studi la stenosi è stata calcolata rapportando il lume residuo a livello della stenosi al lume della carotide interna distale, indenne da patologia. In pochi studi il confronto è stato effettuato con il metodo angiografico utilizzato nel trial ECST (stenosi sintomatiche)^{60,51}, secondo il quale il lume residuo viene rapportato al diametro presunto del vaso a livello della stenosi. Tale metodo, confrontato col precedente, fornisce un valore di stenosi mediamente maggiore, tanto che l'iniziale cut-off 70% (pur validato clinicamente) è stato successivamente elevato a circa 80%^{61,62}. Concordemente, i risultati finali del NASCET hanno dimostrato un beneficio, sia pure modesto, dell'endoarterectomia, anche per la classe di stenosi 50%-69%. La scelta di un cut-off angiografico più o meno restrittivo, sulla base del quale porre l'indicazione all'intervento, dipende essenzialmente dal rischio operatorio del singolo paziente.⁵⁷ E' comunque evidente che l'indagine Eco-Doppler ideale dovrebbe saper discriminare i due livelli di severità, qualunque sia il metodo angiografico di riferimento. L'estrema variabilità dei criteri Doppler proposti in letteratura per classificare la stenosi è indicativa di quanto la metodica sia operatore e macchina-dipendente^{40,48,63}. L'adeguatezza di un criterio molto dipende inoltre dalla prevalenza della patologia nella popolazione che viene screenata.⁶⁴ Tranne poche eccezioni^{40,42,43}, non sono stati valutati gruppi omogenei di pazienti (sintomatici o asintomatici), ma ha certamente un significato clinico diverso misconoscere una stenosi $\geq 70\%$ in un paziente che ha avuto sintomi recenti piuttosto che in un asintomatico. Viceversa, se il paziente è asintomatico, è prioritario risparmiargli una indagine invasiva e non completamente priva di rischi quale l'angiografia.^{11,40} Per tutte le ragioni appena esposte, è ormai ampiamente riconosciuta la necessità di una validazione locale dei criteri Doppler per classificare le stenosi carotidee, comprensiva di un programma di controlli della qualità nel tempo. La validazione locale presuppone la collaborazione tra laboratorio vascolare ultrasonoro e servizio di angiologia. E' stato dimostrato che l'angiografia non selettiva non consente misurazioni sufficientemente accurate.⁶⁵ Solo l'angiografia eseguita con cateterismo selettivo delle carotidi permette di calcolare il grado di stenosi secondo il metodo NASCET o ECST.

L'angioradiologo non deve conoscere i risultati dell'esame eco-Doppler, né i dati clinici del paziente; tra le due indagini deve intercorrere il minor tempo possibile. L'esame eco-Doppler deve essere registrato e l'operatore deve misurare tutti i parametri dell'analisi spettrale che si intendono validare. E' importante riportare anche i dati B-mode, particolarmente utili, nei casi in cui i dati velocitometrici potrebbero essere influenzati dalla presenza di stenosi severa o occlusione della carotide controlaterale, stenosi della carotide comune o dell'interna distale, aritmie, valvulopatia aortica, ecc. Va riportata la qualità dell'esame, che può essere ridotta dalla presenza di coni d'ombra o da anomalie anatomiche (collo corto, biforcazione alta, kinking, coiling, ecc.).

Validare i criteri velocitometrici significa individuare il valore-soglia di ogni singolo parametro, o i valori-soglia combinati di più parametri che meglio discriminano gli esami positivi dai negativi, sulla base dei cut-off angiografici prescelti. I valori-soglia ultrasonori ottimali possono essere diversi nel caso di un paziente con sintomi recenti rispetto a uno asintomatico. Nel primo caso è prioritario minimizzare i falsi negativi, quindi scegliere un criterio più sensibile, anche se meno specifico; nel secondo caso minimizzare i falsi positivi, anche se questo implica una minor sensibilità. Altro elemento di fondamentale importanza è l'iter diagnostico in cui l'esame eco-Doppler è inserito. In molte realtà si è scelto di operare il paziente sulla base delle sole metodiche noninvasive, e cioè l'eco-Doppler, eventualmente associato all'angio-RM o angio-TC, laddove disponibili, riservando l'angiografia tradizionale a casi selezionati.^{11,59} Questa scelta, che risparmia alla gran parte dei pazienti i rischi di una metodica invasiva, implica la necessità di un elevato valore predittivo nel caso dei pazienti asintomatici. Per quanto riguarda le stenosi sintomatiche, è importante che anche il valore predittivo negativo sia elevato. Le scelte possibili sono essenzialmente due: o scegliere un unico criterio dotato della massima accuratezza diagnostica o stabilire un range intermedio tra due diversi valori, in cui la valutazione pre-operatoria viene completata con l'angiografia tradizionale.¹⁵ Lo strumento statistico più utilizzato in letteratura per confrontare sensibilità e specificità di diversi valori-soglia è la curva di analisi denominata ROC (Receiver Operator Characteristic).

In tabella 2 sono riportati i criteri di Strandness⁵⁷ per la classificazione della stenosi carotidea, in considerazione

della loro ampia diffusione a livello internazionale.

Dopo la pubblicazione dei risultati del NASCET e dell'ACAS, nel laboratorio vascolare dell'università di Washington (Strandness), sono stati mutuati rispettivamente da Moneta e da Carpenter i criteri per discriminare stenosi $\geq 70\%$ e $\geq 60\%$ rispettivamente, nell'ambito della classe D (50-79%). Tali criteri sono già stati riportati nella tabella generale^{39,43}. D'altra parte le classi di stenosi definite in base alla PSV sono eccessivamente ampie ed inoltre le variazioni di PSV interosservatore (tecnologi) su una scala continua rendono problematica l'intercambiabilità dei tecnici (problema non ancora italiano) soprattutto per la valutazione della progressione della stenosi, rendendo necessario l'uso di test addizionali.⁶⁶

CLASSE	RIDUZIONE DIAMETRO	PEAK SISTOLICO	TELE DIASTOLE	CARATTERISTICHE DEL FLUSSO
A	0%	<4 KHz <125 cm/s	-	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/s	-	minimo "broadening" dello spettro durante la fase di decelerazione sistolica.
C	16-49%	<4 KHz <125 cm/s	-	Incremento del "broadening" spettrale durante la sistole fino al riempimento dell'intera "window" sistolica.
D	50-79%	>4 KHz >125 cm/s	-	Di solito presente marcato "broadening" spettrale.
D+	80-99%	-	>4.5 KHz >140 cm/s	Marcato "broadening" spettrale.
E	100%	N/A	N/A	Nessun segnale di flusso in un vaso visualizzato in maniera adeguata (soprattutto nel segmento distale) con flusso diastolico della carotide comune basso o invertito. Uno "thump" caratteristico può essere rilevato a livello dello "stump" (tratto pre-occlusione)

Tab. 1.2: 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 velocità telediastoliche vengono usate solo per classificare stenosi 80-99%. N/A = non disponibile

In tabella 3 sono riportati i valori di riferimento semplificati alla luce della attuale distinzione in stenosi non emodinamicamente significative (<70%) ed emodinamicamente significative (>70%). E' stato utilizzato come metodo di validazione il metodo NASCET.

Stenosi	PSV ICA	EDV ICA	PSV ICA/PSC CCA
>50%	> 125 cm/sec		> 1.5
>60%			> 3.2
>70%	> 130 cm/sec	> 100 cm/sec	> 3.3
>75%	> 225 cm/sec		
>80%		> 140 cm/sec	
>95%			
100%	0 cm/sec	0 cm/sec	

Tab. 1.3: PSV: velocità di picco sistolico; EDV: velocità di fine diastole; ICA: carotide interna; CCA: carotide comune

MODALITA' DI MISURAZIONE DELL'IMT.

La misurazione dell'IMT presenta alcuni problemi che verosimilmente comporteranno modificazioni della metodologia nel tempo.

- Il primo problema è relativo alle differenze di spessore medio-intimale fra le due carotidi comuni rilevata ormai da numerosi studi, che evidenziano un IMT maggiore a sinistra, se misurato sulla parete posteriore.⁶⁷ Nella valutazione della parete anteriore sembra maggiore lo spessore della carotide comune destra.⁶⁷ La variabilità della misurazione interosservatore ed intra-osservatore è minore nella valutazione della parete posteriore ed è maggiore a livello della carotide destra.⁶⁸ Per alcune ricerche ha maggiore predittività la valutazione dell'IMT della carotide interna, che però essendo più facilmente patologica, non viene generalmente presa in considerazione. Per gli studi "intervenzionali" alcuni autori ritengono sia più opportuno considerare le variazioni medie dell'IMT massimo.⁶⁹

Per questo motivo viene suggerito:

- di misurare l'IMT sulla parete posteriore della carotide comune ad 1 cm dalla biforcazione, in un segmento di carotide di circa 1 cm, prendendo la misura sulla parete posteriore in almeno 2-3 proiezioni e segnalando il valore medio o massimo;
- di utilizzare immagini zoommate e di utilizzare software dedicati;
- di fare misurazioni ripetute o di far eseguire la misurazione da operatori indipendenti;
- di segnalare la misura dell'IMT separatamente nelle due carotidi comuni;
- di segnalare sul referto se il valore riportato è il valore medio o massimo.

TIMING DEI CONTROLLI PROSPETTICI E POST-OPERATORI

La progressione delle stenosi è stata oggetto di numerosi studi, che hanno consentito di pianificare il timing dei controlli al fine di valutare lo sviluppo di una placca a rischio.

Le ristenosi sono la complicanza più frequente dopo TEA e dopo stenting, e sono prevalentemente concentrate nei primi 12-18 mesi (ristenosi da iperplasia mio-intimale legate a particolare iper-reattività del paziente, a errori tecnici, ad ateromi residui, ad estensione ed aumento della placca in carotide comune). Dopo qualche anno compaiono ristenosi legate alla ripresa della malattia aterosclerotica, soprattutto in pazienti che non hanno corretto i fattori di rischio; **l'incidenza di ristenosi fra 1 e 2 anni varia dal 9 al 33%**⁷⁰

In base alla letteratura e all'esperienza personale degli estensori delle linee guida si propone il seguente timing di controllo:

Grado di stenosi	Stenosi asintomatica	Stenosi sintomatica
< 50%	Controllo a 1 anno	Controllo ogni 6 mesi
50-70%	Controllo a 6 mesi poi ogni anno	Controllo ogni 3 mesi
> 70% oppure placche ecoprive o ulcerate	Trattamento chirurgico* Controllo a 3-6 mesi poi ogni anno	Chirurgia

Tab. 1.4

* i risultati dello studio ACAS indicano un beneficio della TEA in soggetti asintomatici con stenosi carotidea uguale o superiore al 60% (valutata con il metodo NASCET), in pazienti con stenosi carotidea asintomatica tra il 60% e il 99%, e solo alla condizione di un tasso di complicanze perioperatorie gravi (ictus invalidanti o morte) inferiore al 3%, ma con un NNT elevato, tale da non far porre indiscriminatamente indicazione al trattamento chirurgico. Gli studi che hanno evidenziato un maggior rischio nei pazienti con placche ecoprive o ulcerate sono numerosi, anche se prevalentemente prospettici e non randomizzati.

Controlli post-operatori: controlli dopo TEA: 4 - 8 - 12 - 18 mesi, poi a 2 - 4 - 6 - 8 anni. Se la carotide controlaterale è stenotica eseguire i controlli secondo la tabella per le stenosi note.

RACCOMANDAZIONI

L'esame di scelta per la diagnosi delle malattie cerebrovascolari e per lo screening è l'eco(color)-Doppler.

Raccomandazione 1-1
Grado A

L'ophthalmic Doppler test è complementare all'eco-Doppler. Nei casi in cui il reperto eco-Doppler della carotide interna sia incerto (per esempio per la presenza di forti calcificazioni della placca, biforcazione alta, collo tozzo, ecc.) un ophthalmic Doppler test negativo o positivo è indicativo, con alto grado di probabilità, di assenza e rispettivamente di presenza di stenosi emodinamica della carotide interna.

Raccomandazione 1-2
Grado C

Lo studio eco-Doppler dei tronchi sovraortici è indicato nei pazienti con TIA o ictus recente per un inquadramento etiopatogenetico. Deve essere eseguito precocemente dopo l'esordio della sintomatologia al fine di pianificare una corretta terapia (entro 2-3 ore per le rivascularizzazioni da trombosi (trombectomia e trombolisi) o pochi giorni per i casi di ictus senza trombosi completa.

Raccomandazione 1-3
Grado A

Lo studio eco-Doppler dei tronchi sovraortici è indicato come accertamento integrativo nei pazienti con soffio laterocervicale, con arteriopatia periferica, con aneurisma aortico, nei coronaropatici, nei soggetti con età superiore a 65 anni con fattori di rischio multipli e nei pazienti candidati ad un intervento di chirurgia vascolare maggiore e nei pazienti con patologia vascolare retinica. La valutazione dell'IMT è inoltre considerata importante in numerosi studi osservazionali o interventzionali sull'aterosclerosi e sul trattamento dei fattori di rischio

Raccomandazione 1-4
Grado C

Lo studio eco-Doppler è indicato nella valutazione della progressione della placca nei pazienti in cui è già stata diagnosticata una stenosi carotidea per la quale non è momentaneamente indicato un trattamento chirurgico o endovascolare, e nel follow-up dei pazienti trattati.

Raccomandazione 1-5
Grado C

L'eco-Doppler transesofageo (esame complementare proposto dallo specialista) è indicato per lo studio dell'arco aortico e dell'aorta toracica ascendente e discendente e raramente per la valutazione dell'origine dei tronchi sovraortici, soprattutto per eventuali punti di partenza di microemboli in assenza di lesioni cardiache e/o degli assi carotidei.

Raccomandazione 1-6
Grado C

L'imaging radiologico con angio-TC o angio-RM (complementare o integrativo proposto dallo specialista) deve essere riservato allo studio di:

- patologie multifocali dei tronchi sopraortici (in pazienti sintomatici)
- studio dell'arco aortico per sospetta patologia ateroembolica (ulcere penetranti, trombosi parietale)
- per completamento diagnostico dei vasi intracranici dove sia ritenuto opportuno ai fini di una pianificazione terapeutica
- ai pazienti nei quali è già stato ipotizzato un trattamento chirurgico o endovascolare e l'equipe chirurgica non sia solita pianificare un intervento sulla sola scorta degli accertamenti non invasivi
- Eco(color)Doppler di insufficiente valore diagnostico (per esempio per calcificazioni importanti) con sospetta lesione significativa dei vasi extracranici sotto il profilo clinico o emodinamico
- Eco-Doppler transcranico non eseguibile o non diagnostico o che identifica una patologia tandem dei vasi intracranici che si ritiene opportuno identificare e qualificare con maggior precisione

Raccomandazione 1-7
Grado C

L'angiografia (indagine integrativa, proposta dallo specialista) è ancora il "gold standard" di riferimento per la validazione di altre metodiche, ma in considerazione della sua maggiore pericolosità e della attuale attendibilità delle altre diagnostiche la *Consensus Conference* di Parigi del 1994 ha stabilito l'utilità del ricorso all'indagine angiografica solo nel caso di discrepanza fra i dati ultrasonografici e quelli ottenuti con angio-RM. e pertanto anche in base alla SPREAD dovrebbe essere riservata:

- ai pazienti nei quali è già stato ipotizzato un trattamento chirurgico o endovascolare e l'equipe chirurgica non sia solita pianificare un intervento sulla sola scorta degli accertamenti non invasivi
- nei pazienti in cui l'imaging radiologico non è possibile per la mancata dotazione di apparecchiature adeguate o per l'impossibilità di inviare il paziente dove esistono queste diagnostiche o, infine, per la presenza di corpi metallici che producano artefatti o che impediscano l'indagine qualora la diagnostica non invasiva non sia stata di sufficiente chiarimento o non correlabile con la clinica
- nel sospetto di vasculiti, dissezioni, malformazioni e anomalie del circolo cerebrale come completamento della valutazione diagnostica per immagini.
- nei pazienti affetti da claustrofobia

Raccomandazione 1-8
Grado C

PROPOSTA DI REFERTAZIONE DI ESAME ECODOPPLER DEI TRONCHI EPIAORTICI

Cognome, Nome età data/...../...../

L'esame viene eseguito con

- Apparecchio
- Tipo sonda

Carotide destra:

- descrizione morfologica della parete (caratteristiche - spessore)

caratteristiche della placca

- ecogenicità (omogenea, disomogenea, iperecogena, ipoecogena)
- superficie (liscia, irregolare, ulcerata > 2 mm) Ø ulcera
- localizzazione (carotide comune, carotide Interna al bulbo - estensione oltre il bulbo)
- Diametro del lume della carotide comune Ø bulbo Ø CI distale Stenosi ...% in sezione longitudinale
- percentuale di stenosi ____% (in sezione trasversa)
- area residua % Ø minimo lume residuomm
- PSV sulla stenosi cm/sec - (valori dell'angolo °)
- EDV sulla stenosi cm/sec -
- Carotide interna valutabile per cm - inversione anatomica carotide interna/esterna si no

Carotide sinistra:

- descrizione morfologica della parete (caratteristiche - spessore)

caratteristiche della placca

- ecogenicità (omogenea, disomogenea, iperecogena, ipoecogena)
- superficie (liscia, irregolare, ulcerata > 2 mm) Ø ulcera
- localizzazione (carotide comune, carotide Interna al bulbo - estensione oltre il bulbo)
- Diametro del lume della carotide comune Ø bulbo Ø CI distale Stenosi ...% in sezione longitudinale
- percentuale di stenosi ____% (in sezione trasversa)
- area residua % Ø minimo lume residuomm
- PSV sulla stenosi cm/sec - (valori dell'angolo °)
- EDV sulla stenosi cm/sec -
- Carotide interna valutabile per cm - inversione anatomica carotide interna/esterna si no

Vertebrale Dx: presente-assente-dominante; stenosi ostiale ...% diametro, direzione flusso

Vertebrale Sn: presente-assente-dominante; stenosi ostiale ...% diametro, direzione flusso

Succlavia Dx: descrizione.....

stenosi ...% diametro, localizzazione pre- vertebrale, post-vertebrale

Succlavia Sn: descrizione.....

stenosi ...% diametro, localizzazione pre- vertebrale, post-vertebrale

Anonima: descrizione (parete - spessore)

- Difficoltà interpretative se presenti
- Eventuale valutazione power-Doppler
- Eventuale valutazione con Ecocontrasto
- Conclusioni diagnostiche:
-
-

BIBLIOGRAFIA

- 1 Nuzzaci G., Righi D., Borgioli F., Nuzzaci I., Giannico G., Pratesi C., Pulli R., Chiti E., Gori F. Duplex scanning exploration of the ophthalmic artery for the detection of the hemodynamically significant ICA stenosis. *Stroke*, 1999; 30: 821-826
- 2 Kono Y, Pinnell SP, Sirlin CB, Sparks SR, Georgy B, Wong W, Mattrey RF. Carotid arteries: contrast-enhanced US angiography—preliminary clinical experience. *Radiology*. 2004 Feb;230(2):561-8.
- 3 Kern R, Szabo K, Hennerici M, Meairs S. Characterization of carotid artery plaques using real-time compound B-mode ultrasound. *Stroke*. 2004 Apr;35(4):870-5.
- 4 Biasi GM, Sampaolo A, Mingazzini PM, et al. Computer Analysis of Ultrasonic plaque echolucency in identifying high risk carotid bifurcation lesions. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1999; 17: 179-186
- 5 Biasi GM, Ferrari SA, Nicolaidis AN, Mingazzini PM, Reid D. The ICAROS registry of carotid artery stenting. *Imaging in Carotid Angioplasties and Risk of Stroke. J Endovasc Ther* 2001 Feb;8(1):46-52
- 6 Biasi GM, Froio A, Deleo G, Piazzoni C, Camesasca V. What have we learned from the Imaging in Carotid Angioplasty and Risk of Stroke (ICAROS) study? *Vascular*. 2004 Jan;12(1):62-8.
- 7 Biasi GM, Froio A, Diethrich EB, Deleo G, Galimberti S, Mingazzini P, Nicolaidis AN, Griffin M, Raithel D, Reid DB, Valsecchi MG. Carotid plaque echolucency increases the risk of stroke in carotid stenting: the Imaging in Carotid Angioplasty and Risk of Stroke (ICAROS) study. *Circulation*. 2004 Aug 10;110(6):756-62. Epub 2004 Jul 26.
- 8 Grant EG, Benson CB, Moneta GL, Alexandrov AV, Baker JD, Bluth EI, Carroll BA, Eliasziw M, Gocke J, Hertzberg BS, Katarick S, Needleman L, Pellerito J, Polak JF, Rholl KS, Wooster DL, Zierler E; Society of Radiologists in Ultrasound. Carotid artery stenosis: grayscale and Doppler ultrasound diagnosis—Society of Radiologists in Ultrasound consensus conference. *Ultrasound Q*. 2003 Dec;19(4):190-8.
- 9 Yurdakul M, Tola M, Cumhur T.B. Flow imaging of internal carotid artery stenosis: Comparison with power Doppler imaging and digital subtraction angiography. *J Clin Ultrasound*. 2004 Jun;32(5):243-8.
- 10 Landry A, Spence JD, Fenster A. Measurement of carotid plaque volume by 3-dimensional ultrasound. *Stroke*. 2004 Apr;35(4):864-9.
- 11 SPREAD Stroke Prevention And Educational Awareness Diffusion - Stesura del 23/2/99. Ed. Health Alliance srl, Milano, aprile 1999. Versione 2003 su www.spread.it
- 12 Mukherji S, Kurli M, Sandramouli S. Indications and outcome of carotid Doppler ultrasound: an ophthalmic perspective. *Eur J Ophthalmol*. 2004 May-Jun;14(3):240-4
- 13 Cheng SW, Ting AC, Ho P, Wu LL. Accelerated progression of carotid stenosis in patients with previous external neck irradiation. *J Vasc Surg*. 2004 Feb;39(2):409-15.
- 14 Steele SR, Martin MJ, Mullenix PS, Crawford JV, Cuadrado DS, Andersen CA. Focused high-risk population screening for carotid arterial stenosis after radiation therapy for head and neck cancer. *Am J Surg*. 2004 May;187(5):594-8
- 15 Marek J, Mills JL, Harvich J, Cui H, Fujitani RM. Utility of routine carotid duplex screening in patients who have claudication. *J Vasc Surg* 1996; 24: 572-9
- 16 Valentine RJ, Hagino RT, Boyd PI, Kakish HB, Clagett GP. Utility of carotid duplex in young adults with lower extremity atherosclerosis: how aggressive should be in screening young patients? *Cardiovascular Surgery* 1997;5:408-13
- 17 Pedrini L, Spartera C, Ponzio F, Arosio E, Andreozzi GM, Signorelli S, Scodotto G, Stella A, Todini AR, e con la collaborazione di Rosato E, Urbano O e del Consiglio Direttivo della SIAPAV. Definizione dei percorsi diagnostici-terapeutici nelle arteriopatie ostruttive croniche periferiche. *Linee Guida società Italiana di Angiologia e Patologia Vascolare (SIAPAV)*. *Minerva Cardioangiol* 2000;48(9):277-302
- 18 Kobayashi K, Akishita M, Yu W, Hashimoto M, Ohni M, Toba K. Interrelationship between non-invasive measurements of atherosclerosis: flow-mediated dilation of brachial artery, carotid intima-media thickness and pulse wave velocity. *Atherosclerosis*. 2004 Mar;173(1):13-8.
- 19 Kocaman O, Oflaz H, Yekeler E, Dursun M, Erdogan D, Demirel S, Alisir S, Turgut F, Mercanoglu F, Eceder T. Endothelial dysfunction and increased carotid intima-media thickness in patients with autosomal dominant polycystic kidney disease. *Am J Kidney Dis*. 2004 May;43(5):854-60.
- 20 Hidvegi T, Szatmari F, Hetyesi K, Biro L, Jermendy G. Intima-media thickness of the carotid arteries in subjects with hyperinsulinaemia (insulin resistance). *Diabetes Nutr Metab*. 2003 Jun;16(3):139-44.
- 21 Leinonen ES, Hiukka A, Hurt-Camejo E, Wiklund O, Sarna SS, Mattson Hulten L, Westerbacka J, Salonen RM, Salonen JT, Taskinen MR. Low-grade inflammation, endothelial activation and carotid intima-media thickness in type 2 diabetes. *J Intern Med* 2004;256:119-27

