

## Studio dell'anatomia dell'arteria epatica mediante TC multislice e ricostruzioni 3D nei pazienti candidati a trapianto di fegato

Gianluca PICCOLI - Stefano SMANIA - Francesco TOSO  
Ludovica BORGHESE - Raffaella POZZI MUCELLI  
Maurizio VERGENDO - Daniele GASPARINI\*  
Massimo BAZZOCCHI

**Scopo.** Valutare l'accuratezza diagnostica dell'angio-TC multistrato con ricostruzioni 3D nello studio dell'anatomia dell'arteria epatica e delle sue varianti, in pazienti candidati a trapianto di fegato

**Materiale e metodi.** Lo studio comprende 20 pazienti (12 maschi e 8 femmine) candidati a trapianto di fegato esaminati mediante TC multistrato con un protocollo trifasico dopo iniezione di MdC Iomeron 400 mg/ml ad un flusso di 5 ml/s e con partenza automatica delle scansioni in fase arteriosa, avendo posizionato il volume campione a livello dell'aorta toracica distale. In tutti i pazienti è stato usato lo stesso protocollo 3-5.5-3-2 (collimazione, Pitch, spessore, intervallo di ricostruzione). L'indicazione alla TC era la valutazione del fegato e la definizione della eventuale presenza di lesioni focali epatiche pre-trapianto. Per ogni paziente abbiamo effettuato ricostruzioni 3D Volume Rendering e MIP dell'aorta e del tripode celiaco classificando l'anatomia secondo Michels. Tutti i pazienti successivamente sono stati sottoposti a trapianto di fegato e i risultati TC controllati *in vivo*.

**Risultati.** Quattordici pazienti hanno presentato alla TC multistrato una anatomia classica; mentre in 5 pazienti erano presenti varianti anatomiche ed in un paziente un aneurisma del tripode celiaco.

In tutti i pazienti l'anatomia arteriosa virtuale con angio-TC è stata confermata chirurgicamente.

**Conclusioni.** I nostri risultati iniziali indicano che l'angio-TC multislice è una tecnica valida nello studio preoperatorio dell'anatomia vascolare dell'arteria epatica nei pazienti candidati al trapianto di fegato, che può sostituire l'esame angiografico diagnostico dato che fornisce informazioni del tutto sovrapponibili, ma in modo non invasivo. Le ricostruzioni 3D sono risultate utili nella programmazione preoperatoria per la scelta delle tecniche chirurgiche più idonee.

PAROLE CHIAVE: Tomografia Computerizzata, multistrato - Arteria epatica, anatomia - Trapianto di fegato.

### *Multislice CT anatomy of hepatic artery in patients undergoing liver transplantation using 3D reconstructions*

**Purpose.** To evaluate the accuracy of multislice CT angiography, investigating vascular anatomy and anatomical variants of hepatic artery in patients undergoing liver transplantation

**Material and methods.** The study concerns 20 patients (12 male and 8 female) candidates to liver transplantation were examined using multislice CT with a triphasic protocol following the administration of Iomeron 400 mg/ml at a rate of 5 ml/s using Sure Start technique. The following protocol was applied in all patients: row thickness 3, pitch 5.5, image thickness 3, reconstruction 1. Vascular reconstruction was obtained with 3D Maximum Intensity Projection and Volume Rendering algorithms using the data of the arterial phase. All variants were classified by Michels's classification. All patients were transplanted and the anatomical results of CT have been verified surgically.

**Results.** CT angiography detected 5 anatomical variants of the hepatic artery and one aneurysm of the celiac trunk; the other 14 patients had a normal anatomy. In all patients the results of CT correlates with the surgical ones.

**Conclusion.** Our results suggest that multislice CT angiography is useful for planning surgical transplantation, giving precise information about vascular anatomy and its variants, (those are common). In our opinion this technique can replace conventional angiography.

KEY WORDS: Computed Tomography, multislice - Hepatic artery, anatomy - Liver transplantation.

### Introduzione

L'introduzione in uso clinico della Tomografia Computerizzata spirale multidetettore (TCMS) ha permesso di migliorare i limiti di risoluzione spazio-temporale che vincolavano la TC spirale monostrato, grazie alla possibilità di esaminare volumi corporei a collimazione ridotta ottenendo così una riduzione degli artefatti da movimento [1, 2].