- 22 Reed D, Dwyer KM, Dwyer JH. Abdominal obesity and carotid artery wall thickness. The Los Angeles Atherosclerosis Study. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2003 Dec;27(12):1546-51.
- 23 Wiegman A, de Groot E, Hutten BA, Rodenburg J, Gort J, Bakker HD, Sijbrands EJ, Kastelein JJ. Arterial intima-media thickness in children heterozygous for familial hypercholesterolaemia. *Lancet.* 2004 Jan 31;363(9406):369-70.
- 24 Litwin M, Trelewicz J, Wawer Z, Antoniewicz J, Wierzbicka A, Rajszyz P, Grenda R. Intima-media thickness and arterial elasticity in hypertensive children: controlled study. *Pediatr Nephrol* 2004;19:764-74
- 25 Bertges DJ, Muluk V, Whittle J, Kelley M, MacPherson DS, Muluk SC. Relevance of carotid stenosis progression as a predictor of ischemic neurological outcomes. *Arch Intern Med.* 2003 Oct 27;163(19):2285-9.
- 26 Carra G, Visona A, Bonanome A, Lusiani L, Pesavento R, Bortolon M, Pagnan A. Carotid plaque morphology and cerebrovascular events. *Int Angiol.* 2003 Sep;22(3):284-9.
- 27 Chen CJ, Lee TH, Hsu HL, Tseng YC, Lin SK, Wang LJ, Wong YC. Multi-Slice CT angiography in diagnosing total versus near occlusions of the internal carotid artery: comparison with catheter angiography. *Stroke.* 2004 Jan;35(1):83-5.
- 28 U-King-Im JM, Hollingworth W, Trivedi RA, Cross JJ, Higgins NJ, Graves MJ, Kirkpatrick PJ, Antoun NM, Gillard JH. Contrast-enhanced MR angiography vs intra-arterial digital subtraction angiography for carotid imaging: activity-based cost analysis. *Eur Radiol.* 2004 Apr;14(4):730-5.
- 29 Liapis C, Kakisis J, Papavassiliou V, Tsoukala C, Makris T, Kaperonis E, Psifis A, Karafoulidou A, Kostakis A. Hemostatic function and carotid artery disease. *Int Angiol* 2004;23:14-7
- 30 Migdalski A, Jawien A, Kotschy M, Knapik-Bieniek A. Selected haemostatic factors in carotid bifurcation plaques of patients undergoing carotid endarterectomy. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2004 Feb;27(2):172-9.
- 31 Kishikawa K, Kamouchi M, Okada Y, Inoue T, Ibayashi S, Iida M. Transoral carotid ultrasonography as a diagnostic aid in patients with severe carotid stenosis. *Cerebrovasc Dis.* 2004;17(2-3):106-10.
- 32 Blaisdell FW, Lim R, Hall A. Technical result of carotid endarterectomy. Arteriographic assessment. *Am J Surg* 1967; 114: 239-246
- 33 Courbier R, Jausseran JM, Reggi M et al. Routine intraoperative carotid angiography: its impact on operative morbidity and restenosis. *J Vasc Surg* 1986; 3: 343-350
- 34 Valenti D, Gaggiano A, Berardi G, Ferri M, Mazzei R, Roda G, Palombo D. Intra-operative assessment of technical defects after carotid endarterectomy: a comparison between angiography and colour duplex scan. *Cardiovasc Surg.* 2003 Feb;11(1):26-9
- 35 Panneton JM, Berger MW, Lewis BD, Hallett JW Jr, Bower TC, Gloviczki P, Cherry KJ Jr. Intraoperative duplex ultrasound during carotid endarterectomy. *Vasc Surg.* 2001 Jan-Feb;35(1):1-9
- 36 Ascher E, Markevich N, Kallakuri S, Schutzer RW, Hingorani AP. Intraoperative carotid artery duplex scanning in a modern series of 650 consecutive primary endarterectomy procedures. *J Vasc Surg.* 2004 Feb;39(2):416-20.
- 37 Ricco JB, Camiade C, Roumy J, Neau JP. Modalities of surveillance after carotid endarterectomy: impact of surgical technique. *Ann Vasc Surg.* 2003 Jul;17(4):386-92.
- 38 Lal BK, Hobson RW 2nd, Goldstein J, Chakhtoura EY, Duran WN. Carotid artery stenting: is there a need to revise ultrasound velocity criteria? *J Vasc Surg.* 2004 Jan;39(1):58-66.
- 39 Fought WE, Mattos MA, van Bemmelen PS, Hodgson KJ, Barkmeier LD, Ramsey DE, Sumner DS. Color-flow duplex scanning of carotid arteries: new velocity criteria based on receiver operator characteristic analysis for threshold stenoses used in the symptomatic and asymptomatic carotid trials. *J Vasc Surg* 1994;19(5):818-28.
- 40 Winkelaar GB, Chen JC, Salvian AJ, Taylor DC, Teal PA, Hsiang YN. New duplex ultrasound scan criteria for managing symptomatic 50% or greater carotid stenosis. *J Vasc Surg* 1999;29(6):986-94.
- 41 AbuRahma AF, Robinson PA, Strickler DL, Alberts S, Young L. Proposed new duplex classification for threshold stenoses used in various symptomatic and asymptomatic carotid endarterectomy trials. *Ann Vasc Surg* 1998;12(4):349-58.
- 42 Zwiebel WJ. In: Introduction to vascular ultrasonography. Ed Saunders WB Company, Harcourt Brace Jovanovich Inc., Philadelphia, 1992:123-32.
- 43 Carpenter JP, Lexa FJ, Davis JT. Determination of sixty percent or greater carotid artery stenosis by duplex Doppler ultrasonography. *J Vasc Surg* 1995;22(6):697-705.
- 44 Moneta GL, Edwards JM, Papanicolaou G, Hatsukami T, Taylor LM Jr, Standness DE Jr, Porter JM. Screening for asymptomatic internal carotid artery stenosis: duplex criteria for discriminating 60% to 99% stenosis. *J Vasc Surg* 1995;21(6):989-94.
- 45 Fillingmer MF, Baker RJ Jr, Zwolak RM, Musson A, Lenz JE, Mott J, Bech FR, Walsh DB, Cronenwett JL. Carotid duplex criteria for a 60% or greater angiographic stenosis: variation according to equipment. *J Vasc Surg* 1996;24(5):856-64
- 46 Grant EG, Duerinckx AJ, El Saden S, Melany ML, Hathout G, Zimmerman P, Cohen SN, Singh R, Baker JD. Doppler sonographic parameters for detection of carotid stenosis: is there an optimum method for their selection? *AJR Am J Roentgenol* 1999;172(4):1123-9.

- 47 Moneta GL, Edwards JM, Chitwood RW, Taylor LM Jr, Lee RW, Cumming CA, Porter JM. Correlation of North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) angiographic definition fo 70% to 99% internal carotid artery stenosis with duplex scanning. *J Vasc Surg* 1993;17(1):152-159.
- 48 Neale ML, Chambers JL, Kelly AT, Connard S, Lawton MA, Roche J, Appleberg M. Reappraisal of duplex criteria to assess significant carotid stenosis with special reference to reports from the North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial and the European Carotid Surgery Trial. *J Vasc Surg* 1994;20(4):642-9.
- 49 Patel MR, Kuntz KM, Kufilas RA, Ducksoo K, Kraamer J, Polak JF. Preoperative assessment of the carotid bifurcation. *Stroke* 1995;26:1753-8
- 50 Carpenter JP, Lexa FJ, Davis JT. Determination of duplex Doppler ultrasound criteria appropriate to th North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial. *Stroke* 1996;27(4):695-9.
- 51 Hood Db, Matos MA, Mansour A, Ramsey DE, Hodgson KJ, Barkmeier LD, Sumner DS. Prospective evaluation of new duplex criiteria to identify 70% internal carotid artery stenosis. *J Vasc Surg* 1996; 23(2):254-62.
- 52 Alexandrov AV, Vital D, Brodie DS, Hamilton P, Grotta JC. Grading carotid stenosis with ultrasound. An interlaboratory comparison. *Stroke* 1997;28(6):1208-10.
- 53 Chen JC, Salvian AJ, Taylor DC, Teal PA, Marotta TR, Hsiang YN. Predictive ability of duplex ultrasonography for internal carotid artery stenosis of 70%-99%: a comparative study. *Ann Vasc Surg* 1998;12(3):244-7.
- 54 Elgersma OE, van Leersum M, Buijs PC, van Leewen MS, van de Schouw YT, Eikelboom BC, van der Graaf Y. Changes over time in optimal duplex threshold for the identification of patients eligible for carotid endarterectomy. *Stroke* 1998;29(11):2352-6.
- 55 Ranke C, Creutzig A, Becker H, Trappe HJ. Standardization of carotid ultrasound: a hemodynamic method to normalize for interindividual an interequipment variability. *Stroke* 1999;30(2):402-6.
- 56 Golledge J, Ellis M, Sabharwal T, Sikdar T, Davies AH, Greenhalgh RM. Selection of patients for carotid endarterectomy. *J Vasc Surg* 1999;30(1):122-30.
- 57 Strandness DE Jr. Extracranial arterial disease. In: Strandness DE Jr. *Duplex Scanning in Vascular Disorders*. New York, NY: Raven Press; 1993: 113-157
- 58 Curley PJ, Norrie L, Nicholson A, Galloway JM, Wilkinson AR. Accuracy of carotid duplex is laboratory specific and be determined by internal audit. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1998;15(6):511-4.
- 59 Suwanwela N, Can U, Furie KL, Southern JF, Macdonald NR, Ogilvy CS, Hansen CJ, Buonanno FS, Abbott WM, Koroshetz WJ, Kistler JP. Carotid Doppler ultrasound criteria for internal carotid artery stenosis based on residual lumen diameter calculated from en bloc carotid endarterectomy specimens. *Stroke* 1996;27(11):1965-9.
- 60 North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *N Engl J Med* 1991;325:445-453.
- 61 Barnett HJM, Taylor DW, Eliasziw M, Fox AJ, Ferguson GG, Haynes RB, Rankin RN, Clagett GP, Hachinski VC, Sackett DL, Thorpe KE, Meldrum MM and HE for the North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Benefit of carotid endarterectomy in patients with symptomatic moderate or severe stenosis. *N Engl J Med* 1998;339:1415-25.
- 62 Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study: Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis. *JAMA* 1995;273:1421-8.
- 63 De Fabritiis A, Conti E. La diagnosi strumentale: è sempre necessaria un'angiografia carotidea? *Cardiologia* 1999
- 64 European Carotid Surgery Trialist' Collaborative Group. MRC European Carotid Surgery Trial: interim results for symptomatic patients with severe (70-99%) or with mild (0-29%) carotid stenosis. *Lancet* 1991;337:1235-1243.
- 65 Nicolaidis AN, Shifrin EG, Bradbury A, Dhanjil S, Griffin M, Belcaro G, Williams M: Angiographic and Duplex Grading of Internal Carotid Stenosis: Can We Overcome the Confusion? *J Endovasc Surg* 1997; 3:158-165.
- 66 Corriveau MM, Johnston KW. Interobserver variability of carotid Doppler peak velocity measurements among technologists in an ICAVL-accredited vascular laboratory. *J Vasc Surg*. 2004 Apr;39(4):735-41.
- 67 Macioch IE, Katsamakidis CD, Robin J, Liebson PR, Meyer PM, Geohas C, Raichlen JS, Davidson MH, Feinstein SB. Effect of contrast enhancement on measurement of carotid artery intimal medial thickness. *Vasc Med* 2004;9:7-12
- 68 Kanters SD, Elgersma OE, Banga JD, van Leeuwen MS, Algra A. Reproducibility of measurements of intima-media thickness and distensibility in the common carotid artery. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1998;16:28-35
- 69 Bots ML, Evans GW, Riley WA, Grobbee DE. Carotid intima-media thickness measurements in intervention studies: design options, progression rates, and sample size considerations: a point of view. *Stroke*. 2003 Dec;34(12):2985-94.
- 70 Fiorani P, Sbarigia E, Giannoni MF, Panico MA, Pannone A. For how long should carotid endarterectomy surveillance be continued?. *Intern Ang* 1994;13:190-5.

2 - LINEE GUIDA PER L'INDAGINE DIAGNOSTICA DELLA CIRCOLAZIONE INTRACRANICA

INDAGINI UTILIZZABILI:

- ultrasonografia:
 - Doppler transcranico
 - Eco-color-Doppler transcranico
- Near Infrared spectroscopy (NIRS)
- Radioisotopi (PET, SPECT)
- Potenziali evocati somatosensoriali (PES)

- imaging radiografico non invasivo
 - angio - TC e/o TC spirale
 - angio - RM

- angiografia

diagnostiche obsolete:

EEG
Oftalmodinamografia
Reografia cerebrale

ITER DIAGNOSTICO

Il Doppler transcranico (DTC) e l'Eco-color-Doppler transcranico (ECDT) sono metodiche non invasive per lo studio della circolazione cerebrale intracranica, basata sugli ultrasuoni¹.

Il loro impiego va riservato a tutti i pazienti con insufficienza cerebrovascolare sintomatica o asintomatica per evidenziare:

- la presenza di lesioni endoluminali dei vasi intracranici monitorizzabili²;
- la riserva vasomotoria cerebrale³⁻⁵; la funzionalità residua della circolazione intracranica^{6,7}, soprattutto per quanto attiene l'integrità e l'efficienza del poligono di Willis⁸;
- le ripercussioni intracraniche di lesioni extracraniche⁹⁻¹² o di sindromi da emodiversione (furto della succlavia)¹³;
- il rischio di eventi microembolici in soggetti portatori di lesioni potenzialmente emboligene¹⁴⁻²⁵;
- il sospetto di coesistenti aneurismi^{26,27} e/o di malformazioni arterovenose intracraniche (MAV)²⁸⁻³⁰.

I dati desunti con questa metodica vanno attualmente ancora correlati con quelli di altre indagini di imaging radiografico non invasivo o con i quadri angiografici³¹⁻³³.

Nei pazienti sottoposti a chirurgia carotidea si usa il monitoraggio in continua uni o bilaterale dell'arteria cerebrale media (ACM) con il solo DTC, dal momento che l'uso dell'ECDT risulta assai più indaginoso e a rischio di contaminazione del campo operatorio^{34,35}. La sonda viene fissata alla finestra temporale mediante un sistema di "bloccaggio" costituito da una fascia elastica o da un caschetto di varia foggia, che mantengono la sonda stessa in una posizione stabile per tutta la durata della procedura chirurgica. Il monitoraggio consente di:

- valutare la tolleranza al clampaggio^{36,37};
- monitorare l'efficienza dello shunt, una volta che sia stato applicato³⁸;
- rilevare il passaggio di microemboli intra^{39,40} e/o nell'immediato decorso postoperatorio⁴¹;
- evidenziare la sindrome da rivascolarizzazione o da riperfusione, successiva alla rivascolarizzazione encefalica.⁴²⁻⁴⁴

Lo stesso monitoraggio può essere eseguito in corso di stenting carotideo: in questo caso sarà possibile:

- rilevare il passaggio di micro e/ o macroemboli emboli gassosi e/o corpuscolari per tutta la procedura ed al termine della stessa⁴⁵⁻⁴⁷;
- embolie massive di aria secondarie a rotture di palloni da dilatazione⁴⁸;

- valutare l'efficacia del sistema di protezione cerebrale⁴⁹;
- monitorare l'insorgenza e la durata di asistolia e conseguente ipotensione, possibili sequele dell'angioplastica⁴⁸
- evidenziare la sindrome da rivascolarizzazione o da riperfusion, successiva alla rivascolarizzazione encefalica^{50,51}.

Altri impieghi del DTC e dell'ECDT sono:

- monitoraggio del vasospasmo⁵²⁻⁵⁴, sia esso connesso alle emorragie subaracnoidee⁵⁵⁻⁵⁹, sia alle cefalee⁶⁰⁻⁶³;
- studio della circolazione venosa intracranica⁶⁴;
- accertamento della morte cerebrale precoce, in particolare nei soggetti destinati ai trapianti di organo⁶⁵⁻⁶⁸;
- studio degli effetti e modificazioni dell'ematocrito^{69,70};
- valutazione della efficacia dei farmaci⁷¹, in particolare di quelli vasoattivi⁷², di quelli per l'emicrania⁷³, per il trattamento dell'ipertensione endocranica⁷⁴, degli anticoagulanti^{75,76} e dei trombolitici⁷⁷;
- monitoraggio dei pazienti cardiocirurgici^{78,79}, sottoposti a cateterismi⁸⁰ o a circolazione extracorporea⁸¹⁻⁸³;
- monitoraggio intraoperatorio di pazienti sottoposti a chirurgia addominale maggiore, in cui siano previste modificazioni pressorie significative⁸⁴;
- studio della ipotensione ortostatica;
- valutazione della ventilazione in pazienti sotto respiratore artificiale;
- studio delle variazioni di flusso intracranico in donne in trattamento ormonale;
- valutazione delle conseguenze indotte dalla occlusione carotidea terapeutica graduale^{85,86};
- controllo dei bypass extra-intracranici.

L'imaging radiologico con angio-TC o angio-RM (complementare o integrativo proposto dallo specialista) deve essere utilizzato:

- per completamento diagnostico dei vasi intracranici dove sia ritenuto opportuno ai fini di una pianificazione terapeutica
- DTC o ECDT di insufficiente valore diagnostico con sospetta lesione significativa dei vasi extracranici sotto il profilo clinico o emodinamico

L'angiografia (indagine integrativa, proposta dallo specialista) deve essere riservata:

- ai pazienti nei quali è già stato ipotizzato un trattamento chirurgico o endovascolare e l'equipe chirurgica non sia solita pianificare un intervento sulla sola scorta degli accertamenti non invasivi
- per la presenza di corpi metallici che producano artefatti o che impediscano l'indagine angio-RM, se necessaria
- qualora la diagnostica non invasiva non sia stata di sufficiente chiarimento o non correlabile con la clinica.

La near infrared spectroscopy è una metodica che consente di determinare la saturazione cerebrale di ossigeno e trova attualmente impiego prevalentemente nella valutazione intraoperatoria durante interventi di dissezione carotidea o di neurochirurgia. Viene utilizzata anche per studi di fisiopatologia del circolo e per la valutazione della riserva emodinamica cerebrale, ma necessita ancora di adeguata validazione. Per quanto riguarda i valori registrati, risultano più importanti le modificazioni indotte dal clampaggio rispetto ai livelli di base, che non i valori assoluti registrati.

Gli esami radioisotopici valutano l'efficienza dell'irrorazione cerebrale solo indirettamente, quantizzando la perfusione del parenchima cerebrale e vanno riservati a studi funzionali ed ancora sperimentali o, nel caso dello studio con Xenon, a studi intraoperatori per la valutazione della tolleranza al clampaggio.

Anche i PES servono solo per una valutazione intraoperatoria come test di tolleranza al clampaggio.

La loro validità è stata confermata da numerosi studi in letteratura e vengono routinariamente utilizzati da numerosi gruppi in corso di chirurgia carotidea, allo scopo di individuare i casi che necessitano dell'introduzione dello shunt. Sono relativamente semplici da interpretare, anche da parte di medici non neurologi, subiscono scarsa interferenza da parte dei farmaci anestetici e presentano una alta sensibilità. Il loro uso è comunque da riservare pressoché esclusivamente al monitoraggio intraoperatorio.

DOPPLER TRANSCRANICO (DTC) ED ECOCOLORDOPPLER TRANSCRANICO (ECDT)

METODICA

Le finestre utilizzabili sono quattro⁸⁷.

La finestra temporale è situata al di sopra dell'arcata zigomatica, al davanti del trago. Può essere anche molto ampia (tanto che alcuni ricercatori ne distinguono una porzione anteriore, una media ed una posteriore) e consente, al variare dell'angolazione tra sonda ed osso, il monitoraggio di quasi tutti i vasi esplorabili della base: l'a. cerebrale media (ACM), nei tratti M1 ed M2; l'a. cerebrale anteriore (ACA), nel tratto A1; l'a. cerebrale posteriore (ACP), nei tratti P1 e P2; il sifone carotideo (SC), nel tratto C1. Sono altresì esplorabili, anche se solo indirettamente, le aa. comunicanti, anteriore e posteriori, e l'estremità distale del tronco basilare (TB).

La finestra occipitale, attraverso il forame occipitale, per il monitoraggio del tratto intracranico delle vertebrali (VB) ed il TB.⁸⁸

La finestra orbitale, meno utilizzata per le "ipotetiche" lesioni retiniche indotte dagli ultrasuoni (che in questa sede vanno quindi utilizzati alla potenza minima dell'apparecchio impiegato), consente il monitoraggio, attraverso i forami della cavità oculare, dell'a. oftalmica (AO) e dei tratti C2, C3 e C4 del sifone carotideo.

La finestra sotto-mandibolare, infine, è utilizzata, solo con il DTC, per le rilevazioni dei segnali provenienti dal segmento terminale (C5-C6) della a. carotide interna (CI) e del tratto C1 del SC. Questo approccio viene utilizzato nei casi in cui l'assenza delle altre "finestre" impedisca una più completa valutazione emodinamica del poligono di Willis.

Il "riconoscimento" delle singole arterie intracraniche si ottiene con il DTC sulla base dei seguenti parametri⁸⁹⁻⁹²:

- la finestra utilizzata per l'insonorizzazione del vaso
- la profondità del campionamento;
- la direzione del flusso, a quella profondità;
- la velocità media di flusso.

La visualizzazione dei vasi intracranici omo e controlaterali con l'ECTC facilita l'identificazione dei vasi, ne identifica grossolanamente il calibro e consente in alcuni casi la correzione dell'angolo teta di insonorizzazione.

Le rilevazioni delle velocità sono più alte del 10-30% con l'ECDT, rispetto al TDC (Tab I)³. E' possibile, altresì un campionamento preciso dei sonogrammi e dunque una rilevazione diretta di stenosi, ectasie o malformazioni.^{93,94}

	% stenosi rilevata all'angiografia			P		
	≤50%	<50%	0%	≥50% vs <50%	≥50% vs 0%	<50% vs 0%
ACA	189 ±34 (155-227)	128 ±15 (109-145)	81 ±18 (33-135)	<.05	<.0001	<.0001
MCA	301±49 (221-400)	176±24 (141-217)	100 ±20 (58-151)	<.0001	<.0001	<.0001
PCA	199 ±17 (176-228)	127±17 (112-154)	63 ±12 (36-100)	<.01	<.0001	<.0001
BA	194 ±46 (144-248)	119±17 (109-139)	64 ±16 (28-100)	<.05	<.01	<.001
VA	191 ±66 (123-256)	100±4 (94-104)	47 ±14 (20-89)	<.05	<.01	<.001

Tab 2.1: PSVs nelle arterie intracraniche con stenosi 50% , stenosi <50% e non stenotiche all'esame angiografico (Da Baumgartner RW et al)³.

I punti di repere anatomici in corso di ECDT sono le due strutture ecograficamente visibili all'interno della scatola cranica: il mesencefalo, al davanti del quale è possibile visualizzare con il colore tutto il poligono, quando si

effettua un monitoraggio attraverso la finestra temporale ed il forame occipitale, da cui “emergono” le due vertebrali, quando il monitoraggio viene effettuato posteriormente, attraverso lo stesso.

Strumentazione: DTC con trasduttore da 1 o 2 MHz⁹⁵, eventualmente collegato con un sistema di monitoraggio per le micro-embolie.⁹⁶⁻¹⁰⁶ ECDT con sonda convex da 2 MHz, ed apparecchiatura predisposta con software adeguato.

PROCEDURA

1 – Posizione del paziente supina, con testa e spalle sul cuscino.

2 – Posizioni della sonda: Per la finestra temporale in un piano perpendicolare alla squama del temporale, con la testa del paziente in posizione antero-posteriore. Per la finestra occipitale, a livello della nuca in posizione paramediana, invitando il paziente a flettere il capo sul collo e dal lato opposto a quello della registrazione. Per la finestra orbitale, perpendicolarmente sulla palpebra, invitando il paziente a tenere l’occhio chiuso, guardando dal lato opposto a dove si fa pressione con la sonda. Per la finestra sotto-mandibolare, subito al di sotto dell’angolo della mandibola, anteriormente al muscolo massetere ed inclinando la sonda verso la teca cranica.

Si esplorano successivamente e bilateralmente:

il SC, l’ACM, l’ACA e l’ACP attraverso la finestra temporale; l’oftalmica (se necessario), attraverso la finestra orbitaria; le VB ed il TB attraverso la finestra occipitale.

Le caratteristiche “normali”^{107,108} dei singoli vasi intracranici sono riportate nella tabella seguente:

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

Tab. 2.2: * la direzione del flusso viene considerata + se si avvicina alla sonda, e – se da essa si allontana.

Per chi effettua le manovre di compressione¹⁰⁹⁻¹¹¹ per valutare la presenza e l’efficacia delle comunicanti (anteriore e posteriori), la reattività e la riserva vasomotoria, il test preoperatorio del clampaggio carotideo ed il monitoraggio dei microemboli, si utilizza la finestra temporale e si insonorizza l’ACM.

Le manovre di compressione digitale vanno effettuate sulla a. carotide comune, alla base del collo, per il tempo strettamente necessario ad effettuare la prova (pochi cicli cardiaci) e, comunque, sempre dopo aver effettuato un esame eco-colorDoppler degli assi carotidei, che escluda la presenza di placche “a rischio” di microembolizzazione.

L’esame, soprattutto se scarsamente diagnostico può essere ripetuto dopo somministrazione endovenosa di eco-contrasto.¹¹²⁻¹¹⁷

Le manovre compressive servono per valutare:

- la riduzione del segnale nella ACM: se scende al di sotto del 75% dei valori basali o scompare e perde la sua fascietà va considerato come segnale di mancata tolleranza al clampaggio carotideo in corso di intervento chirurgico^{118,119};
- l’attivabilità, l’attivazione già presente o la mancanza di attivazione di un compenso attraverso i vasi comunicanti: in un soggetto “normale” le comunicanti non sono ancora attivate in condizioni basali ed incrementano o invertono il segnale durante la compressione.

Dopo l’esame di base e le compressioni, si procede alla valutazione della riserva vasomotoria ricorrendo a metodiche diverse: iperventilazione, per un minuto, apnea per 30 secondi, inalazione di CO₂ al 5-7%, somministra-

zione di acetazolamide o altri inibitori dell'anidasi carbonica per via endovenosa, test fisici o mentali, in grado di modificare la concentrazione di CO₂ nel sangue circolante e, dunque a livello emisferico cerebrale. Essendo la CO₂ il principale sistema dell'autoregolazione cerebrale, un suo incremento vasodilata ed una sua riduzione vasoconstringe le arterie intracraniche, le sue variazioni fanno incrementare o ridurre i segnali registrati nella ACM. Si considera conservata una reattività vasomotoria che in corso di stimolazione fa variare del 30% i valori basali rilevati in condizioni di base.

Per valutare la possibile eziopatogenesi embolica (cardiaca¹²⁰, a partenza dall'arco aortico o da una placca carotidea) dell'insufficienza cerebrovascolare si deve effettuare un monitoraggio bilaterale e per almeno 30 minuti, meglio se per un'ora, delle ACM, con un DTC collegato ad un sistema di rilevazione e conta degli eventi microembolici. I microemboli possono essere di natura gassosa [segnali sovrapposti e di grande ampiezza (>60dB)] o corpuscolata [segnali isolati e di ampiezza inferiore ai 60dB]. La loro elevata frequenza e la bilateralità depongono per una genesi cardiaca (portatori di valvole artificiali, in particolare), un numero contenuto e da un solo lato per un'origine da una placca carotidea.

Durante le procedure chirurgiche o di stenting carotideo o nell'immediato decorso postoperatorio, il monitoraggio con DTC consente di valutare^{121,122}:

- l'efficienza del circolo intracranico residuo;
- l'efficacia dello shunt e della protezione cerebrale eventualmente utilizzati;
- l'insorgenza di eventi microembolici nelle varie fasi della procedura^{123,124};
- le modificazioni indotte dal trattamento nel circolo intracranico.

indicazione	Sensibilità %	Specificità %	Esame di riferimento	Gradi di raccomandazione
<i>Anemia falciforme (screening)</i>	86	91	Angiografia convenz.	Grado A/I
<i>Shunt cardiaco dx/sn</i>	70-100	>95	TEE	Grado A/II
<i>Stenosi intracraniche</i>			Angiografia convenz.	
circolo anteriore	70-90	90-95		Grado B/II – III
circolo posteriore	50-80	80-96		Grado B/III
<i>Occlusione</i>			Angiografia convenz.	
ACM 85-95	90-98			Grado B/III
CI, AV, TB	55-81	96		Grado B/III
<i>Reattività vasomotoria</i>			Clinica	Grado B/II – III
per lesioni >70%/occl.				
<i>TEA carotidea</i>			RM/EEG/Clinica	Grado B/II
<i>Microembolie</i>			RM/Test neurol.	Grado B/II – IV
<i>Trombolisi</i>			Angiografia convenz.	Grado B/II - III
occlusione totale	50	100		
occlusione parziale	100	76		
ricanalizzazione	91	93		
<i>Vasospasmo spontaneo</i>			Angiografia convenz.	Grado A/I - II
ACM	39-94	70-100		
<i>Vasospasmo traumatico</i>				Grado B/III
<i>Morte cerebrale</i>	91-100	97-100	Angio/EEG	Grado A/II

Tab. 2.3: Accuratezza del DTC

indicazione	Sensibilità %	Specificità %	Esame di riferimento	Gradi di raccomandazione
<i>Stenosi/occlusioni intracraniche</i>	100	100	Angiografia convenz.	Grado B/II - IV
<i>Comunicanti attivabili</i>			Angiografia convenz.	Grado B/II – IV
ACoA	100	100		
ACoP	85	98		
<i>Vasospasmo</i>			Angiografia convenz.	Grado B/II - IV
ACM	100	93		

Tab. 2.4: Accuratezza dell'EDTC, con e/o senza ecocontrasto

RACCOMANDAZIONI

Il DTC e ECDT sono metodiche non invasive per lo studio della circolazione cerebrale intracranica, basata sugli ultrasuoni.

L'accuratezza diagnostica, su cui possono basarsi le raccomandazioni è riportata nelle tabelle 3 (per il DTC) e 4 (per l'ECDT).

Il loro impiego va riservato a tutti quei pazienti con insufficienza cerebrovascolare sintomatica o asintomatica, in cui risulti necessario conoscere:

- la presenza di lesioni endoluminali dei vasi intracranici monitorizzabili;

Raccomandazione 2 – 1
Grado B

- la riserva vasomotoria cerebrale; la funzionalità residua della circolazione intracranica, soprattutto per quanto attiene l'integrità e l'efficienza del poligono di Willis;

Raccomandazione 2 – 2
Grado B

- le ripercussioni intracraniche di lesioni extracraniche o di sindromi da emodiversione (furto della succlavia);

Raccomandazione 2 – 3
Grado C

- il rischio di eventi microembolici in soggetti portatori di lesioni potenzialmente emboligene;

Raccomandazione 2 – 4
Grado B

- il sospetto di coesistenti aneurismi e/o di malformazioni arterovenose intracraniche (MAV).

Raccomandazione 2 – 5
Grado C

Nei pazienti sottoposti a chirurgia carotidea tradizionale o a stenting carotideo il DTC viene impiegato per:

- valutare la tolleranza al clampaggio;

Raccomandazione 2 – 6
Grado B

- monitorare l'efficienza dello shunt (chirurgia) o la protezione cerebrale (stenting), una volta che siano stati applicati;

Raccomandazione 2 – 7
Grado C

- la rilevazione di micro e/o macro-emboli intra e/o postoperatori;

Raccomandazione 2 – 8
Grado A

- il monitoraggio della sindrome da rivascolarizzazione o da riperfusione.

Raccomandazione 2 – 9
Grado C

- I dati desunti con questa metodica in fase diagnostica vanno attualmente ancora correlati con quelli di altre indagini di imaging radiografico non invasivo o con i quadri angiografici

Raccomandazione 2 – 10
Grado B

L'imaging radiologico con angio-TC o angio-RM (complementare o integrativo proposto dallo specialista) deve essere riservato:

- per il completamento diagnostico dei vasi intracranici dove sia ritenuto opportuno ai fini di una pianificazione terapeutica
- in caso di DTC o ECDT di insufficiente valore diagnostico con sospetta lesione significativa dei vasi extracranici sotto il profilo clinico o emodinamico
- per lo studio del parenchima cerebrale, prima e dopo le procedure chirurgiche, per valutare le modificazioni emodinamiche indotte dalla rivascolarizzazione, quelle ischemiche, successive agli eventi embolici, e quelle emorragiche, che possono eventualmente seguire l'iperperfusionione.

Raccomandazione 2 – 11
Grado B

L'angiografia (indagine integrativa, proposta dallo specialista) deve essere riservata:

- ai pazienti nei quali è già stato ipotizzato un trattamento chirurgico o endovascolare e l'equipe chirurgica non sia solita pianificare un intervento sulla sola scorta degli accertamenti non invasivi
- nei pazienti in cui l'imaging radiologico non è possibile per la presenza di corpi metallici che producano artefatti o che impediscano l'indagine
- qualora la diagnostica non invasiva non sia stata di sufficiente chiarimento o non correlabile con la clinica

Raccomandazione 2 – 12
Grado B

La near infrared spectroscopy può essere utilizzata nella valutazione del compenso o della saturazione cerebrale di ossigeno durante interventi di disostruzione carotidea o di neurochirurgia. Come il DTC controlla il funzionamento dello shunt. Necessita ancora di validazione.

Raccomandazione 2 – 13
Grado C

Gli esami radioisotopici (misurazione di flusso, PET e SPECT) valutano l'efficienza dell'irrorazione cerebrale solo indirettamente, quantizzando la perfusione del parenchima cerebrale e vanno riservati a studi funzionali ed ancora sperimentali o, nel caso dello studio con Xenon, a studi intraoperatori per la valutazione della tolleranza al clampaggio.

Raccomandazione 2 – 14
Grado C

I PES possono essere indicati per una valutazione intraoperatoria come test di tolleranza al clampaggio carotideo, allo scopo di individuare i casi che necessitano dell'introduzione dello shunt.

Raccomandazione 2 – 15
Grado C

PROPOSTA DI REFERTAZIONE DI ESAME DTC ed ECDT in fase diagnostica

Cognome, Nome età data/...../...../

L'esame viene eseguito con

- Apparecchio
- Tipo sonda

LATO: **Dx** **Sn**

Finestre: Temporale
 Occipitale
 Transorbitaria
 Sottomandibolare

	Profondità	caratteristiche	
		velocità	direzione
• ACM
• ACA
• ACP
• Vertebrale
• Tronco basilare
• Oftalmica
• Sifone

• **A. comunicante anteriore** non attivata
 attivata
 attivabile
 non valutabile

• **A. comunicante posteriore** non attivata
 attivata
 attivabile
 non valutabile

• **Asimmetria** *: Dx < Sn Dx > Sn

* l'asimmetria è espressione di ripercussioni emodinamiche intracraniche, conseguenti ad una lesione unilaterale del distretto arterioso a monte e/o a valle dei vasi insonorizzati

• **Compressione C.C.** omolaterale
 controlaterale

• **Eventi microembolici nell'esame di base** (Si / No e numero)

Effettuando la compressione
 Durante un monitoraggio in continua (specificare se 30/60 min)

• **Studio della riserva vasomotoria:** metodica:

Riserva conservata ridotta esaurita

- Difficoltà interpretative se presenti
- Eventuale valutazione power-Doppler
- Eventuale valutazione con Ecocontrasto
- Conclusioni diagnostiche:
-
-

PROPOSTA DI REFERTAZIONE DI ESAME DTC durante e dopo la procedura chirurgica

Cognome, Nome età data/...../...../

L'esame viene eseguito con

- Apparecchio
- Tipo sonda

LATO: monolaterale Dx.../ Sn..... bilaterale.....

E stato possibile il monitoraggio per tutta la durata della procedura? Si...../ No.....

Il clampaggio di prova di quanto ha ridotto il segnale nella ACM?

C'è stata l'attivazione delle comunicanti? Si...../ No.....

Se è stato utilizzato uno shunt, durante chirurgia:

- ha funzionato per tutto il tempo della sua applicazione
- di quanto è incrementato il segnale nella ACM, rispetto al valore del clampaggio

Se è stato utilizzato un sistema di protezione, durante stenting:

- La sua introduzione/estrazione ha provocato microembolie
- Si sono verificati eventi embolici durante il suo funzionamento

Si sono verificati eventi microembolici? Si...../ No.....

- tipo (gassosi/corpuscolari)
- numero
- in rapporto a che fase del trattamento

Alla fine dell'intervento (entro 20/30 minuti):

- il segnale è ritornato ai valori di preclampaggio entro.....
- si è avuto un incremento stabile e superiore al 100% dei valori di preclampaggio Si...../ No.....
- si sono verificati eventi embolici

tipo (gassosi/corpuscolari)

numero

- Difficoltà interpretative se presenti
- Conclusioni diagnostiche:
-
-

BIBLIOGRAFIA

- 1 Gomez CR, Brass LM, Tegeler CH, Babikian VL, Sloan MA, Feldmann E, Wechsler LR: The transcranial Doppler standardization project. Phase 1 results. The TCD Study Group, American Society of Neuroimaging. *J Neuroimaging* 1993 Jul;3(3):190-2
- 2 Baumgartner RW, Mattle HP, Schroth G: Assessment of $\geq 50\%$ and $< 50\%$ intracranial stenoses by transcranial color-coded duplex sonography. *Stroke* 1999 Jan;30(1):87-92
- 3 Muller M, Voges M, Piepgras U, Schimrigk K: Assessment of cerebral vasomotor reactivity by transcranial Doppler ultrasound and breath-holding. A comparison with acetazolamide as vasodilatory stimulus. *Stroke* 1995; 26(1): 96-100
- 4 Piechnik SK, Yang X, Czosnyka M, Smielewski P, Fletcher SH, Jones AL, Pickard JD: The continuous assessment of cerebrovascular reactivity: a validation of the method in healthy volunteers. *Anesth Analg* 1999 Oct;89(4):944-9
- 5 Ringelstein EB, Sievers C., Ecker S, Schneider PA, Otis SM: Noninvasive assessment of CO₂-induced cerebral vasomotor response in normal individuals and patients with internal carotid artery occlusions. *Stroke* 1988; 19(8): 963-700
- 6 Ducrocq X, Hassler W, Moritake K, Newell DW, von Reutern GM, Shioyai T, Smith Eicke BM, Buss E, Bahr RR, Hajak G, Paulus W: Influence of acetazolamide and CO₂ on extracranial flow volume and intracranial blood flow velocity. *Stroke* 1999 Jan;30(1):76-80
- 7 Vajramani GV, Chandramouli BA, Jayakumar PN, Kolluri S: Evaluation of posttraumatic vasospasm, hyperaemia, and autoregulation by transcranial colour-coded duplex sonography. *Br J Neurosurg* 1999 Oct;13(5):468-73
- 8 Baumgartner RW, Baumgartner I, Mattle HP, Schroth G: Transcranial color-coded duplex sonography in the evaluation of collateral flow through the circle of Willis. *AJNR Am J Neuroradiol* 1997 Jan;18(1):127-33
- 9 Byrd S, Wolfe J, Nicolaides A, Stansby G, Cheshire N, Thomas D, Mansfield A: Vascular surgical society of great britain and ireland: transcranial doppler ultrasonography as a predictor of haemodynamically significant carotid stenosis. *Br J Surg* 1999 May;86(5):692-3
- 10 Kelley RE, Namon RA, Mantelle LL, Chang JY: Sensitivity and specificity of transcranial Doppler ultrasonography in the detection of high-grade carotid stenosis. *Neurology* 1993 Jun;43(6):1187-91
- 11 Molloy J, Markus HS: Asymptomatic embolization predicts stroke and TIA risk in patients with carotid artery stenosis. *Stroke* 1999 Jul;30(7):1440-3
- 12 Wilterdink JL, Feldmann E, Furie KL, Bragoni M, Benavides JG: Transcranial Doppler ultrasound battery reliably identifies severe internal carotid artery stenosis. *Stroke* 1997 Jan;28(1):133-6
- 13 Hartl WH, Furts H: Application of transcranial Doppler sonography to evaluate cerebral hemodynamics in carotid artery disease. *Stroke*. 1995; 26: 2293-2297
- 14 Babikian VL, Hyde C, Pochay V, Winter MR: Clinical correlates of high-intensity transient signals detected on transcranial Doppler sonography in patients with cerebrovascular disease. *Stroke* 1994 Aug;25(8):1570-3
- 15 Consensus Committee of the Ninth International Cerebral Hemodynamics Symposium. Basic identification criteria of Doppler microembolic signals. *Stroke* 1995; 26: 1123
- 16 Dinkel M, Forster S, Messner M, Beese U, Langer H: Detection of cerebral embolism using transcranial Doppler sonography: can artifacts be reliably recognized? *Biomed Tech (Berl)* 1999 Apr;44(4):87-91
- 17 Droste DW, Ringelstein EB: Detection of high intensity transient signals (HITS): how and why? *Eur J Ultrasound* 1998 Feb;7(1):23-9
- 18 Georgiadis D, Lindner A, Manz M, Sonntag M, Zunker P, Zerkowski HR, Borggreffe M: Intracranial microembolism signals in 500 patients with potential cardiac or carotid embolic source and in normal controls. *Stroke*. 1997; 28: 1203-1207
- 19 Russel D, Siebler M: Consensus on microembolus detection by TCD. International Consensus Group on Microembolus Detection. *Stroke* 1998; 29: 725-29
- 20 Markus HS, Ackerstaff R, Babikian V, Bladin C, Droste D, Grosset D, Levi C, Russell D, Siebler M, Tegeler C: Intercenter agreement in reading Doppler embolic signals. A multicenter international study. *Stroke* 1997 Jul;28(7):1307-10
- 21 Molloy J, Khan N, Markus HS: Temporal variability of asymptomatic embolization in carotid artery stenosis and optimal recording protocols. *Stroke* 1998 Jun;29(6):1129-32
- 22 Mullges W, Berg D, Jorg Babin-Ebell J, Toyka KV, Elert O: Cerebral microembolus generation in different extracorporeal circulation systems. *Cerebrovasc Dis* 1999 Sep-Oct;9(5):265-9

- 23 Ries F, Tiemann , Bauer C, MundoM, Becher H: High resolution emboli detection and differentiation by characteristic spectral flow disturbance. *Thrombosis* 1996; 6:7-8
- 24 Siebler M, KleinshmidtA, Sitzler M, Steinmetz H, Freund H-J: Cerebral microembolism in symptomatic and asymptomatic high-grade internal carotid stenosis. *Neurology* 1994; 44: 615-618
- 25 Sliwka U, Job FP, Wissuwa D, Diehl RR, Flachhskampf FA, Hanrath P, Noth J: Occurrence of transcranial Doppler high-intensity transient signals in patients with potential cardiac sources of embolism: a prospective study. *Stroke* 1995; 26: 2067-2070
- 26 Falyar CR: Using transcranial Doppler sonography to augment the neurological examination after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *J Neurosci Nurs* 1999 Oct;31(5):285-93
- 27 Klotzsch C, Bozzato A, Lammers G, Mull M, Lennartz B, Noth J: Three-dimensional transcranial color-coded sonography of cerebral aneurysms. *Stroke* 1999 Nov;30(11):2285-90
- 28 Batjer HH, Purdy PD, Giller CA, Samson DS: Evidence of redistribution of cerebral blood flow during treatment for an intracranial arteriovenous malformation. *Neurosurgery* 1989 Oct;25(4):599-604; discussion 605
- 29 Manchola IF, De Salles AA, Foo TK, Ackerman RH, Candia GT, Kjellberg RN: Arteriovenous malformation hemodynamics: a transcranial Doppler study. *Neurosurgery* 1993 Oct;33(4):556-62; discussion 562
- 30 Uggowitz MM, Kugler C, Riccabona M, Klein GE, Leber K, Simbrunner J, Quehenberger F: Cerebral arteriovenous malformations: diagnostic value of echo-enhanced transcranial Doppler sonography compared with angiography. *AJNR Am J Neuroradiol* 1999 Jan;20(1):101-6
- 31 Comerota AJ, Katz ML, Hosking JD, Hashemi HA, Kerr RP, Carter AP: Is transcranial Doppler a worthwhile addition to screening tests for cerebrovascular disease? *J Vasc Surg* 1995 Jan;21(1):90-5; discussion 95-7
- 32 Minciotti P, Ceravolo MG, Provinciali L: Inter-examiner variability of transcranial Doppler procedure and reports: a multicenter survey. Italian Transcranial Doppler Group. *Ital J Neurol Sci* 1997 Feb;18(1):21-30
- 33 Razumovsky AY, Gillard JH, Bryan RN, Hanley DF, Oppenheimer SM: TCD, MRA and MRI in acute cerebral ischemia. *Acta Neurol Scand* 1999 Jan;99(1):65-76
- 34 Babikian VL, Feldmann E, Wechsler LR, et al.: Transcranial Doppler ultrasonography: year 2000 update. *J Neuroimag* 2000;10:101-115.
- 35 Krejza J, Baungartner RW: Clinical applications of transcranial color-coded duplex sonography. *J of Neuroimaging* 2004;14(3):215-25
- 36 Gossetti B, Martinelli O, Guericchio R, Irace L, Benedetti Valentini F: Transcranial Doppler in 187 patients before, during and after carotid endarterectomy. *J Neuroimag* 1997; 7: 213-216
- 37 Padayachee TS, Gosling RG, Bishop CC: Monitoring middle cerebral artery during carotid endarterectomy. *Br J Surg* 1986; 73: 98-103
- 38 Cheung RT: Transcranial Doppler monitoring of carotid artery occlusion during endarterectomy. *Stroke* 1999 Jun;30(6):1288-90
- 39 Ackerstaff RGA: Carotid endarterectomy and intraoperative emboli detection. *Echocardiography* 1996; 13: 543-550
- 40 Cheung RT: Early ischemic recurrence and microembolic signals detected by transcranial Doppler. *Stroke* 1999 Jun;30(6):1290-1
- 41 Levi CR, Bladin CF, Chambers BC, Donuan GA: Clinical role of transcranial Doppler embolus detection monitoring after carotid endarterectomy. *Stroke* 1997 Sep;28(9):1845-6
- 42 Dalman JE, Beenackers IC, Moll FL, Leusink JA, Ackerstaff RG: Transcranial Doppler monitoring during carotid endarterectomy helps to identify patients at risk of postoperative hyperperfusion. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1999 Sep;18(3):222-7
- 43 Magee TR, Davies AH, Horrocks M: Transcranial Doppler evaluation of cerebral hyperperfusion syndrome after carotid endarterectomy. *Eur J Vasc Surg* 1994; 8(1): 104-106
- 44 Shinno K, Ueda S, Uno M, Nishitani K, Nagahiro S, Harada M: Hyperperfusion syndrome following carotid endarterectomy: evaluation using diffusion-weighted magnetic resonance imaging-case report. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 1998 Sep;38(9):557-61
- 45 Ackerstaff RG, Vos JA, Antonius Carotid Endarterectomy, Angioplasty, and Stenting Study group: TCD-detected cerebral embolism in carotid endarterectomy versus angioplasty and stenting of the carotid bifurcation. *Acta Chir Belg* 2004;104(1):55-9
- 46 Antonius Carotid Endarterectomy, Angioplasty, and Stenting Study group: Transcranial Doppler monitoring in Angioplasty and stenting of the carotid bifurcation. *J Endovasc Ther* 2003;10:702-710
- 47 Orlandi F, Fanucchi S, Fioretti C et al: Characteristics of cerebral microembolism during carotid stenting and angioplasty alone. *Arch Neurol* 2001;58:1410-1413
- 48 Russell D, Siebler M: Consensus on microembolus detection by TCD. International Consensus Group on Microembolus Detection. *Stroke* 1998 Mar;29(3):725-9

- 49 Al-Mubarak N, Vitek JJ, Iyer S, New G, Leon MB, Roubin GS: Embolization via collateral circulation during carotid stenting with the distal balloon protection system. *J Endovasc Ther* 2001;8:354-357
- 50 Pfefferkorn T, Mayer T, Von Stuckrad-Barre S, Covi M, Hamann GF: Hyperperfusion-induced intracerebral hemorrhage after carotid stenting documented by TCD. *Neurology* 2001;57(10):1933-5
- 51 Schaafsma A, Veen L, Vos JP: Three cases of hyperperfusion syndrome identified by daily transcranial Doppler investigation after carotid surgery. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2002; 23(1):17-22.
- 52 Burch CM, Wozniak MA, Sloan MA, Rothman MI, Rigamonti D, Permutt T, Numaguchi Y: Detection of intracranial internal carotid artery and middle cerebral artery vasospasm following subarachnoid hemorrhage. *J Neuroimaging* 1996 Jan;6(1):8-15
- 53 Creissard P, Proust F, Langlois O: Vasospasm diagnosis: theoretical and real transcranial Doppler sensitivity. *Acta Neurochir (Wien)* 1995;136(3-4):181-5
- 54 Proust F, Callonec F, Clavier E, Lestrat JP, Hannequin D, Thiebot J, Freger P: Usefulness of transcranial color-coded sonography in the diagnosis of cerebral vasospasm. *Stroke* 1999 May;30(5):1091-8
- 55 Bell TE, LaGrange KM, Maier CM, Steinberg GK: Transcranial Doppler: correlation of blood velocity measurement with clinical status in subarachnoid hemorrhage. *J Neurosci Nurs* 1992 Aug;24(4):215-9
- 56 Charpentier C, Audibert G, Guillemin F, Civit T, Ducrocq X, Bracard S, Hepner H, Picard L, Laxenaire MC : Multivariate analysis of predictors of cerebral vasospasm occurrence after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Stroke* 1999 Jul;30(7):1402-8
- 57 Lee EJ, Lee MY, Hung YC: The application of transcranial Doppler sonography in patients with chronic subdural haematoma. *Acta Neurochir (Wien)* 1999;141(8):835-9
- 58 Lindegaard KF: The role of transcranial Doppler in the management of patients with subarachnoid haemorrhage-a review. *Acta Neurochir Suppl (Wien)* 1999;72:59-71
- 59 Proust F, Hannequin D, Do Marcolino C, Auzou P, Rabehoina C, Freger P, Creissard P: Vasospasm after rupture of aneurysms of the anterior communicating artery. Sensitivity and specificity of transcranial Doppler. *Neurochirurgie* 1995;41(6):385-90
- 60 Cheng TO: Potential source of cerebral embolism in migraine with aura: a transcranial Doppler study. *Neurology* 1999 Dec 10;53(9):2213-4
- 61 Lysakowski C, Walder B, Costanza MC, Tramer MR. Transcranial Doppler versus angiography in patients with vasospasm due to a ruptured cerebral aneurysm: a systematic review. *Stroke* 2001;32:2292–2298.
- 62 Del Sette M, Angeli S, Leandri M, Ferriero G, Bruzzone GL, Finocchi C, Gandolfo C: Migraine with aura and right-to-left shunt on transcranial Doppler: a case-control study. *Cerebrovasc Dis* 1998 Nov-Dec;8(6):327-30
- 63 La Spina I, Calloni MV, Porazzi D: Transcranial Doppler monitoring of a migraine with aura attack from the prodromal phase to the end. *Headache* 1994 Nov-Dec;34(10):593-6
- 64 Stolz E, Kaps M, Kern A, Babacan SS, Dorndorf W: Transcranial color-coded duplex sonography of intracranial veins and sinuses in adults. Reference data from 130 volunteers. *Stroke* 1999 May;30(5):1070-5
- 65 Hadani M, Bruk B, Ram Z, Knoller N, Spiegelmann R, Segal E: Application of transcranial doppler ultrasonography for the diagnosis of brain death. *Intensive Care Med* 1999 Aug;25(8):822-8
- 66 No authors Listed: How to determine brain death in adults: new guidelines. *J Crit Illn* 1995 Oct;10(10):669-70
- 67 Petty GW, Mohr JP, Pedley TA, Tatemichi TK, Lennihan L, Duterte DI, Sacco RL: The role of transcranial Doppler in confirming brain death: sensitivity, specificity, and suggestions for performance and interpretation. *Neurology* 1990 Feb;40(2):300-3
- 68 Qian SY, Fan XM, Yin HH: Transcranial Doppler assessment of brain death in children. *Singapore Med J* 1998 Jun;39(6):247-50
- 69 Muhling J, Dehne MG, Sablotzki A, Hempelmann G: Cerebral blood flow velocity during isovolemic hemodilution and subsequent autologous blood retransfusion. *Can J Anaesth* 1999 Jun;46(6):550-7
- 70 Schurman PR, Albrecht KW: Intraoperative changes of transcranial Doppler velocity: relation to arterial oxygen content and whole-blood viscosity. *Ultrasound Med Biol* 1999 Jan;25(1):151-4
- 71 Goertler M, Baeumer M, Kross R, Blaser T, Lutze G, Jost S, Wallesch CW: Rapid decline of cerebral microemboli of arterial origin after intravenous acetylsalicylic acid. *Stroke* 1999 Jan;30(1):66-9
- 72 Hayes P, Lennard N, Smith J, Abbott R, Evans D, London N, Bell P, Naylor AR: Vascular surgical society of great britain and ireland: transcranial doppler-directed dextran therapy in the prevention of postoperative carotid thrombosis. *Br J Surg* 1999 May;86(5):692
- 73 Baezner H, Steinke W, Daffertshofer M, Hennerici M: Vasoneuronal coupling in migraineurs after subcutaneous sumatriptan: a TCD study. *J Neurol Sci* 1999 Aug 1;167(1):50-5
- 74 Treib J, Becker SC, Grauer M, Haass A: Transcranial doppler monitoring of intracranial pressure therapy with mannitol, sorbitol and glycerol in patients with acute stroke. *Eur Neurol* 1998 Nov;40(4):212-9

- 75 Georgiadis D, Hill M, Zunker P, Stogbauer F, Ringelstein EB: Anticoagulation monitoring with transcranial Doppler. *Lancet* 1994 Nov 12;344(8933):1373-4
- 76 Glen S, Grosset D, Lees K: Anticoagulant monitoring with transcranial Doppler. *Lancet* 1995 Jan 7;345(8941):57-8
- 77 Eggers J, Koch B, Meyer K, Konig I, Seidel G: Effect of ultrasound on thrombolysis of middle cerebral artery occlusion. *Ann Neurol* 2003;53:797-800
- 78 Papadopoulos GS, Zauner A, Brock M: Contrast echocardiography and transcranial Doppler sonography for detection of a patent foramen ovale. *Minerva Anesthesiol* 1999 Nov;65(11):815-8
- 79 Taylor RL, Borger MA, Weisel RD, Fedorko L, Feindel CM: Cerebral microemboli during cardiopulmonary bypass: increased emboli during perfusionist interventions. *Ann Thorac Surg* 1999 Jul;68(1):89-93
- 80 Fischer A, Ozbek C, Bay W, Hamann GF: Cerebral microemboli during left heart catheterization. *Am Heart J* 1999 Jan;137(1):162-8
- 81 Spencer MP, Lawrence GH, Thomas GI, Sauvage LR: The use of ultrasonic in the determination of arterial aeroembolism during open heart surgery. *Ann Thorac Surg* 1969; 8: 489-497
- 82 Borger MA, Taylor RL, Weisel RD, Kulkarni G, Benarolia M, Rao V, Cohen G, Fedorko L, Feindel CM: Decreased cerebral emboli during distal aortic arch cannulation: a randomised clinical trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999 Oct;118(4):740-5
- 83 Wilson ES, Grosset DG: High intensity transcranial Doppler signals (HITS) after prosthetic valve implantation. *J Heart Valve Dis* 1995 Jul;4(4):420-1
- 84 Liu G, Burcev I, Pott F, Ide K, Horn A, Secher NH: Middle cerebral artery flow velocity and cerebral oxygenation during abdominal aortic surgery. *Anaesth Intensive Care* 1999 Apr;27(2):148-53
- 85 Giller CA, Steig P, Batjer HH, Samson D, Purdy P: Transcranial Doppler ultrasound as a guide to graded therapeutic occlusion of the carotid artery. *Neurosurgery* 1990 Feb;26(2):307-11
- 86 Christou I, Felberg RA, Demchuk AM, et al: A broad diagnostic battery for bedside transcranial Doppler to detect flow changes with internal carotid artery stenosis or occlusion. *J Neuroimag* 2001;11:236-242.
- 87 Aaslid R :Transcranial Doppler ultrasound. New York Springer-Verlag 1986
- 88 Babikian VL, Sloan MA, Tegeler CH, DeWitt LD, Fayad PB, Feldmann E, Gomez CR: Transcranial Doppler validation pilot study. *J Neuroimaging* 1993 Oct;3(4):242-9
- 89 Markus HS: Transcranial Doppler ultrasound. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1999 Aug;67(2):135-7
- 90 Ringelstein EB, Droste DW, Babikian V et al: Consensus on microembolus detection by TCD. *Stroke* 1998;29:725-729
- 91 Settakis G, Lengyel A, Molnar C, et al: Transcranial Doppler study of the cerebral hemodynamic changes during breath-holding and hyperventilation tests. *J Neuroimag* 2002;12:252-258.
- 92 Sloan MA, Alexandrov AV, Tegeler CH, Spencer MP, Caplan LR, Feldmann E, Wechsler LR, Newell DW, Gomez CR, Babikian VL, Lefkowitz D, Goldman RS, Armon C, Hsu CY, Goodin DS: Doppler ultrasonography. Report of the therapeutics and technology assessment subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology* 2004;62- May (1 of 2): 1468-81
- 93 Stolz E, Mendes I, Gerriets T, Kaps M: Assessment of intracranial collateral flow by transcranial color-coded duplex sonography using a temporal and frontal axial insonation plane. *J Neuroimag* 2002;12:136-143
- 94 Klotzsch C, Popescu O, Sliwka U, Mull M, Noth J. Detection of stenoses in the anterior circulation using frequency-based transcranial color-coded sonography. *Ultrasound Med Biol.* 2000;26(4):579-84.
- 95 Miller JD: Transcranial Doppler instruments and accreditation for their use. *Neurosurgery* 1993 Oct;33(4):757-61
- 96 Droste DW, Dittrich R, Hermes S, Kemeny V, Schulte-Altendorneburg G, Hansberg T, Ringelstein EB: Four-gated transcranial Doppler ultrasound in the detection of circulating microemboli. *Eur J Ultrasound* 1999 May;9(2):117-25
- 97 Markus HS, Loh A, Brown MM: Computerized detection of cerebral emboli and discrimination from artifact using Doppler ultrasound. *Stroke* 1993; 24(11): 1667-1672
- 98 Markus HS, Molloy J: Use of a decibel threshold in detecting Doppler embolic signals. *Stroke* 1997 Apr;28(4):692-5
- 99 Markus HS, Reid G: Frequency filtering improves ultrasonic embolic signal detection. *Ultrasound Med Biol* 1999 Jun;25(5):857-60
- 100 Smith JL, Evans DH, Bell PR, Naylor AR: A comparison of four methods for distinguishing Doppler signals from gaseous and particulate emboli. *Stroke* 1998 Jun;29(6):1133-8
- 101 Smith JL, Evans DH, Bell PR, Naylor AR: Time domain analysis of embolic signals can be used in place of high-resolution Wigner analysis when classifying gaseous and particulate emboli. *Ultrasound Med Biol* 1998 Sep;24(7):989-93

- 102 Smith JL, Evans DH, Naylor AR: Analysis of the frequency modulation present in Doppler ultrasound signals may allow differentiation between particulate and gaseous cerebral emboli. *Ultrasound Med Biol* 1997;23(5):727-34
- 103 Van Zuilen EV, Mess WH, Jansen C, Van der Tweel I, Van Gijn J, Ackerstaff GA: Automatic embolus detection compared with human experts. A Doppler ultrasound study. *Stroke* 1996 Oct;27(10):1840-3
- 104 Claus SP, Louwerse ES, Mauser HW et al: Temporary occlusion of middle cerebral artery by macroembolism in carotid surgery. *Cerebrovasc Dis* 1999;9:261-264
- 105 Laman DM, Wieneke GH, van Duijn H, van Huffelen AC: High embolic rate early after carotid endarterectomy is associated with early cerebrovascular complications, especially in women. *J Vasc Surg* 2002;36(2):278-84
- 106 Stork JL, Kimura K, Levi CR, et al: Source of microembolic signals in patients with high-grade carotid stenosis. *Stroke* 2002;33:2014-2018.
- 107 Arnolds JA, von Reutern G: Transcranial Doppler sonography examination technique and normal reference values. *Ultrasound Med Biol* 1986; 12:115-123
- 108 Krejza J, Mariak Z, Walecki J, Szydlak P, Lewko J, Ustymowicz A: Transcranial color Doppler sonography of basal cerebral arteries in 182 healthy subjects: age and sex variability and normal reference values for blood flow parameters. *AJR Am J Roentgenol* 1999 Jan;172(1):213-8
- 109 Hedera P, Bujdakova J, Traubner P: Compression of carotid and vertebral arteries in assessment of intracranial collateral flow: correlation between angiography and transcranial Doppler ultrasonography. *Angiology* 1994; 45(12): 1039-1045
- 110 Silvestrini M, Vernieri F, Pasqualetti P, et al: Impaired cerebral vasoreactivity and risk of stroke in patients with asymptomatic carotid artery stenosis. *JAMA* 2000;283:2122-2127.
- 111 Markus HS, Cullinane Markus HS,M: Severely impaired cerebrovascular reactivity predicts stroke and TIA risk in patients with carotid artery stenosis and occlusion. *Brain* 2001;124:457-467
- 112 Baumgartner RW, Arnold M, Gonner F, Staikow I, Herrmann C, Rivoir A, Muri RM: Contrast-enhanced transcranial color-coded duplex sonography in ischemic cerebrovascular disease. *Stroke* 1997 Dec;28(12):2473-8
- 113 Droste DW, Kriete JU, Stypmann J, Castrucci M, Wichter T, Tietje R, Weltermann B, Young P, Ringelstein EB: Contrast transcranial Doppler ultrasound in the detection of right-to-left shunts: comparison of different procedures and different contrast agents. *Stroke* 1999 Sep;30(9):1827-32
- 114 Gerriets T, Seidel G, Fiss I, Modrau B, Kaps M: Contrast-enhanced transcranial color-coded duplex sonography: efficiency and validity. *Neurology* 1999 Apr 12;52(6):1133-7
- 115 Otis S, Rush M, Boyajian R: Contrast-enhanced transcranial imaging. Results of an American phase-two study. *Stroke* 1995 Feb;26(2):203-9
- 116 Klotzch C, Bozzato A, Lammers G, Mull M, Noth J: Contrast-enhanced three-dimensional transcranial color-coded sonography of intracranial stenoses. *Am J Neuroradiol* 2002;23:208-212
- 117 Zunker P, Wilms H, Brossmann J, et al: Echo contrast-enhanced transcranial ultrasound: frequency of use, diagnostic benefit, and validity of results compared with MRA. *Stroke* 2002;33:2600-2603
- 118 Visser GH, Wieneke GH, van Huffelen AC, Eikelboom BC: The use of preoperative transcranial Doppler variables to predict which patients do not need a shunt during carotid endarterectomy. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2000;19(3):226-32
- 119 Soenne L, Helenius J, Tatlisumak T, Saimanen E, Salonen O, Lindsberg PJ, Kaste M: Cerebral hemodynamics in asymptomatic and symptomatic patients with high-grade carotid stenosis undergoing carotid endarterectomy. *Stroke* 2003;34:1655-1661
- 120 Mas J-L, Arquizan C, Lamy C, et al., for the Patent Foramen Ovale and Atrial Septal Aneurysm Study Group. Recurrent cerebrovascular events associated with patent foramen ovale, atrial septal aneurysm, or both. *N Engl J Med* 2001;345:1740-1746.
- 121 Adams HP, Adams RJ, Brott T, et al: Guidelines for the early management of patients with ischemic stroke. A scientific statement from the Stroke Council of the American Stroke Association. *Stroke* 2003;1056-1083
- 122 Gerriets T, Goertler M, Stolz E, et al: for the Duplexsonography In Acute Stroke (DIAS) study group. Feasibility and validity of transcranial duplex sonography in patients with acute stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002;73:17-20
- 123 Muller M, Reiche W, Langenscheidt P, Hassfeld J, Hagen T: Ischemia after carotid endarterectomy: comparison between transcranial Doppler sonography and diffusion-weighted MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol* 2000;21(1):47-54
- 124 Kimura K, Stork JL, Levi CR, Abbott AL, Donnan GA, Chambers BR: High intensity transient signals in patients with carotid stenosis may persist after carotid endarterectomy. *Cerebrovasc Dis* 2004;17 (2-3):123-7

3 - LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DEGLI ARTI SUPERIORI E DELLO STRETTO TORACICO SUPERIORE

INDAGINI UTILIZZABILI:

- ultrasonografia:
 - Doppler CW
 - ecodoppler (duplex)
 - eco-color-doppler
- imaging radiografico
 - radiografia del rachide cervicale
 - angio - TC
 - angio - RM
- angiografia
- valutazione morfo-funzionale
 - Reografia a luce riflessa
 - Pletismografia digitale
 - Capillaroscopia

diagnostiche obsolete:

- Oscillografia arti superiori

ITER DIAGNOSTICO

La patologia vascolare degli arti superiori è molto meno frequente rispetto a quella degli arti inferiori. Fra le varie patologie che verranno analizzate di seguito in dettaglio, nel soggetto giovane la più comune è rappresentata dalla sindrome dello stretto toracico superiore, caratterizzata da stenosi od ostruzioni arteriose e da compressioni intermittenti o da trombosi venose - cosiddette "trombosi da sforzo", o "S. di Paget - von Schroetter".- La compressione estrinseca del fascio vascolo-nervoso è secondaria frequentemente ad anomalie anatomiche¹; la presenza di una costa cervicale comporta spesso la formazione di aneurismi post-stenotici secondari.), Fra le lesioni aterosclerotiche, frequenti le stenosi della succlavia, generalmente prevertebrale, o dell'anonima. Frequenti pure le trombosi venose succlavio ascellari da catetere venoso centrale, da pace-maker ed alimentazione parenterale totale^{2,3}, da compressioni linfonodali e da infiltrazioni neoplastiche.. Rari gli aneurismi primitivi.

La prima procedura, oltre alla valutazione clinica è ultrasonografica. Lo studio con Doppler CW e con ecodoppler sono spesso complementari nella valutazione della patologia compressiva⁴.

La radiografia del rachide cervicale è indicata per la esclusione di costa sovranumeraria e di anomalie osteo-articolari dello stretto toracico

L'imaging radiologico (integrativo) completa lo studio ultrasonografico nella determinazione della sede e della natura della compressione, e nella valutazione della patologia di parete.

Lo studio angiografico è indicato solo nei pazienti con patologia arteriosa o venosa o ai pazienti destinati ad intervento chirurgico nei quali la diagnostica non invasiva non sia ritenuta sufficiente.

Lo studio delle arterie digitali e dell'arcata può essere effettuato sia con Doppler CW (presenza-assenza di segnale) che con eco-Doppler o con pletismografia, in condizioni normali e con test di Allen.

Lo studio della vascolarizzazione digitale può essere completata con test fisici (stimolazione calda e fredda) o farmacologici, utilizzando la pletismografia (fotopletismografia).

Lo studio del microcircolo può essere completato con la capillaroscopia.

PROCEDURA GENERALE PER LO STUDIO DELLO STRETTO TORACICO CON ULTRASUONI

(vedi successiva descrizione suddivisa per distretto arterioso e venoso):

- studio del paziente seduto e poi supino
 - valutazione dell'arteria e della vena succlavia - ascellare con arto addotto lungo il corpo
 - valutazione dell'arteria e della vena succlavia - ascellare con arto addotto lentamente (manovra di Wright da 0-180°)
 - valutazione dell'arteria succlavia con la manovra di Adson
 - valutazione dell'arteria e della vena succlavia - ascellare con la manovra di Eden o di McGowan
 - descrizione del flusso o del tracciato analogico (in dinamica)
 - caratteristiche della parete arteriosa e venosa
 - valutazione dell'angolo di compressione

Le manovre dinamiche di maggiore interesse durante l'esecuzione dell'esame dell'arto superiore sono:

1) Abduzione e rotazione esterna del braccio (manovra di Wright), che permette di evidenziare eventuali compressioni a livello dello spazio costo-clavicolare e della puleggia toraco-pettorale (posizione della sonda in regione succlavia sotto-clavicolare).

2) Abbassamento e retropulsione della spalla (manovra di McGowan o di Eden) che ugualmente riduce la finestra costo-clavicolare.

La manovra di Adson, più frequentemente usata, presenta invece una maggiore incidenza di falsi positivi nella diagnostica, anche se è più specifica per la sindrome degli scaleni o per identificare una compressione da costa cervicale.

DUPLEX DEL CIRCOLO ARTERIOSO DEGLI ARTI SUPERIORI

La patologia arteriosa degli arti superiori è molto meno frequente rispetto a quella degli arti inferiori, benché l'incidenza risulti pressoché simile nei rapporti tra i due sessi e l'insorgenza della patologia arteriosa negli arti superiori sia generalmente giovanile.

La valutazione duplexscanner (ecografia + Doppler) trova indicazione nella elevata accuratezza di studio della patologia aneurismatica o compressiva alla base dei fenomeni ischemici quali:

- la diagnosi di stenosi o ostruzioni del distretto anonimo-succlavio prossimale (con eventuale coinvolgimento emodinamico degli assi vertebrali);
- il controllo delle rivascolarizzazioni (il più delle volte post-traumatiche);
- la preparazione e il monitoraggio delle fistole artero-venose per la dialisi.

In un recente articolo di confronto tra l'Eco Color Doppler e l'angiografia, la metodica ad ultrasuoni ha mostrato a livello degli arti superiori una sensibilità, specificità, valore predittivo positivo e negativo, accuratezza rispettivamente del 98%, 99%, 97%, 99.5%, e 99%, per quanto riguarda le occlusioni, 79%, 100%, 100%, 99%, e 99%, per quanto riguarda le stenosi superiori al 50% del diametro.⁵

PROCEDURA

È consigliabile eseguire l'esame con il paziente dapprima in decubito dorsale, con adduzione dell'arto superiore durante l'insonorizzazione del distretto succlavio-ascellare all'origine; quindi si porta l'arto in abduzione durante lo studio delle strutture vascolari del braccio e dell'avambraccio. La posizione seduta del paziente è invece consigliabile durante le manovre di sensibilizzazione per fenomeni compressivi.

Nella scelta della sonda ci si indirizza verso l'uso di trasduttori lineari o settoriali con frequenza operativa di 7,5 MHz.

L'esame duplexscanner arterioso inizia con la valutazione dell'arteria succlavia alla sua origine alla base del collo

e prosegue con l'esame dell'arteria ascellare rilevabile nello spazio sottoclaveare medio e nel cavo ascellare. Per la visualizzazione della arteria succlavia prossimale è possibile anche prendere posizione sulla arteria carotide comune, in senso trasversale, e seguirla prossimalmente verso la sua origine: in tal modo all'esaminatore apparirà l'immagine longitudinale od obliqua della succlavia prossimale nella fossa sovraarticolare. A destra, la visualizzazione della biforcazione del tronco anonimo e la sua divisione in carotide comune e succlavia risulta il più delle volte priva di difficoltà.

Nel caso invece non si ottenga una visualizzazione completa della succlavia, l'ausilio dell'informazione emodinamica mediante il segnale Doppler con analisi spettrale contribuisce alla definizione di lesioni prossimali e distali non comprese nel distretto studiato ecograficamente.

Le immagini dell'arteria omerale in sezione longitudinale e trasversale si ottengono usando un approccio anteriore della sonda. In particolare, per la sezione longitudinale della arteria omerale la sonda deve essere mantenuta con un angolo di circa 30° rispetto all'asse longitudinale del braccio. Nella parte superiore del braccio la stessa arteria viene insonorizzata con un approccio mediale e spostando poi la sonda prossimalmente verso l'ascella. Queste sezioni permettono anche lo studio della vena omerale e spesso della vena cefalica. Le arterie radiale e ulnare possono essere insonorizzate a livello del polso prossimalmente e anche distalmente.

A livello della mano lo studio diviene più indaginoso per il ridotto calibro dei vasi da esaminare e per il loro decorso tortuoso. Non è possibile ottenere le arterie superficiale e profonda e le metatarsali sullo stesso piano, per cui conviene rilevare delle sequenze di tratti successivi. Le strutture ossee, cartilaginee e tendinee generalmente interferiscono con il segnale ecografico e Doppler: a tale scopo può essere utile fare ricorso all'uso di una tasca d'acqua per ottenere una migliore definizione della regione, specie delle strutture vascolari della mano e delle dita, anche con l'uso di sonde a maggiore frequenza di emissione (10 MHz). Le arterie della mano possono essere visualizzate meglio con l'uso del power Doppler.

L'esame del circolo arterioso di base va completato con le manovre dinamiche atte a svelare eventuali compressioni.

DUPLEX DEL CIRCOLO VENOSO DELL'ARTO SUPERIORE

L'indagine ecodoppler del distretto venoso superficiale e profondo dell'arto superiore e della spalla consente:

- di definire i siti di compressione estrinseca durante la manovra di compressione dinamica;
- di evidenziare la presenza di processi tromboflebitici con occlusioni totali o trombi flottanti;
- di evidenziare la presenza di ectasie venose congenite, post-stenotiche, post-traumatiche o angiodisplastiche, che si presentano sotto l'aspetto di laghi venosi, generalmente intramuscolari, o forme angiodisplastiche multiple "a grappolo", spesso contenenti materiale trombotico e calcifico intraangiomatoso.

Le indicazioni più frequenti allo studio duplexscanner del sistema venoso degli arti superiori è comunque legato alla diagnostica delle trombosi venose ed alla scelta dei segmenti venosi da utilizzare per le ricostruzioni arteriose periferiche o per l'esecuzione di fistole artero-venose per dialisi.

PROCEDURA

Le vene del braccio si esaminano con il paziente seduto a braccia pendenti. In alternativa il paziente può assumere una posizione supina in leggero Trendelenburg con le braccia in abduzione sopra la testa. Le manovre di compressione sono simili a quelle che si eseguono nella diagnostica ecografica del sistema venoso degli arti inferiori.

Lo studio dell'asse venoso profondo ricalca quello attuato per le arterie tenendo conto della presenza di due vene omerali satelliti e di doppie vene ulnari e radiali.

Diverse manovre vengono usate per dilatare le vene dell'arto superiore al fine di poterle meglio individuare e valutare all'ecografia, quali l'applicazione locale di nitroderivati o l'immersione del braccio in acqua tiepida o calda. Il braccio viene generalmente esaminato in posizione pendente, ed un laccio viene applicato in sede ascellare per favorire il riempimento venoso. L'esercizio incrementa il flusso ed anche la venodilatazione. Tutte queste manovre migliorano obiettivamente lo stato di accessibilità delle vene superficiali, anche quando non siano clinicamente evidenti.

L'applicazione di un laccio alla radice dell'arto produce una venodilatazione meccanica e di conseguenza migliora l'identificazione della vena e la stima del suo calibro. Tuttavia, occasionalmente, a seguito della stasi di sangue venoso al di sotto del laccio, il vaso acquista le caratteristiche ultrasonore dei tessuti adiacenti e se ne rende così difficile l'identificazione. Rilasciando poi il laccio alla radice del braccio, il flusso riprende e la vena può quindi essere facilmente identificata.

REOGRAFIA A LUCE RIFLESSA

La reografia a luce riflessa è una metodica fotopletismografica. La particolare struttura del trasduttore, costituito da tre diodi emettenti luce inclinati a 30° e da un diodo ricevente, fa sì che l'esame sia specifico per lo studio del plesso venoso sottocutaneo.

L'esame riveste carattere di complementarietà ed è integrativo delle altre metodiche di primo livello⁶.

PROCEDURA

Il trasduttore viene posto a 10 cm dalla plica del polso sulla porzione mediale dell'avambraccio con il paziente in posizione seduta con gli arti superiori lungo il corpo.

Una volta tarato il tracciato di base, vengono effettuate passivamente le diverse manovre atte ad evidenziare un ostacolato scarico venoso dell'arto superiore e si registrano le variazioni di andamento del tracciato corrispondenti allo svuotamento od al riempimento del plesso venoso.

L'esame non fornisce valori assoluti e la valutazione va effettuata mediante l'analisi delle variazioni rispetto al valore basale.

Nel soggetto normale si ha una branca rapida ascendente corrispondente allo svuotamento durante test di sopraelevazione. Quindi si registra un plateau e una branca discendente ripida che nella sua porzione finale diviene più lenta, corrispondente al riempimento del plesso venoso con l'arto superiore addotto.

FOTOPLETISMOGRAFIA DIGITALE

Con il termine pletismografia si intende la registrazione grafica delle variazioni di volume di un segmento corporeo strettamente correlate alle variazioni di flusso ematico durante le escursioni sistodiastoliche cardiache.

Tale tecnica⁷, realizzata con metodiche differenti, basate su principi fisici diversi, è stata applicata in clinica nella valutazione qualitativa e quantitativa del flusso sanguigno arterioso e venoso.

La fotopletismografia viene utilizzata come metodica complementare e integrativa nello studio delle arteriopatie sia funzionali (malattia di Raynaud, acrocianosi) che organiche, per la sua possibilità di evidenziare in fase precoce una condizione di rigidità o di spasmo arteriolo-capillare.

La fotopletismografia è un esame di facile esecuzione, tuttavia molteplici errori diagnostici e artefatti possono far seguito ad una esecuzione affrettata o approssimativa. L'ambiente dove viene eseguito l'esame deve essere sufficientemente caldo (22-25° C) e silenzioso. I rilevatori periferici sono applicati a livello della prima falange delle dita delle mani o dei piedi.

La curva fotopletismografica è costituita da:

- un versante anacrotico, ascendente, con linea di ascesa rapida;
- un apice o cresta leggermente smussato e appuntito;
- un versante catacrotico discendente, dove è possibile distinguere due tratti separati da una incisura o da un'onda di rimbalzo. Il primo tratto presenta una pendenza molto ripida ed è in continuità diretta con il fenomeno arterioso; il secondo presenta una pendenza più dolce e termina quando inizia la sistole successiva. Il punto di inflessione tra le due parti, rappresentato dalla incisura e dall'onda dicrota, deriva dalla distensibilità della parete arteriosa in periferia e dalla successiva riflessione centripeta dell'onda sfigmica.

Secondo Jacquet, che ha definito il fotopletismogramma un "bigramma artero-venoso", la prima parte dell'onda fotopletismografica (versante ascendente, apice, primo tratto discendente) corrisponde all'onda iniziale o cardiofuga e rappresenta il flusso arteriolare, su di essa agiscono fattori emodinamici e parietali. La seconda parte del segnale (punto di inflessione e tratto a pendenza dolce) è in funzione della stasi venovenulare e delle resistenze. L'interpretazione del tracciato fotopletismografico è basata sulla valutazione di alcuni parametri quantitativi e qualitativi.

I parametri quantitativi sono l'ampiezza, la celerità, il tempo di cresta, il tempo di incisura dicrota e quello totale. Gli elementi qualitativi sono la morfologia totale dell'onda e quella dei suoi costituenti.

L'ampiezza misura la distanza tra il piede o base dell'onda ed il suo punto più elevato. Rappresenta un indice affidabile della scorrevolezza del flusso ematico ed è quindi in rapporto con l'elasticità ed il tono parietale, la viscosità del sangue, il ritorno venoso ed in particolare con le resistenze periferiche. Viene espressa in millimetri e per una sua esatta valutazione necessita della misurazione comparativa dei due arti ed una taratura costante di riferimento, a causa della mancanza di una standardizzazione della taratura: una diminuzione del 30% dell'ampiezza massima di un'onda rispetto alla controlaterale depone per una arteriopatía ostruttiva. La valutazione dell'ampiezza viene espressa in termini di "asfigmia-normosfigmia-ipersfigmia".

L'esame viene completato dalla effettuazione di test di sensibilizzazione o prove funzionali che forniscono informazioni supplementari riguardo un determinato distretto vascolare, non ottenibili in condizioni basali ed in particolare nelle situazioni cliniche dubbie o nei casi di arteriopatia ostruttiva avanzata per valutare il tempo e le possibilità di recupero dopo l'iperemia reattiva.

Tra queste rivestono importanza pratica le prove da sforzo e le prove farmacologiche.

Le prime valutano le variazioni del tracciato fotopletismografico dopo lavoro muscolare ottenibile in vario modo. Il tracciato viene prima eseguito in condizioni basali e successivamente ripetuto dopo la fine dello sforzo ad intervalli di 30".

E' stato proposto uno sforzo dosato secondo il seguente schema:

- a livello degli arti superiori: 40 flessi-estensioni della mano in 30 secondi

Nel soggetto normale si osserva un aumento dell'ampiezza sfigmica, che raggiunge il massimo dopo 10 minuti dalla fine della prova da sforzo con un valore medio di incremento di circa il 67% rispetto al tracciato di base. Il ritorno ai valori di base avviene dopo circa 30".

Nel soggetto arteriopatico si assiste ad una marcata riduzione dell'ampiezza, che può addirittura scomparire (onda muta) nei casi più gravi. Dopo prova da sforzo secondo Goetz si possono avere quattro diversi tipi di risposta:

- 1) reazione positiva rapida con massima ampiezza nel primo tracciato subito dopo lo sforzo;
- 2) reazione positiva ritardata dove l'ampiezza massima compare nel secondo tracciato;
- 3) reazione positiva prolungata con massimo di ampiezza nel terzo tracciato;
- 4) reazione invertita o negativa dove, in base alla gravità dell'arteriopatia, si riscontra una diminuzione dell'ampiezza dell'onda pletismografica, fino a completo annullamento della stessa.

L'ipersfigmia che si riscontra nel soggetto normale dopo esercizio fisico, rappresenta il risultato dei meccanismi di adattamento emodinamici e metabolici: l'aumento della gittata sistolica e della portata ematica, una vasodilatazione periferica con diminuzione delle resistenze del distretto muscolare e conseguente aumento del flusso. Quest'ultima indotta dalla presenza di cataboliti acidi ad azione vasodilatante (istamina, bradichinina, acido lattico ecc.). La durata dell'iperemia aumenta con l'incremento dello sforzo fisico, per maggiore tempo necessario per l'eliminazione dei cataboliti. Nel soggetto arteriopatico l'iposfigmia può essere ricondotta all'ipertonìa vascolare, all'abolizione dell'emometacinesia tra il distretto vascolare profondo e quello superficiale, ad una inadeguata risposta vasodilatatrice all'aumento dei cataboliti acidi, ecc.

Per quanto riguarda le prove farmacologiche, queste consentono di valutare l'effetto di sostanze vasoattive sulle sinapsi ganglionari, sui recettori periferici o sugli elementi neuro-muscolari delle arteriole. Di facile impiego è il test alla nitroglicerina (0.3-0.6 mg per via sublinguale). Il tracciato viene registrato prima e dopo 3-8 minuti dalla somministrazione del farmaco. Nel soggetto normale si osserva un aumento dell'ampiezza, una maggiore rapidità della branca ascendente, una accentuazione dell'incisura dicrota, che appare più profonda mentre l'onda dicrota si posiziona più vicina alla base.

Nelle arteriopatie organiche il test alla TNG fornisce indicazioni utili circa il trattamento da seguire:

- Test alla trinitrina positivo: incremento dell'ampiezza massima per conservazione del modulo elastico; indicazione al trattamento vasoattivo.

- Test alla trinitrina invariato: nessuna modificazione dell'onda fotopletismografica; non indicazione ad un trattamento vasoattivo.

- Test alla trinitrina negativo: riduzione più o meno accentuata dell'onda fotopletismografica; terapia vasodilatante sconsigliata, maggiore indicazione ad una terapia emoreologica.

Altro test eseguibile è il test termico, indicato nelle arteriopatie funzionali, di minor utilità nelle arteriopatie organiche

PROCEDURA

Per l'esecuzione dell'esame alle dita della mano^{8,9}, il paziente viene esaminato disteso oppure seduto con gli avambracci poggiati sul lettino e le palme delle mani rivolte verso l'alto e le dita semiflesse.

Esiste la possibilità di effettuare test di sensibilizzazione o prove funzionali che forniscono informazioni supplementari riguardo un determinato distretto vascolare, non ottenibili in condizioni basali ed in particolare nelle situazioni cliniche dubbie o nei casi di arteriopatia ostruttiva avanzata per valutare il tempo e le possibilità di recupero dopo l'iperemia reattiva.

Tra queste rivestono importanza pratica le prove da sforzo e le prove farmacologiche.

Per quanto riguarda le prove farmacologiche, di facile impiego è il test alla nitroglicerina (0.3-0.6 mg per via sublinguale). Il tracciato viene registrato prima e dopo 3-8 minuti dalla somministrazione del farmaco.

CAPILLAROSCOPIA MORFOLOGICA DELLA PLICA UNGUEALE

La capillaroscopia è un'indagine non invasiva, innocua, quindi facilmente ripetibile, che consente lo studio in vivo del microcircolo. A differenza di altre tecniche, quali il laser Doppler e la reografia a luce riflessa, che valutano il flusso totale distrettuale, la capillaroscopia indaga selettivamente il circolo nutrizionale. La plica ungueale rappresenta il sito di elezione, in quanto, a tale livello, le anse capillari sono disposte parallelamente alla superficie cutanea e quindi valutabili nelle varie componenti anatomiche: branca arteriolare e venulare dell'ansa, plesso venoso sub-papillare, connettivo pericapillare.

Le applicazioni della capillaroscopia morfologica sono molto vaste, in quanto è ben conosciuto come le alterazioni del microcircolo rappresentano la via finale del danno ischemico sia in corso di patologia arteriosa che venosa, il denominatore comune di patologie metaboliche, quali il diabete, e reumatiche, quali le connettiviti su base autoimmune¹⁰⁻¹².

Nella pratica clinica, la capillaroscopia trova la sua principale applicazione come indagine di screening nei pazienti che presentano disturbi vasomotori acrali, quali il fenomeno di Raynaud e l'acrocianosi¹³⁻¹⁶. Poiché in circa il 10% dei casi il fenomeno di Raynaud rappresenta un sintomo, a volte molto precoce, di patologia del connettivo, la capillaroscopia viene impiegata per valutare la presenza di alterazioni morfologiche dei capillari sospette per collagenopatia o patognomoniche ("scleroderma pattern"). A questo peculiare quadro capillaroscopico viene riconosciuto un valore predittivo per sclerodermia e connettiviti affini (connettivite mista, dermatopolimiosite, connettiviti indifferenziate) superiore a quello della positività degli autoanticorpi^{14,17-19}.

Lo strumento più comunemente impiegato è il videocapillaroscopio: microscopio ottico dotato di vari obiettivi e di una sorgente di luce fredda, completato da una telecamera ad alta risoluzione collegata a un monitor direttamente o tramite videoregistratore. Più recentemente è entrato nell'uso il videocapillaroscopio a sonda ottica (Videocap), che consente l'agevole esplorazione di qualunque area cutanea.

PROCEDURA

L'esame viene eseguito con il paziente seduto di fronte all'operatore, le mani adagiate sul piano di osservazione, posto a livello del cuore, a temperatura ambientale compresa tra i 20 e i 25°. Viene applicata una goccia di parafina sulla plica ungueale, per evitare fenomeni refrattivi da parte della cute. Abituamente si osservano tutte le dita delle mani, poiché alterazioni iniziali possono essere visibili anche in un solo dito, con particolare attenzione al 4° e 5° dito dell'arto non dominante, meno soggetti a traumatismi. L'ipercheratosi, causata da traumatismi, lavorativi o da manicure, può ridurre a tal punto la visibilità della palizzata capillare, da rendere l'indagine inattendibile. L'esame deve essere completato con documentazione fotografica delle aree di interesse. I capillaroscopi più recenti ne consentono l'archiviazione computerizzata nonché la stampa sullo stesso foglio del referto.

Si inizia a basso ingrandimento (40-60X) per valutare l'ordine e la densità della palizzata capillare, la visibilità del plesso venoso subcapillare, le condizioni del connettivo (trasparenza, colorito, presenza di edema), la presenza di eventuali microemorragie. A maggiore ingrandimento (100-160X) si evidenzia la morfologia delle anse capillari (distinguendo le distorsioni in semplici e complesse), la presenza di anse ectasiche o giganti (megacapillari). A ingrandimenti ancora superiori, tra 250X e 1000X, è possibile apprezzare nel modo migliore il fluire della colonna eritrocitaria, meglio visibile se frammentata da "plasma gaps".

Per poter eseguire da monitor il conteggio dei capillari presenti in un millimetro, così come per misurare il diametro delle anse (ectasiche se >20 µm; giganti - o megacapillari - se >50 µm), occorre aver calibrato il sistema attraverso una scala di riferimento.

Secondo la classificazione di Maricq, lo scleroderma pattern può essere suddiviso in "active" (aggressivo) e "slow" (non aggressivo), corrispondenti, il primo alla forma rapidamente evolutiva, con impegno viscerale, e il secondo alla variante limitata della sclerodermia, in cui prevale il danno vascolare e che appare risparmiata da complicanze viscerali, se si esclude la possibile, tardiva comparsa di ipertensione polmonare.

ACTIVE SCLERODERMA PATTERN: aspetto anarchico della palizzata capillare, aree avascolari fino all'aspetto di "deserto capillare", marcate atipie morfologiche, indicative di neoangiogenesi, spiccato effetto "fou" (edema del connettivo).

SLOW SCLERODERMA PATTERN: aspetto regolare della palizzata capillare, riduzione numerica dei capillari, megacapillari diffusi, con aspetto "a palloncino", numerose microemorragie a sede apicale, effetto "fou" assente.

RACCOMANDAZIONI

La prima procedura diagnostica, dopo la valutazione clinica è ultrasonografica. Lo studio con Doppler CW e con ecodoppler sono spesso complementari nella valutazione della patologia compressiva.

Raccomandazione 3-1
Grado C

La radiografia del rachide cervicale è indicata per la esclusione di costa sovranumeraria e di anomalie osteo-articolari dello stretto toracico

Raccomandazione 3-2
Grado C

L'imaging radiologico con angio-TC o con angio-RM (integrativo o complementare prescritto dallo specialista) completa lo studio ultrasonografico nella determinazione della sede e della natura della compressione, e nella valutazione della patologia di parete.

Raccomandazione 3-3
Grado C

Lo studio angiografico dovrebbe essere riservato a pazienti con patologia arteriosa o venosa o ai pazienti destinati ad intervento chirurgico nei quali la diagnostica non invasiva non sia ritenuta sufficiente.

Raccomandazione 3-4
Grado C

Lo studio delle arterie digitali e dell'arcata può essere effettuato sia con Doppler CW (presenza-assenza di segnale) che con eco-Doppler o con pletismografia, in condizioni normali e con test di Allen.

Raccomandazione 3-5
Grado C

Lo studio della vascolarizzazione digitale può essere completata con test fisici (stimolazione calda e fredda) o farmacologici, utilizzando la pletismografia (fotopletismografia o pletismografia a strain gauge).

Raccomandazione 3-6
Grado C

Lo studio del microcircolo con la capillaroscopia è ottimale per confermare o escludere una vasculopatia secondaria a collagenopatie

Raccomandazione 3-7
Grado C

Lo studio ottimale per la sindrome dello stretto toracico deve essere effettuato con paziente seduto e poi supino, valutando l'arteria e la vena succlavia - ascellare con arto addotto lungo il corpo e con arto abdotto lentamente (manovra di Wright da 0-180°), con la manovra di Adson e con la manovra di Eden o di McGowan

Raccomandazione 3-8
Grado C

L'esame reografico a luce riflessa è complementare agli altri esami diagnostici nello studio della patologia da ostacolato scarico venoso dell'arto superiore

Raccomandazione 3-9
Grado C

Lo studio della vascolarizzazione digitale può essere completata con test fisici (stimolazione calda e fredda) o farmacologici, utilizzando la pletismografia.

Raccomandazione 3-10
Grado C

La fotopletismografia viene utilizzata come metodica complementare e integrativa nello studio delle arteriopatie sia funzionali (malattia di Raynaud, acrocianosi) che organiche, per la sua possibilità di evidenziare in fase precoce una condizione di rigidità o di spasmo arteriolo-capillare.

Raccomandazione 3-11
Grado C

La capillaroscopia della plica ungueale è indicata come indagine di screening in tutti i pazienti con fenomeno di Raynaud.

Raccomandazione 3-12
Grado A

La capillaroscopia risulta essere l'esame di elezione per la valutazione del microcircolo in caso di sclerodermia, fornendo aspetti patognomonic

Raccomandazione 3-13
Grado A

PROPOSTA DI REFERTAZIONE DI DOPPLER C.W. - ECODOPPLER DELL'ARTO SUPERIORE

Cognome, Nome età data/...../...../

L'esame viene eseguito con

- Apparecchio
- Tipo sonda

Descrizione del tracciato analogico - quadro morfologico di base (paziente seduto o sdraiato) dell'arteria succlavia, ascellare, omerale radiale ed ulnare e della vena succlavia, ascellare e omerale

- Flusso arterioso e venoso di base
 - Stato di replezione delle vene - presenza di trombi endoluminali, presenza di ectasie post-stenotiche - presenza di alterazioni parietali - evidenza di compressioni - stenosi - aneurismi
 - Determinazione dell'angolo di arresto del flusso arterioso con la manovra di Wright (abduzione)* con paziente seduto
 - Determinazione dell'angolo di arresto del deflusso venoso con la manovra di Wright (abduzione)* con paziente seduto
 - Determinazione della scomparsa del flusso arterioso con la manovra di Adson (inspirazione - inspirazione + rotazione del capo)
 - Determinazione della scomparsa del flusso arterioso con la manovra di McGowan
 - Valutazione di altre condizioni di arresto del flusso - deflusso in base alla anamnesi del paziente
- Descrizione del quadro morfologico in dinamica.

* la manovra di abduzione deve essere eseguita lentamente con paziente seduto, con le spalle mantenute orizzontali e senza antepulsione. L'angolo si misura partendo dalla posizione di normoadduzione (lungo il corpo) = 0°; a braccia alzate l'angolo è di 180°. La manovra può essere ripetuta con paziente sdraiato.

❖ Come si vede lo studio dello stretto si avvale di entrambe le metodiche ultrasonografiche in maniera complementare

PROPOSTA DI REFERTAZIONE DI REOGRAFIA A LUCE RIFLESSA DELL'ARTO SUPERIORE

Si valuta l'ampiezza dell'oscillazione registrate sul tracciato durante le manovre funzionali rispetto alla linea di partenza che corrisponde allo stato di replezione venosa basale.

Referto:

Svuotamento dinamico: buono (100%) medio (50%) ridotto (25%) scarso (10%) assente

Riempimento dinamico: buono (100%) medio (50%) ridotto (25%) scarso (10%) assente

Va allegato sempre il tracciato.

PROPOSTA DI REFERTAZIONE DI FOTOPLETISMOGRAFIA DIGITALE DELL'ARTO SUPERIORE

Nella refertazione verrà descritta la curva e le sue caratteristiche e il tipo di risposta ai test.

Onda: ipersfigmica, dicrota, a semicerchio, iposfigmica, asfigmica o piatta

Risposta ai test (ampiezza dell'onda sfigmica): aumentata, imm modificata, ridotta, appiattimento dell'onda, Emostorno. Comparsa dell'onda discrota, scomparsa dell'onda dicrota.

E' indispensabile allegare il tracciato ottenuto sia di base che dopo test di sensibilizzazione.

PROPOSTA DI REFERTAZIONE DI CAPILLAROSCOPIA MORFOLOGICA DELLA PLICA UNGUEALE

Nome e cognome _____ Data di nascita _____

Indirizzo _____ Tel. _____

Motivo della richiesta _____

Disposizione della palizzata: Regolare, Irregolare, Anarchica.

Numero capillari: < o \geq 9/mm Lunghezza capillari: < o \geq 150 micron

Tortuosità: Assenti, <20%, < o >50%, diffuse

Dismorfie complesse: < o \geq 10% Tipo di dismorfia: _____

(anse ramificate, a cespuglio, a gomito, a festone)

Ectasie (>20 μ): < o \geq 20% Megacapillari (>50 μ): Assenti, isolati, diffusi

Microemorragie spontanee: Si/No, Anse trombizzate: Si/No

Edema: Si/No Trasparenza: Normale, Ridotta, Aumentata

Visibilità del plesso venoso subpapillare: Si/No

Aree avascolari: Si/No

Caratteristiche del flusso: Normale, Rallentato, Fasi di arresto, Non valutabile

CONCLUSIONI: Quadro Normale, Aspecifico, Sospetto per collagenopatia non sclerodermica, Compatibile con collagenopatia non sclerodermica, Scleroderma Pattern.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Redenbach DM, Nelems B. - A comparative study of structures comprising the thoracic outlet in 250 cadavers and 72 surgical cases of thoracic outlet syndrome. *Eur J Cardiothorac Surg*, 1998;13:353-60
- 2 Adelman MA, Stone DH, Riles TS, Lamparello PJ, Giangola G, Rosen RJ. - A multidisciplinary approach to the treatment of Paget-Schroetter syndrome. *Ann Vasc Surg*, 1997;11:149-54
- 3 Hingorani A, Ascher E, Lorenson E, DePippo P, Salles-Cunha S, Scheinman M, Yorkovich W, Hanson J. - Upper extremity deep venous thrombosis and its impact on morbidity and mortality rates in a hospital-based population. - *J Vasc Surg* 1997;26:853-60
- 4 Ouriel K. - Noninvasive diagnosis of upper extremity vascular disease. - *Semin Vasc Surg*, 1998;11:54-9
- 5 Tola M, Yurdakul M, Okten S, Ozdemir E, Cumhur T. Diagnosis of arterial occlusive disease of the upper extremities: comparison of color duplex sonography and angiography. *J Clin Ultrasound*. 2003 Oct;31(8):407-11.
- 6 Antignani PL, Pillon S, Grassi F et al. Light reflection rheography and thoracic outlet syndrome. *Angiology* 1990; 41:382-6.
- 7 Antignani P.L. :Recenti acquisizioni strumentali in tema di pletismografia ad occlusione venosa. *Min. Angio.* 1992; 17,11.
- 8 Antignani P.L. : Arteriopatie asintomatiche degli arti: la diagnostica strumentale. *Min. Angio.* 1993; 18,79.
- 9 Macchione C., Antignani P.L., Longo F., Nicosia P.M., Poli L.: La Pletismografia: metodologia e diagnostica. Centro Scientifico Ed., Torino 1988.
- 10 Bollinger A, Fagrell B. *Clinical Capillaroscopy*. Hogrefe & Huber Publisher, Toronto, 1990.
- 11 Cervini C, Gasparini M, Grassi W. La capillaroscopia periungueale. *Riv Med Prat (Reumatol)*, 1987;7:5-12.
- 12 Fagrell B. Vital capillary microscopy - A clinical method for studying changes of skin microcirculation in patients suffering from vascular disorders of the leg. *Angiology* 1972; 23:284-98.
- 13 Harper FE, Maricq HR, Turner RE, Lidman RW, Leroy EC. A prospective study of Raynaud's phenomenon and early connective tissue disease - A five year report. *Am J Med*, 1982; 72:883-8.
- 14 Spencer-Green G. Outcomes in primary Raynaud phenomenon: a meta-analysis of the frequency, rates and predictors of transition to secondary diseases. *Arch Intern Med* 1998; 158(6):595-600.
- 15 De Fabritiis A, Aloisi D, Ferrari F et al. Algoritmo diagnostico nelle acrosindromi vascolari. *Minerva Angiol*, 1993;18(Suppl 2 al N.1):207.
- 16 Zeni S, Beltrametti P, Limonta M, Ingegnoli F. Fenomeno di Raynaud e sclerosi sistemica: ruolo della capillaroscopia. *Cenésthesis* 1997;8:4-9.
- 17 Maricq HR, LeRoy EC, D'Angelo WA, Medsger TA, Rodnan GP, Sharp GC, Wolfe JF. Diagnostic potential of in vivo capillary microscopy in scleroderma and related disorders. *Arthritis Rheum*, 1980;23:183-9.
- 18 Maricq HR, Harper FE, Khan MM, Tan EM, LeRoy EC. Microvascular abnormalities as possible predictors of disease subsets in Raynaud phenomenon and early connective tissue disease. *Clin Exp Rheumatol*; 1983; 1:195-205.
- 19 Grassi W, Core P, Carlino G. Microcirculation in systemic sclerosis. The role of "in vivo" capillary microscopy. C.E.S.I. Ed. Roma, 1991.

4 - LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELL' AORTA E DELLE ARTERIE ILIACHE

INDAGINI UTILIZZABILI:

- ultrasonografia:
 - ecodoppler (duplex)
 - eco-color-Doppler
- imaging radiografico
 - angio - TC
 - angio - RMN
- angiografia

diagnostiche obsolete:

- Oscillografia arti inferiori
- pletismografia

ITER DIAGNOSTICO

La prima procedura, oltre alla valutazione clinica è ultrasonografica con eco-(color)-Doppler, estremamente attendibile nella patologia aneurismatica ma anche in quella ostruttiva. In una revisione di 14 studi di confronto fra eco-Doppler ed angiografia riportati in letteratura, Koelemay et al.¹ riportano, nel distretto aorto-iliaco una sensibilità che varia dall'80% all'86% con specificità 95-97% per le stenosi superiori al 50%, ed una sensibilità del 94% con specificità del 99% per la diagnosi di occlusione. L'eco-color-Doppler consente di evidenziare il profilo, della parete aortica e delle iliache e il diametro nonché fornisce informazioni sull'origine dei principali rami di derivazione. In caso di ectasia-aneurisma, consente di valutare il diametro a livello delle renali (sopra e sotto), il diametro massimo dell'aorta e se esiste un colletto rettilineo sotto le renali. Evidenzia ispessimenti parietali (aortite - aneurisma infiammatorio), la presenza di trombo endoluminale o la presenza di segni di dissecazione. Anche nei pazienti operati di rivascolarizzazione aortica o aorto-iliaco-femorale è indicato uno studio eco-Doppler almeno ogni 12-24 mesi. L'indagine deve valutare la presenza di complicanze anastomotiche (generalmente aneurismi anastomotici prossimali e distali, e stenosi da iperplasia miointimale o da progressione della malattia aterosclerotica a livello dell'anastomosi distale. Possono essere presenti anche trombosi endoluminali; il diametro della protesi tende ad aumentare immediatamente dopo l'impianto e di rado continua a crescere; in alcuni casi, invece, tende ad aumentare progressivamente fino a raggiungere le dimensioni di un aneurisma, per cui è estremamente importante segnalare il diametro protesico rilevato. Nei casi di aneurisma trattati con endoprotesi, si può visualizzare la presenza di flusso ematico periprotetico (endoleak), che può derivare da una non perfetta tenuta dell'"anastomosi" superiore o inferiore, da una perfusione retrograda della sacca mantenuta dalle lombari o dalla mesenterica inferiore o da rottura della protesi.

L'imaging radiologico (integrativo) completa lo studio ultrasonografico nella determinazione della sede e della natura della lesione, e nella valutazione della patologia di parete, in previsione di un approccio ricostruttivo chirurgico o endovascolare. La pianificazione di un trattamento chirurgico basata su angio-RM con contrasto a completamento di una diagnostica ultrasonografica differisce sensibilmente da quella basata sulla sola diagnostica ultrasonografica; uno studio effettuato fra 3 chirurghi che hanno proceduto a pianificare un trattamento sul distretto aorto-iliaco-femorale ha evidenziato una scelta corretta nel 49-63% con il solo eco-Doppler, e nel 70-77% con la sola angio-RM, che si dimostra più efficace degli ultrasuoni, ma non sufficiente per una pianificazione terapeutica corretta.²

Lo studio angiografico (integrativo e di complemento) è indicato solo nei pazienti con patologia arteriosa associata o ai pazienti destinati ad intervento chirurgico nei quali la diagnostica non invasiva non sia ritenuta sufficiente, in funzione della tecnica che si intende utilizzare.

La valutazione dell'aorta è generalmente ben fattibile ed esauriente con l'eco-Doppler, che consente di pianificare un trattamento endovascolare (PTA-stenting) delle iliache e in qualche caso anche una rivascolarizzazione aorto-femorale. Di solito con l'angio-TC o con l'angio-RM è possibile completare la pianificazione di un trattamento endovascolare per aneurisma.

Nello studio delle arteriopatie l'eco-Doppler dell'aorta andrebbe completato con lo studio del bivio femorale; per la valutazione delle arteriopatie degli arti inferiori si consulti l'apposita sezione.

ECODOPPLER DELL'AORTA E DEI SUOI RAMI: PROCEDURA

Strumentazione: eco-Doppler o eco-color-Doppler; trasduttore da 3-4 MHz.

PROCEDURA

È preferibile eseguire l'esame dopo 12 ore di digiuno. Questo riduce la presenza di aria e di liquidi nell'intestino, facilitando la penetrazione degli ultrasuoni; in più una vescica piena può creare una finestra di bassa attenuazione sonora (che facilita lo studio della regione pelvica). Lo studio dell'addome deve essere eseguito a paziente supino in leggera posizione di anti-Trendelenburg; questo per migliorare la discesa degli intestini verso la pelvi ed aumentare il riempimento venoso.

Si usano generalmente sonde a bassa frequenza (3-4 MHz) per le scansioni profonde. La sonda viene applicata inizialmente parallelamente allo sterno, al di sotto del processo xifoide, in modo da visualizzare l'aorta longitudinalmente. Una rotazione di 90 gradi della sonda permette di ottenere una sezione trasversale dell'aorta stessa. Usando questo vaso come punto di riferimento e modificando l'angolazione della sonda, si può identificare il tronco celiaco e la sua triforcazione in gastrica sinistra, epatica e splenica. Il segmento prossimale dell'arteria mesenterica superiore è più facilmente visualizzabile in sezioni longitudinali, dal momento che decorre parallelo all'aorta stessa. I reperti velocimetrici Doppler vengono generalmente effettuati all'origine di ogni vaso, ma è possibile eseguirli lungo tutto l'asse visibile di ogni singola arteria. Le arterie epatica e splenica vengono visualizzate oltre la triforcazione del tronco celiaco. Talvolta l'arteria mesenterica superiore ed il tronco celiaco originano dall'aorta come tronco comune.

Sempre in sezione trasversale la sonda viene spostata verso il basso per visualizzare gli altri rami dell'aorta. La vena renale sinistra decorre fra l'aorta e l'arteria mesenterica superiore. Successivamente l'arteria renale destra origina lateralmente e passa sotto la vena cava inferiore; l'arteria renale sinistra si trova invece sotto la vena renale sinistra e spesso si approfondisce improvvisamente. Bisogna essere attenti all'eventualità di arterie renali accessorie o doppie da ciascun lato. L'arteria mesenterica inferiore viene visualizzata solo in alcuni casi.

Con la sonda a livello dell'ombelico si visualizza l'aorta distale e la biforcazione aortica in sezione longitudinale e trasversale, quindi la scansione prosegue per lo studio delle arterie iliache.

La scansione in B-mode con l'ausilio del color-flow-mapping consente una elevata attendibilità della metodica; alla valutazione morfologica si sommano le informazioni flussimetriche. Da un punto di vista ultrasonografico, i criteri per la diagnosi non invasiva del distretto aorto-iliaco suggeriti da Schneider et al.³, e basati sul confronto con l'angiografia sono i seguenti:

Riduzione del diametro lume	Caratteristiche del picco di velocità sistolica e dell'analisi spettrale
Nessuna < 50%	Non definito PSV normale, solitamente <120 cm/s onda trifasica PSV sulla stenosi / PSV prossimale <2 mantenimento del reversed flow e lieve allargamento dello spettro
50-79%	PSV sulla stenosi / PSV prossimale >2 flusso reverse assente turbolenza post-stenotica immediatamente dopo la stenosi allargamento dello spettro onda monofasica immediatamente dopo la stenosi con ridotta PSV possibile normalizzazione delle onde distalmente alla stenosi PSV 150 - 300 cm/s
80-99%	PSV sulla stenosi / PSV prossimale >2 flusso reverse assente turbolenza post-stenotica subito dopo la stenosi ampio allargamento dello spettro onda monofasica immediatamente dopo la stenosi PSV > 300 cm/s
Occlusione	Assenza di flusso nell'arteria visualizzata Onda monofasica, colpo preocclusivo prossimale all'occlusione Onda monofasica distale con velocità ridotta

Tab. 4.1

CONTROLLI POSTOPERATORI

L'esame clinico (EC) del paziente si limita alla palpazione dei polsi periferici distali, se presenti o recuperati alla fine della procedura stessa, alla valutazione del trofismo cutaneo degli arti, alla valutazione di eventuali zone di malperfusionazione cutanea (eventuali eventi microembolici periferici).

Oltre all'esame clinico, l'esame routinario per i pazienti sottoposti a rivascolarizzazione aortica o aorto-iliaco-femorale, per aneurismi o per arteriopatie ostruttive, è rappresentato dall'eco-Doppler, che consente di rilevare la presenza di complicanze, anche se in alcuni casi può non essere sufficiente per valutarne la natura.

I parametri e le complicanze più frequenti da valutare dopo un intervento di rivascolarizzazione aortica sono:

- pervietà della protesi
- pervietà degli assi vascolari a valle
- patologia delle anastomosi
 - ectasia nella zona di impianto
 - pseudo-aneurisma (distacco) della protesi
- presenza di ematomi periprotetici
- presenza di infezioni
- dilatazione della protesi
- dilatazione arteriosa a monte o a valle della protesi

Nel controllo andranno, altresì valutate:

- la pervietà e l'integrità dei vasi a monte ed a valle,
- la perfusione delle arterie viscerali,
- l'evoluzione delle lesioni non trattate,

Le **indagini strumentali utilizzabili** per i controlli post-operatori immediati ed a distanza vengono generalmente richieste in base alla presenza di complicazioni o di quadri clinici poco chiari, evidenziati all'indagine ultrasonografica, che necessitano di ulteriori definizioni diagnostiche. Le principali indagini sono:

- la Rx standard (RX), utilizzata solo per la valutazione di complicanze addominali prevalentemente non vascolari
- il Doppler ad onda continua (CWD) per la determinazione della pressione alla caviglia o della pressione segmentaria degli arti
- l'angio TC o la TC spirale (ATC), per la valutazione di pseudoaneurismi, sospette infezioni, patologie della protesi, comparsa di aneurismi veri dell'aorta a monte ed a valle dell'innesto nella pianificazione di un trattamento chirurgico o endovascolare
- l'angiografia (DSA), raramente utilizzata, e riservata a casi di pianificazione terapeutica o nella valutazione delle complicanze
- i radioisotopi (RDI), per la valutazione delle infezioni protesiche
- l'angio RM (ARM), in sostituzione prevalentemente dell'angiografia, utilizzata in particolare per la valutazione di rivascolarizzazioni associate dei vasi viscerali, non ben valutabili all'eco-Doppler.

Nella valutazione di un aneurisma trattato chirurgicamente occorre ricordare che quando è possibile il chirurgo avvolge la protesi nella sacca aneurismatica, per separarla dall'intestino tenue, e questo ha portato chi non conosce la tecnica a fare diagnosi di persistenza dell'aneurisma, per la particolare somiglianza dei due quadri ecografici.

Il problema **infezione**, quantunque raro, rappresenta sempre un problema diagnostico di difficile soluzione e, il più delle volte, nonostante le più moderne acquisizioni strumentali, viene risolto solo dall'esplorazione chirurgica. Fatto sta che raccolte periprotetiche, soprattutto se presenti nei controlli effettuati nel postoperatorio, possono essere legate a raccolte ematiche o siero-ematiche, non necessariamente espressione di un processo infettivo. La loro prima comparsa solo a distanza di tempo dalla procedura, una volta esclusa la possibilità di una deiscenza anastomotica, deve sempre porre il sospetto di una infezione. L'ECD non è in grado di differenziare raccolte ematiche da quelle di altro materiale, a meno che non si evidenzia una fonte di rifornimento della raccolta ad opera di una soluzione di continuo di un vaso o di una anastomosi. La ATC potrà differenziare abbastanza bene raccolte che assumono contrasto, da quelle di vecchia data con formazioni trombotiche ormai consolidate, da raccolte liquide o contenenti aria⁴.

Un discorso a parte merita l'uso dei RDI. I leucociti marcati con ⁹⁹Tc o ¹¹¹In rappresenterebbero idealmente il

marker più attendibile di una raccolta infettiva cellulomediata: un loro deposito in sede di anastomosi o lungo la protesi indicherebbe che l'evento infettivo si è ormai determinato ed alcuni quadri evidenziano inequivocabilmente deiscenze infette o fistole aorto-enteriche⁵.

Purtroppo una negatività dell'esame o una sua scarsa significatività non possono escludere che l'infezione sia in fieri o già in atto, mentre esami radioisotopici effettuati troppo precocemente dalla procedura chirurgica o endovascolare possono risultare falsamente positivi. L'evento infettivo, soprattutto per le gravi e spesso letali conseguenze che comporta, andrà valutato sulla base di evidenze cliniche, laboratoristiche e su quadri diagnostici desunti da più indagini strumentali, non esclusa una biopsia eco o TC guidata⁶.

Va ricordata la possibilità di evidenziare, mediante esofago-gastro-duodenoscopia, soluzioni di continuo della parete del duodeno (solitamente della sua terza porzione), associate o meno a sanguinamenti, in corso di **fistola aorto-enterica**, per decubito della struttura metallica dell'endoprotesi, prima sulla sacca e successivamente sulla parete intestinale⁷. L'ECD, al pari della DSA, e a meno di deiscenze della anastomosi aortica, risulta di scarsa utilità, mentre l'ATC è ampiamente in grado di evidenziare l'evento morboso: in queste circostanze il quadro tomografico sarà molto simile a quello infettivo, sottolineando il possibile "contatto" fra protesi e intestino (Low RN). L'**evoluzione delle lesioni non trattate** troverà soprattutto nell'ECD, in caso di lesioni steno-ostruttive, o anche nell'ATC, in presenza di dilatazioni segmentarie o polidistrettuali, gli esami di scelta per un controllo adeguato e completo. Il controllo dell'indice caviglia-braccio, valutato con il CWD, in assenza di sintomatologia clinica, sarà sufficiente a valutare la stabilità di lesioni steno-ostruttive preesistenti⁸.

RACCOMANDAZIONI

La prima procedura, oltre alla valutazione clinica è ultrasonografica con eco-(color)-Doppler, estremamente attendibile nella patologia aneurismatica ma anche in quella ostruttiva.

Raccomandazione 4-1 **Grado A**

L'eco-color-Doppler consente di evidenziare il profilo, della parete aortica e il diametro nonché fornisce informazioni sull'origine dei principali rami di derivazione. In caso di ectasia-aneurisma, consente di valutare il diametro a livello delle renali (sopra e sotto), il diametro massimo dell'aorta e dei suoi rami e se esiste un colletto rettilineo sotto le renali. Evidenzia ispessimenti parietali (aortite - aneurisma infiammatorio), la presenza di trombo endoluminale o la presenza di segni di dissecazione

Raccomandazione 4-2 **Grado B**

L'imaging radiologico con angio-TC o angio-RM (integrativo) completa lo studio ultrasonografico nella determinazione della sede e della natura della lesione, e nella valutazione della patologia di parete, in previsione di un approccio ricostruttivo chirurgico o endovascolare.

Raccomandazione 4-3 **Grado C**

Lo studio angiografico (integrativo e complementare) è indicato solo nei pazienti con patologia arteriosa associata o ai pazienti destinati ad intervento chirurgico nei quali la diagnostica non invasiva non sia ritenuta sufficiente, in funzione della tecnica che si intende utilizzare.

Raccomandazione 4-4 **Grado C**

L'ecodoppler è indicato nello studio periodico dei pazienti operati di rivascolarizzazione aortica o aorto-iliaco-femorale. Il referto deve riportare la presenza di complicanze anastomotiche, di trombosi endoluminali, il diametro della protesi e, nei casi trattati con protesi endovascolari, la presenza di flusso ematico periprotetico.

Raccomandazione 4-5 **Grado C**

PROPOSTA DI REFERTAZIONE DI ECODOPPLER AORTO-ILIACO

Cognome, Nome età data/...../...../

L'esame viene eseguito con

Apparecchio

Tipo sonda

Descrizione del profilo e della parete aortica:

.....

Ø aorta soprarenale cm; Ø aorta iuxta renale cm; Ø aorta sottorenale cm

presenza di placche No Sì % stenosi

Aneurisma No Sì

Ø massimo AP..... cm, Ø massimo LL cm, lunghezza del tratto dilatato ... cm

Trombosi parietale No Sì Lume residuo cm

colletto rettilineo sotto le renali No Sì lunghezza cm

Descrizione del profilo e della parete delle iliache:

Presenza di stenosi NO SI%

Presenza di occlusione NO SI

Lunghezza della stenosi - occlusione cm

Presenza di aneurismi NO SI Ø massimo aneurisma cm

QUESTA DESCRIZIONE VA RIPORTATA PER ILIACA COMUNE, ESTERNA, INTERNA DX E SN.

Controllo protesi/endoprotesi

Descrizione

Diametro protesi a livello aortico cm a livello iliaco ... cm a livello femorale cm

Presenza di pseudaneurisma aortico Ø ... cm -

Pseudoaneurisma anastomosi distale Destra cm ... Sinistra cm

Comparsa di endoleak di tipo I - II - III - IV

visibile con power SI NO

visibile con eco-contrasto SI NO

Ø massimo aneurisma aortico cm

BIBLIOGRAFIA

- 1 Koelmay M J, Denhartog D, Prins M H, Kromhout J G, Legemate D A, Jacobs M J.. Diagnosis of arterial disease of the lower extremities with duplex ultrasonography. *British Journal of Surgery* 1996-, 83(3):404-409.
- 2 Leiner T, Tordoir JH, Kessels AG, Nelemans PJ, Schurink GW, Kitslaar PJ, Ho KY, van Engelshoven JM. Comparison of treatment plans for peripheral arterial disease made with multi-station contrast medium-enhanced magnetic resonance angiography and duplex ultrasound scanning. *J Vasc Surg.* 2003 Jun;37(6):1255-62.
- 3 Schneider PA, Ogawa DY, Rush MP. Lower extremity revascularization without contrast arteriography: a prospective study of operation based upon duplex mapping. *Cardiovascular Surgery* 1999;7:699-703
- 4 Orton DF, LeVeen RF, Saigh JA, Culp WC, Fidler JL, Lynch TJ, Goertzen TC, McCowan TC: Aortic prosthetic graft infections: radiologic manifestations and implications for management. *Radiographics.* 2000 Jul-Aug;20(4):977-93
- 5 Delgado M, Prats E, Benito JL, Abos MD, Garcia-Lopez F, Tomas A, Razola P, Pina JI, Banzo J: Scintigraphy with ^{99m}Tc-HMPAO labeled leukocytes and computed tomography in the diagnosis of vascular graft infection. A comparative study *Rev Esp Med Nucl.* 1999;18(2):77-83
- 6 Golder W, Wolf KJ: CT-guided aspiration biopsy of infected aortic graft in a patient with hypertrophic osteoarthropathy. Saline injection to improve diagnostic yield-acase report. *Acta Radiol.* 2001 Jan;42(1):59-62
- 7 Gattuso R, Gossetti B, Benedetti-Valentini F, Rossi P: Aorto-enteric fistula following abdominal aortic aneurysms repair by endograft. *EJVES* 2002;4:48-51
- 8 Bird CE, Criqui MH, Fronck A, Denenberg JO, Klauber MR, Langer RD: Quantitative and qualitative progression of peripheral arterial disease by non-invasive testing. *Vasc Med.* 1999;4(1):15-21

5- LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELLE ARTERIE E VENE VISCERALI

INDAGINI UTILIZZABILI:

- ultrasonografia:
 - eco-Doppler (duplex)
 - eco-color-Doppler
- imaging radiografico
 - angio - TC
 - angio - RM
- angiografia

Il tripode celiaco e l'arteria mesenterica superiore (AMS) non sono frequentemente affette da una patologia stenotrostruttiva di tipo ateromasico, ed anche quando lo sono, i pazienti rimangono a lungo asintomatici per la presenza di un ricco circolo collaterale fra tripode, arteria mesenterica superiore ed arteria mesenterica inferiore, e fra questi vasi ed il circolo aortico, attraverso la gastrica e le emorroidarie.

Più frequente, invece, un interessamento delle arterie renali; nei pazienti affetti da arteriopatia periferica, l'incidenza di una stenosi dell'arteria renale oscilla fra il 30-40% e la progressione della stenosi si verifica in circa il 20% dei casi^{1,2}.

Non sempre i portatori di stenosi dell'arteria renale risultano ipertesi; in molti casi il reperto rappresenta un riscontro occasionale durante una valutazione angiografica per AOCP o per aneurisma dell'aorta addominale. In una revisione dell'angiografia di 500 pazienti, Eyster et al.³ identificarono una lesione dell'arteria renale nel 35% dei normotesi. Oltre alle lesioni aterosclerotiche, sono note le lesioni displastiche, associate in alcuni casi a lesioni displastiche della carotide, che compaiono in età giovanile, prevalentemente nel sesso femminile e dopo una gravidanza.

Attualmente la necessità di applicazione delle indagini duplexscanner ed eco color doppler è richiesta nei seguenti studi:

- a) ischemia mesenterica cronica secondaria ad arteriopatia cronica ostruttiva;
- b) stenosi dell'arteria renale con ipertensione nefrovascolare;
- c) patologia renale parenchimatosa con riduzione del flusso renale (incluso insuccesso di trapianto renale);
- d) patologia occlusiva ed aneurismatica dell'aorta addominale e delle arterie iliache;
- e) ipertensione portale con alterazione di flusso portale;
- f) aneurismi delle arterie viscerali.
- g) controllo degli interventi di rivascularizzazione delle arterie viscerali e delle derivazioni porto-cavali o delle altre anastomosi chirurgiche che si effettuano per ridurre la pressione venosa portale

ITER DIAGNOSTICO

1. La prima procedura, oltre alla valutazione clinica è ultrasonografica con eco-(color)- Doppler, riservando l'imaging radiologico allo studio di patologie aneurismatiche e/o di lesioni mal valutabili con gli ultrasuoni.
2. L'indagine con il color Doppler è l'unica metodica non invasiva che permette la definizione diagnostica delle lesioni arteriose viscerali e costituisce un metodo oggettivo di monitoraggio dei risultati della chirurgia ricostruttiva sotto forma di by-pass o di angioplastica. Il vantaggio apportato dal colorDoppler consiste, sia a livello dei rami di derivazione mesenterici che a livello delle renali, principalmente nel mettere in evidenza la presenza di flussi anche in aree in cui la risoluzione bidimensionale è scarsa e nell'indirizzare quindi in modo corretto lo studio emodinamico con il Doppler pulsato.

L'indagine con il duplexscanner o con color Doppler è l'unica metodica non invasiva che permette la definizione diagnostica delle lesioni arteriose viscerali e costituisce un metodo oggettivo di monitoraggio dei risultati della chirurgia ricostruttiva sotto forma di by-pass o di angioplastica.

Il vantaggio apportato dal colorDoppler consiste, sia a livello dei rami di derivazione mesenterici che a livello delle renali, principalmente nel mettere in evidenza la presenza di flussi anche in aree in cui la risoluzione bidimensionale è scarsa e nell'indirizzare quindi in modo corretto lo studio emodinamico con il Doppler pulsato.

3. La sensibilità e specificità nella diagnosi di stenosi è aumentata dall'uso del mezzo di contrasto;⁴ l'attendibilità degli ultrasuoni con mezzo di contrasto è maggiore dell'associazione eco-Doppler senza contrasto più scintigrafia al captopril.⁵ Argalia G et al.⁶ riportano una sensibilità e specificità del 75% e 70.1% col color-Doppler, del 100% e dell'87.5% con l'uso del mezzo di contrasto e rispettivamente del 100% e 91.6% con l'angio-RM. Blebea J, et al.⁷ riportano una accuratezza nella diagnosi di stenosi emodinamiche del 50% col l'eco-Doppler standard e del 75% col mezzo di contrasto, mentre la visualizzazione di arterie normali o minimamente patologiche è stata del 94% con l'esame standard e del 97% con l'uso del mezzo di contrasto. Secondo Cianci et al.⁸ il mezzo di contrasto non migliora la attendibilità diagnostica nelle stenosi ostiali. L'utilizzo del mezzo di contrasto nei pazienti in cui la diagnosi non è certa porta ad una diagnosi di certezza con un possibile trattamento etiologico e a riduzione relativa dei costi in farmaci.⁹
4. Secondo de Haan MW et al.¹⁰ l'ampio range di valori soglia, di specificità e sensibilità riportati in letteratura, ed il numero di esami tecnicamente incompleti, non consente di proporre l'eco-Doppler nello screening dell'ipertensione renovascolare, anche se può essere considerato proponibile nei soggetti ipertesi giovani o ad elevato rischio cardiovascolare. Di parere contrario Zierler RE¹¹, che ritiene che nonostante i limiti sovraesposti e la difficoltà di evidenziare arterie renali accessorie patologiche, l'indagine ultrasonografica offra il metodo migliore per lo screening dell'ipertensione renovascolare o dell'ischemia renale.
5. Va ricordato inoltre come il miglior controllo pre e postoperatorio in caso di trapianto renale con anastomosi sui vasi iliaci. Anche la possibilità di studio parenchimale dei vasi risulta di notevole importanza nell'eventualità di reazioni di rigetto e di necrosi tubulare. Dopo trapianto i parametri emodinamici (PSV e RI) si normalizzano.¹² Alcuni autori ritengono che i valori di PSV di 2.5m/s non rappresentino la soglia ideale per identificare i pazienti da studiare con angiografia, con una specificità del 70%, con un valore predittivo positivo (VPP) del 18% ed un valore predittivo negativo (VPN) del 100%, con un 6% di angiografie inutili. Un valore soglia di 3 m/s comporta una specificità del 93%, un VPP del 33% ed un VPN del 99%.¹³
6. Sebbene con mani esperte si riesca ad ottenere una buona visualizzazione del tripode celiaco e dell'arteria mesenterica superiore nell'80-95% dei casi, e studi controllati con l'angiografia, sia in pazienti polidistrettuali che in pazienti sintomatici, abbiano mostrato una elevata accuratezza diagnostica dell'indagine ultrasonografica¹⁴, la variabilità di emergenza e le anomalie anatomiche dei vasi viscerali sono tanto elevate ed il range delle velocità di flusso normali ed anormali è tanto ampio che i parametri duplex riportati da studi su volontari sani non sono automaticamente applicabili¹⁵.
7. Anche a livello dei vasi viscerali l'imaging radiologico, ed in particolare l'angio-RM viene proposta sempre più di frequente in letteratura in sostituzione dell'angiografia, in particolare per le lesioni delle arterie renali, dove la lesione viene molto bene identificata e rappresentata sotto il profilo morfologico. Alcuni autori la propongono nei pazienti con sospetta lesione bilaterale e/o in quelli ad elevato rischio di complicazioni da angiografia¹⁶. Il miglioramento delle tecnologie porterà a proporre queste metodiche per lo screening delle lesioni renali (Zierler)¹¹
8. Anche se l'angiografia rappresenta il mezzo più efficace per dimostrare una lesione delle arterie renali, essa non è applicabile per effettuare indagini di screening per popolazioni di soggetti a rischio.
9. L'angiografia, pertanto, dovrebbe essere utilizzata nei casi dubbi, in pazienti sintomatici in cui sia necessario definire meglio la patologia o in previsione di un trattamento di rivascularizzazione, anche in considerazione dell'elevata incidenza di emboli colesterinici dopo angiografia. Fine et al.¹⁷ su una revisione di 221 casi comprovati dall'esame istologico, riferiscono, infatti, che il 17% dei pazienti erano stati sottoposti ad angiografia dei grossi vasi nei giorni precedenti l'insorgenza della sintomatologia.

Anche a livello dei vasi viscerali l'imaging radiologico, ed in particolare l'angio-RM viene proposta sempre più di frequente in letteratura in sostituzione dell'angiografia, in particolare per le lesioni delle arterie renali, dove la lesione viene molto bene identificata e rappresentata sotto il profilo morfologico. Alcuni autori la propongono nei pazienti con sospetta lesione bilaterale e/o in quelli ad elevato rischio di complicazioni da angiografia¹⁵⁹.

ECODOPPLER DEI VASI VISCERALI

Strumentazione: eco-Doppler o eco-color-Doppler; trasduttore da 3-4 MHz.

PROCEDURA

Come per lo studio dell'aorta addominale, è preferibile eseguire l'esame dopo 12 ore di digiuno. Questo riduce la presenza di aria e di liquidi nell'intestino, facilitando la penetrazione degli ultrasuoni; in più una vescica piena può creare una finestra di bassa attenuazione sonora (che facilita lo studio della regione pelvica). Lo studio dell'addome deve essere eseguito a paziente supino in leggera posizione di anti-Trendelenburg; questo per migliorare la discesa degli intestini verso la pelvi ed aumentare il riempimento venoso.

La tecnica è quella già descritta per l'aorta addominale. La sonda viene applicata inizialmente perpendicolarmente, al di sotto del processo xifoide, in modo da visualizzare l'aorta longitudinalmente. Una rotazione di 90 gradi della sonda permette di ottenere una sezione trasversale dell'aorta stessa. Usando questo vaso come punto di riferimento e modificando l'angolazione della sonda, si può identificare il tronco celiaco e la sua triforcazione in gastrica sinistra, epatica e splenica. Il segmento prossimale dell'arteria mesenterica superiore è più facilmente visualizzabile in sezioni longitudinali, dal momento che decorre parallelo all'aorta stessa. I reperti velocimetrici Doppler vengono generalmente effettuati all'origine di ogni vaso, ma è possibile eseguirli lungo tutto l'asse visibile di ogni singola arteria. Le arterie epatica e splenica vengono visualizzate oltre la triforcazione del tronco celiaco. Talvolta l'arteria mesenterica superiore ed il tronco celiaco originano dall'aorta come tronco comune.

Sempre in sezione trasversale la sonda viene spostata verso il basso per visualizzare gli altri rami dell'aorta. La vena renale sinistra decorre fra l'aorta e l'arteria mesenterica superiore, ma in alcuni casi è retroaortica. Successivamente l'arteria renale destra origina lateralmente e passa sotto la vena cava inferiore; l'arteria renale sinistra si trova invece sotto la vena renale sinistra e spesso si approfondisce improvvisamente. Bisogna essere attenti all'eventualità di arterie renali accessorie o doppie da ciascun lato. L'arteria mesenterica inferiore viene visualizzata solo in alcuni casi.

Con la sonda a livello dell'ombelico si visualizza l'aorta distale e la biforcazione iliaca in sezione longitudinale e trasversale.

Per la visualizzazione della vascolarizzazione del fegato si usa una scansione antero-laterale. Il paziente viene posto in decubito laterale sinistro e si esegue lo studio attraverso il lobo epatico destro, al di sotto dell'arcata costale. La vena porta è accompagnata sulla destra dal dotto biliare comune e sulla sinistra dall'arteria epatica.

Quando si indaga sulla circolazione renale l'esame può essere condotto a paziente in posizione prona, ponendo la sonda sul fianco del paziente. In questa posizione è possibile stimare con maggiore precisione la lunghezza del rene, lo spessore della corticale e la velocità di flusso dei vasi midollari e corticali.

Le fasi di inspirazione e di espirazione modificano la pressione intraaddominale ed anche la posizione delle strutture sul piano di insonorizzazione, oltre alla focalizzazione del volume campione nell'uso del Doppler pulsato. L'esame, quindi, deve essere eseguito facendo interrompere per brevi periodi la respirazione e in ogni caso occorre abituarsi all'osservazione intermittente delle diverse strutture. Inoltre il volume campione del Doppler P.W., meglio guidato se associato ad un esame color Doppler, può essere allargato per comprendere le variazioni di movimento dei vasi e per permettere la loro insonorizzazione continua.

RAMI DELL'AORTA: Reperti ultrasonografici

Tronco celiaco

Il tronco celiaco è un vaso della lunghezza di alcuni centimetri, che si divide in arteria epatica comune, gastrica sinistra e splenica.

I normali livelli di flusso di questi vasi sono caratterizzati da reperti di bassa resistenza vascolare simili a quelli della carotide interna. Il flusso subisce un picco sistolico ma mantiene alta velocità anche durante la diastole. A livello del tronco celiaco le misurazioni del picco sistolico variano da 120 a 200 cm al secondo.

Arteria mesenterica superiore

È generalmente identificata in sezione longitudinale come un vaso parallelo e poco divergente nel suo primo tratto dall'aorta, la cui emergenza si localizza a pochi centimetri dal tronco celiaco. Il reperto Doppler presenta normalmente caratteristiche trifasiche di velocità, che indicano durante il digiuno la componente di alte resistenze della sua circolazione periferica, così come avviene nelle arterie muscolari tipo l'arteria femorale comune. Durante la digestione si verifica un innalzamento del flusso diastolico su questa arteria.

Una velocità di picco sistolico (PSV) >225 cm/sec e/o una velocità di fine diastole (EDV) > 60 cm/sec sono indicative di una stenosi dell'AMS > 50%. In alcune casistiche i valori limiti nei casi normali sono risultati: PSV 275-300 cm/s ed EDV 45-55 cm/s¹⁸. L'aumento della velocità diastolica correla meglio con le stenosi dell'AMS > 50%.¹⁹ La specificità e l'accuratezza del duplex scanning del tripode celiaco e dell'arteria mesenterica superiore è > 80%. L'influenza dei circoli collaterali o dei test di stimolo col pasto è ignota²⁰, la somministrazione di un pasto ad alto contenuto calorico (600 Kcal) trasforma l'intestino tenue da organo ad alta resistenza in organo a bassa resistenza e conseguentemente l'onda Doppler si modifica da trifasica a bifasica. Tuttavia, se sono presenti delle stenosi nell'arteria mesenterica superiore, un flusso aumentato dopo alimentazione esaggererà la velocità di picco sistolico e di conseguenza l'allargamento dello spettro²¹. Tutti i tipi di pasto (misti, carboidrati, grassi o proteine) aumentano la velocità di flusso ed il diametro (e pertanto il flusso ematico); l'acqua e le soluzioni isotoniche di sodio cloruro non aumentano il flusso ematico. Le alterazioni dei parametri di flusso sono più pronunciate circa 60' dopo l'assunzione di un pasto misto.

Un recente review article²² riporta numerose condizioni che possono interferire con la velocità di flusso nei vasi viscerali. Nei pazienti con patologie infiammatorie intestinali la velocità di flusso ed il volume ematico sono aumentati (morbo celiaco dell'adulto e del bambino e nella M. di Crohn. Il flusso mesenterico è aumentato anche nei cirrotici, nei quali, però, la risposta al pasto nella AMS è comparabile a quella dei soggetti sani. Un aumento di flusso con un calo delle resistenze mesenteriche è stato descritto nei bambini operati con successo per coartazione aortica. Fra le condizioni fisio-patologiche o i farmaci, oltre al pasto, aumentano il flusso sistolico e diastolico nell'AMS le malattie infiammatorie intestinali; la tireotossicosi ed il glucagone aumentano solo il flusso sistolico, mentre ipotensione e l'ipovolemia ipotensiva (head-up tilt) aumentano il flusso diastolico riducendo il picco sistolico. La vasopressina riduce il picco sistolico lasciando inalterato il flusso diastolico.

Arteria renale

Le arterie renali si identificano direttamente alla loro origine dall'aorta o nel tratto preparenchimale. Normalmente esse non hanno origine dall'aorta allo stesso livello, per cui occorre studiare separatamente su piani differenti le arterie di ogni lato.

L'arteria renale destra presenta per la sua posizione anatomica un decorso più lungo della sinistra. Il parenchima renale presenta un distretto arteriolare a bassa resistenza di flusso, per cui i reperti Doppler che si ottengono dall'arteria renale, nel tratto prossimale, medio e distale sono caratterizzati da una alta componente di flusso diastolico.

Nel soggetto normale la **velocità di picco sistolico** (PSV) è di circa 100±20 cm/sec ed i livelli di velocità risultano simili in entrambe le arterie renali. Il rapporto della velocità di picco sistolico dell'aorta rispetto a quello della stenosi renale (**Rapporto aorto-renale - RAR**) è normalmente < 3.5²³; una stenosi inferiore al 60% del diametro comporta una PSV > 180 cm/sec ed un RAR < 3.5 mentre una stenosi superiore al 60% è caratterizzata da una PSV > 180 cm/sec e da un RAR > 3.5²⁴. Questo rapporto è valido quando l'aorta non è aneurismatica o diffusamente ectasica.

L'analogia del segnale di flusso dell'arteria renale con quello dei vasi carotidei, in particolare la carotide interna, ha permesso di applicare numerosi parametri velocitometrici e di analisi spettrale del segnale Doppler già adottati a livello dei TSA.

Lo studio della sospetta stenosi della arteria renale presenta sensibilità e specificità elevata applicando alcuni di questi parametri.

L'arteria renale deve essere valutata sia a livello ostiale, che post-ostiale e ilare.

La singola valutazione distale all'ilo renale o a livello parenchimale, non permette la diagnosi delle stenosi ostiali o post-ostiali uguali o inferiori al 70-75% del lume, a causa della normalizzazione del segnale di flusso in caso di valutazione a distanza dall'area stenotica.

Il **tempo di picco** in questi casi appare nei limiti della norma (inferiore a 0.07 secondi).

La ricerca del segmento ostiale deve essere sempre tentata, fruttando anche proiezioni oblique, laterali o coronali, che in particolare a livello della arteria renale destra, permettono di ottenere una migliore insonazione e spesso riducono la necessità di effettuare correzioni estreme dell'angolo Doppler.

Un altro parametro da valutare in questo distretto è l'**indice di resistenza** resistance index (RI): $(1 - \frac{\text{end diastolic velocity}}{\text{maximum systolic velocity}}) * 100$

L'RI rappresenta a livello della vascularizzazione degli organi parenchimosi, la capacità di apportare un flusso costante a bassa impedenza ai vasi di minore calibro che rappresentano la maggioranza del circolo arteriolo-capillare.

I valori di normalità dell'RI a livello dei vasi renali sono compresi fra 0.55 e 0.75-0.77, analogamente che a livello del distretto carotideo.

Incremento dell'RI, uguale o superiore a 0.80, apprezzabile a livello dello ostio della arteria renale e che si man-

tiene o si incrementa nel suo segmento intermedio, ilare e intraparenchimale, è presente in caso di patologia intraparenchimale o post-renale.

La presenza di elevato RI associato a stenosi della arteria renale, non indicherebbe una provata efficacia di PTA-stenting del vaso.²⁵⁻²⁸

Decremento rilevante, inferiore a 0.55, può essere presente in caso di stenosi serrata ostiale o post-ostiale od occlusione della arteria renale, con segnale di flusso a valle “dumped”(elevato Tempo di Picco, ridotto picco sistolico, elevato flusso diastolico).

Altra condizione di decremento si verifica in presenza di fistola A-V intraparenchimale, quadro in cui può essere attivato peraltro il sistema renina angiotensina con segni di ipertensione nefrovascolare.

Vena Porta e Vena mesenterica superiore

Lo studio dei vasi venosi viscerali è di prevalente interesse internistico (ecografia dell'addome superiore). Le valutazioni riguardano prevalentemente le caratteristiche dei flussi (presenza o assenza di flusso, shunt artero-venosi), la presenza di inversioni di flusso e la collateralizzazione in caso di trombosi o di l'ipertensione portale.

Controllo postoperatori

Generalmente le ricostruzioni dell'arteria mesenterica superiore vengono effettuate con protesi a partenza dall'aorta sottorenale, ma molti chirurghi anastomizzano la protesi nel tratto di aorta sopraceliaca o ad un ramo del tripode celiaco, mentre altri praticano la tecnica del reimpianto dell'arteria mesenterica sull'aorta (generalmente sottorenale); in alcuni casi vengono utilizzate delle anastomosi spleno-mesenteriche.

Le arterie renali, più frequentemente vengono rivascolarizzate con interposizione protesica a partenza dall'aorta, e con anastomosi distale (sulla renale) a volta termino-terminale ed a volta termino-laterale. In caso di renale particolarmente lunga o mobilizzabile, può essere eseguito un reimpianto diretto della renale sull'aorta. Alcuni chirurghi praticano l'endarterectomia transaortica, altri, molto raramente, una endarterectomia con patch del primo tratto della renale. Attualmente nella maggior parte dei pazienti viene effettuata l'angioplastica percutanea con o senza l'applicazione di stent.

Dopo rivascolarizzazione o stenting funzionante i parametri emodinamici rientrano nella norma (riduzione del RAR ed aumento dell'IR), espressione di riduzione delle velocità massime a livello del segmento trattato e di ripresa della modulazione dello stesso a valle.

Turbolenza del segmento dilatato, in particolare in presenza di stent, con regolarizzazione del segnale di flusso subito a valle, non indica restenosi., ma è espressione di moto disturbato segmentario.

Per una corretta interpretazione diagnostica e per la valutazione dei risultati clinici è indispensabile conoscere la tecnica di rivascolarizzazione effettuata.

Trapianto renale.

Sempre più frequentemente si rende necessaria una valutazione della vascolarizzazione del paziente sottoposto a trapianto renale.

La sede di abbozzo della arteria renale trapiantata sull'asse iliaco rappresenta il neo ostio renale e con rene normofunzionante mostra tipico flusso bifasico lungo tutto l'asse arterioso.

L'asse iliaco deve essere studiato con eco Color Doppler prima dell'intervento

La valutazione delle stenosi di questo tratto viene effettuata con gli stessi criteri riportati per l'arteria nativa.

La valutazione dell'RI è di estrema importanza nelle fasi precoci del trapianto e nel follow-up.

Incrementi di RI si correlano con fasi di rigetto precoce o di alterata funzionalità renale a distanza dal trapianto.

RACCOMANDAZIONI

Il tripode celiaco e l'arteria mesenterica superiore (AMS) non sono frequentemente affette da una patologia stenotrostruttiva di tipo ateromasico, ed anche quando lo sono, i pazienti rimangono a lungo asintomatici per la presenza di un ricco circolo collaterale fra tripode, arteria mesenterica superiore ed arteria mesenterica inferiore, e fra questi vasi ed il circolo aortico, attraverso la gastrica e le emorroidarie.

Sintesi 5-1

L'eco-(color)-Doppler dell'arteria mesenterica superiore e del tripode celiaco è indicato nei pazienti con sintomatologia da insufficienza celiaco mesenterica cronica.

Raccomandazione 5-1

Grado C

L'eco-(color)-Doppler dell'arteria mesenterica superiore e del tripode celiaco è integrativo nei pazienti con soffio vascolare epigastrico o irradiato al ventaglio mesenterico.

Raccomandazione 5-2

Grado C

L'eco-(color)-Doppler dell'arteria mesenterica superiore e del tripode celiaco è indicato nei pazienti che hanno subito una rivascolarizzazione delle arterie viscerali.

Raccomandazione 5-3

Grado C

L'interessamento stenotico delle arterie renali; nei pazienti affetti da arteriopatia periferica, compare con una incidenza che oscilla fra il 30-40% e la progressione della stenosi si verifica in circa il 20% dei casi, comunque non sempre i portatori di stenosi dell'arteria renale risultano ipertesi.

Sintesi 5-2

L'eco-(color)-Doppler delle arterie renali è indicato nei pazienti con ipertensione sisto-diastolica, con ipertensione giovanile o con alterazione della funzione renale.

Raccomandazione 5-4

Grado C

L'eco-(color)-Doppler delle arterie renali è integrativo e complementare nei pazienti con arteriopatia periferica giovanile e in quelli con aneurisma dell'aorta addominale.

Raccomandazione 5-5

Grado C

L'eco-(color)-Doppler delle arterie renali è indicato nei pazienti sottoposti a rivascolarizzazione renale chirurgica o interventistica.

Raccomandazione 5-6

Grado C

L'eco-(color)-Doppler delle arterie renali è indicato nel controllo pre e postoperatorio in caso di trapianto renale.

Raccomandazione 5-7

Grado C

L'imaging radiologico con angio-TC o angio-RM è integrativo dell'indagine ultrasonografica ed indicato nello studio di patologie aneurismatiche e/o di lesioni dei vasi viscerali mal valutabili con gli ultrasuoni, o nella valutazione preoperatoria qualora l'indagine ultrasonografica non sia ritenuta sufficiente, salvo non sia ipotizzabile dalla diagnostica ultrasonografica un trattamento endovascolare, nel qual caso l'angiografia diagnostica viene effettuata nel corso del trattamento endovascolare stesso..

Raccomandazione 5-8

Grado C

L'angiografia rappresenta il mezzo più efficace per dimostrare una lesione delle arterie renali.

Raccomandazione 5-9

Grado A

L'angiografia è indicata solo nei casi dubbi, in pazienti sintomatici in cui sia necessario definire meglio la patologia o in previsione di un trattamento di rivascolarizzazione, se l'imaging radiologico con angio-RM o angio-TC non fornisce indicazioni sufficienti o se è comunque indicato un cateterismo vascolare per altre diagnostiche, anche in considerazione dell'elevata incidenza di emboli colesterinici dopo angiografia.

Raccomandazione 5-10

Grado C

PROPOSTA DI REFERTAZIONE DI ECODOPPLER DEI VASI VISCERALI

Cognome, Nome età data/...../...../

L'esame viene eseguito con

Apparecchio

Tipo sonda

Descrizione del profilo e della parete del tripode e del tratto esplorabile dell'arteria epatica e della splenica:

.....

- Presenza di stenosi del % localizzata

- Presenza di aneurismi SI NO ϕ massimo aneurisma arteria cm

Descrizione del profilo e della parete dell'arteria mesenterica superiore:

.....

- Localizzazione della stenosi: ostiale SI NO , nel decorso SI NO , lunghezza della stenosi ... cm

- Presenza di aneurismi SI NO
- ϕ massimo aneurisma TC ... cm - AMS ... cm - Epatica ... cm - Splenica ... cm

Descrizione del profilo e della parete delle arterie renali, dall'ostio all'ilo

.....

- Localizzazione della stenosi: ostiale SI NO , nel decorso SI NO , lunghezza della stenosi cm

- Presenza di aneurismi SI NO localizzazione ostiale SI NO , nel decorso SI No, ilare SI NO , intraparenchimale SI NO caratteristiche
- ϕ massimo aneurisma arteria renale Dx cm, Sn cm
- presenza di comunicazioni artero-venose SI NO

- diametro longitudinale rene destro cm; diametro longitudinale rene sinistro cm;
- valutazione del parenchima renale e della pelvi (opzionale)

	PSV	EDV	% stenosi
	Val. norm.*	Val. norm.*	
Tripode	< 200 cm/sec		
Epatica			
Splenica			
Mesenterica sup. a digiuno	< 225-300 cm/sec	< 60 cm/sec	
Mesenterica sup. dopo pasto			
Renale destra	80-120 cm/sec		
RAR renale Dx	< 3.5		
Renale sinistra	80-120 cm/sec		
RAR renale Sn	< 3.5		

* range di valori considerati nella norma tratti dalla letteratura.

Descrizione del profilo della parete e del flusso delle vene (se richiesta o in presenza di evidente patologia)

- comprimibilità
- caratteristiche del flusso

BIBLIOGRAFIA

- 1 Salomon P, Brown MA. Renal artery stenosis and peripheral vascular disease: implications for ACE inhibitor therapy. *Lancet* 1990;336:321 (lettera)
- 2 Zierler RE, Bergelin RO, Isaacson JA, Strandness DE. Natural history of atherosclerotic renal artery stenosis: a prospective study with duplex ultrasonography. *J Vasc Surg* 1994; 19: 250-8
- 3 Eyler WR, Clark MD, Garman JR, Rian RL, Meininger DE. Angiography of the renal areas including a comparative study of renal arterial stenoses in patients with and without hypertension. *Radiology* 1962; 78:879-892
- 4 Drelich-Zbroja A, Jargiello T, Drelich G, Lewandowska-Stanek H, Szczerbo-Trojanowska M. Renal artery stenosis: value of contrast-enhanced ultrasonography. *Abdom Imaging*. 2004 Jul-Aug;29(4):518-24.
- 5 Lacourciere Y, Levesque J, Onrot JM, Wilson SR, Szaky E, Thibodeau M, Vasilevsky ML, Dashefsky SM, Allan DR, Lafortune M, Vendeville B, Zaleski WM, Page DE, D'Onofrio F. Impact of Levovist ultrasonographic contrast agent on the diagnosis and management of hypertensive patients with suspected renal artery stenosis: a Canadian multicentre pilot study. *Can Assoc Radiol J*. 2002 Oct;53(4):219-27
- 6 Argalia G, Cacciamani L, Fazi R, Salera D, Giuseppetti GM. Contrast-enhanced sonography in the diagnosis of renal artery stenosis: comparison with MR-angiography. *Radiol Med (Torino)*. 2004 Mar;107(3):208-17.
- 7 Blebea J, Zickler R, Volteas N, Neumyer M, Assadnia S, Anderson K, Atnip R. Duplex imaging of the renal arteries with contrast enhancement. *Vasc Endovascular Surg*. 2003 Nov-Dec;37(6):429-36.
- 8 Cianci R, Lai S, Mander A, Coen G, Mitterhofer P, Vitale M, Ciano G, Stirati G, Manfredini P, Clemenzia G. Could an echo contrast agent be helpful in identifying renal artery stenosis? *Minerva Cardioangiol*. 2002 Aug;50(4):347-56.
- 9 Levesque J, Lacourciere Y, Onrot JM, Wilson SR, Szaky E, Thibodeau M, Vasilevsky ML, Dashefsky SM, Allan DR, Lafortune M, Vendeville B, Zaleski WM, Page DE, D'Onofrio F. Economic impact of an ultrasonographic contrast agent on the diagnosis and initial management of patients with suspected renal artery stenosis. *Can Assoc Radiol J*. 2002 Oct;53(4):228-36.
- 10 de Haan MW, Kroon AA, Flobbe K, Kessels AG, Tordoir JH, van Engelshoven JM, de Leeuw PW. Renovascular disease in patients with hypertension: detection with duplex ultrasound. *J Hum Hypertens*. 2002 Jul;16(7):501-7.
- 11 Zierler RE. Is duplex scanning the best screening test for renal artery stenosis? *Semin Vasc Surg*. 2001 Sep;14(3):177-85.
- 12 Bruno S, Ferrari S, Remuzzi G, Ruggenti P. Doppler ultrasonography in posttransplant renal artery stenosis: a reliable tool for assessing effectiveness of revascularization? *Transplantation*. 2003 Jul 15;76(1):147-53.
- 13 Patel U, Khaw KK, Hughes NC. Doppler ultrasound for detection of renal transplant artery stenosis-threshold peak systolic velocity needs to be higher in a low-risk or surveillance population. *Clin Radiol*. 2003 Oct;58(10):772-7.
- 14 Ferretti G. Il distretto celiaco-mesenterico. In: C Rabbia, R. De Lucchi, R Cirillo (eds) – *Eco-color-Doppler vascolare – 2a edizione* -. Ed. Minerva Medica Torino, 1995 pp. 210-233
- 15 Geelkerken RH, van Bockel JH. Duplex ultrasound examination of splanchnic vessels in the assessment of splanchnic ischaemic symptoms. *Eur J Endovasc Surg* 1999;18:371-4
- 16 Cambria RP, Kaufman JL, Brewster DC, Gertler JP, LaMuraglia GM, Bazari H, Abbott WM. Surgical renal artery reconstruction without contrast arteriography: the role of clinical profiling and magnetic resonance angiography. *J Vasc Surg* 1999;29:1012-21
- 17 Fine MJ, Kapoor W, Falanga V. Cholesterol crystal embolisation: a review of 221 cases in the English literature. *Angiology* 1987; 38: 769-84
- 18 Geelkerken RH, van Bockel JH. Duplex ultrasound examination of splanchnic vessels in the assessment of splanchnic ischaemic symptoms. *Eur J Endovasc Surg* 1999;18:371-4
- 19 (Perko MJ, Just S, Schroeder TV. Importance of diastolic velocities in the detection of celiac and mesenteric artery disease by duplex ultrasound. *J Vasc Surg* 1997;26:288-293
- 20 Geelkerken RH, van Bockel JH. Mesenteric vascular disease: a review of diagnostic methods and therapies. *Cardiovascular Surgery* 1995;3:247-260
- 21 Nott DM, Fawcett A, Grocott E, Vashisht R, Cuming R. Duplex scanning of visceral arteries. In: Greenhalgh RM, *Vascular Imaging for Surgeons*, Saunders. London, 1995, pp 293-302
- 22 Perko MJ. Duplex ultrasound for assessment of superior mesenteric artery blood flow. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2001;21:106-117
- 23 Rabbia C. Il rene nativo: generalità. In: C Rabbia, R. De Lucchi, R Cirillo (eds) – *Eco-color-Doppler vascolare – 2a edizione* -. Ed. Minerva Medica Torino, 1995 pp. 326-348

- 24 Strandness DE jr. Duplex ultrasound scanning. In: Novick A, Scoble J, Hamilton G. Renal vascular disease. Saunders. London, 1996; pp: 119-133
- 25 Radermacher J. Echo-doppler to predict the outcome for renal artery stenosis. J Nephrol. 2002 Nov-Dec;15 Suppl 6:S69-76.
- 26 Berland LL, Koslin BD, Routh WD, Keller FS. Renal Artery Stenosis: prospective evaluation of diagnosis with color Duplex US compared with angiography. Radiology 1990; 174: 421-3
- 27 Barozzi L, Pavlica P, Sabattini A, Losinno F, Dondi M, De Fabritiis A, Amato A, Zuccalà A. Eco-duplex e color-Doppler nello studio dell'ipertensione reno-vascolare. La Radiologia Medica 1991; 81: 642-9
- 28 Palatresi S, Longari V, Airoidi F, Benti R, Nador B, Bencini C, Lovaria A, Del Vecchio C, Nicolini A, Voltini F, Gerundini P, Morganti A. Usefulness and limits of distal echo-Doppler velocimetric indices for assessing renal hemodynamics in stenotic and non-stenotic kidneys. J Hypertens. 2001 Aug;19(8):1489-96.