Questa nuova tecnologia ha aumentato le possibilità diagnostiche della tomografia computerizzata (TC) estendendo allo studio dell'albero arterioso, che risulta attualmente uno dei campi di applicazione più promettenti e studiati [3, 4].

### Introduction

*The introduction of MSCT in clinical practice has improved spatial and temporal resolution limits of CT single detector, thank you to the possibility of examining reduced collimation body volumes, obtaining a drastic reduction in breathing movements [1, 2].*

*This increased CT diagnostic possibilities extending them to vascular system's study [3, 4].*

*This requires an high spatial resolution, therefore a specific methodology is needed (CT angiography).*

*A correct methodology (pure arterial phase) permits an high quality level in reconstructing and processing images,*

La diagnostica del sistema arterioso richiede una elevata risoluzione spaziale, e pertanto una metodologia TC appropriata (Angio-TC). Una metodologia corretta (fase arteriosa pura) consente ricostruzioni e elaborazioni di qualità e valenza diagnostiche, in grado di competere con le immagini angiografiche convenzionali (5, 6).

Il confezionamento delle anastomosi vascolari arteriose è il momento più difficile e delicato del trapianto di fegato, il chirurgo può vascolarizzare l'organo tramite una sutura diretta tra l'arteria epatica del ricevente e quella del donatore, oppure effettuare un by-pass mediante graft ottenuto con l'arteria iliaca del donatore tra l'aorta e l'arteria epatica del nuovo fegato [7].

La scelta tra una o l'altra opzione è dettata dalla presenza di varianti anatomiche del paziente ricevente o da discrepanze di calibro tra i due vasi o più raramente da patologie quali aneurismi o stenosi dei vasi nativi [7, 8]. In particolare la variante IX di Michel [10] (origine dell'arteria epatica comune dall'arteria mesenterica superiore), una delle varianti anatomiche più diffuse, richiede uno stravolgimento nell'ordine delle anastomosi e impone al chirurgo di suturare prima l'arteria epatica e poi la vena porta a causa del decorso profondo della arteria stessa situato posteriormente alla vena porta.

È fondamentale pertanto per la impostazione di una strategia chirurgica corretta, la misurazione dei calibri dell'arteria epatica comune e propria, dato che i pazienti con calibro inferiore a 3 mm devono, nella maggior parte dei casi, effettuare un by-pass aorto-epatico e non una anastomosi diretta termino-terminale per garantire una buona vascolarizzazione del nuovo organo [7-9].

Tenendo conto che i pazienti candidati a trapianto ortotopico di fegato, eseguono di routine uno studio TC multifasico del parenchima al fine di inquadrare lo stato della patologia epatica e la presenza di eventuali lesioni focali [6] e che i parametri tecnici normalmente utilizzati nello studio trifasico renderebbero possibile l'esecuzione di una valutazione angiografica, ci siamo proposti di verificare l'accuratezza delle ricostruzioni 3D nella valutazione dell'anatomia dell'arteria epatica.

Abbiamo utilizzato nell'ambito dello studio la classificazione Michel verificando i dati ottenuti con il riscontro chirurgico al momento del trapianto.

## Materiale e metodi

Abbiamo studiato 20 pazienti (12 maschi di età compresa tra 43 e 56 anni, media 50, e 8 femmine di età compresa tra i 37 e i 54 anni, media 47), di questi 14 erano portatori di cirrosi virus C o B relata, 4 di epatite cronica C relata e carcinoma epatocellulare unico < a 3 cm ed infine 2 erano affetti da cirrosi biliare primitiva.

Tutti gli esami sono stati eseguiti utilizzando un Tomografo Computerizzato Multistrato (TCMS) (Aquilion Toshiba, Tokio Japan).

Prima dell'esame ad ogni paziente sono stati somministrati 500 cc di acqua per os in circa 30 minuti come mezzo di contrasto orale relativamente «trasparente».

L'esame è stato eseguito dopo iniezione di MdC iodato non ionico (Iomeron 400; Bracco SPA, Milano, Italia) alla

*these can so far compete with angiographic conventional ones [5, 6].*

*Vascular anastomosis is the most difficult and delicate passage during liver transplantation.*

*The surgeon can vascularize the organ by a direct suture between the donee's hepatic artery and the donor's one or making an aorto-hepatic bypass obtained from donor's iliac artery [7].*

*The choice is due to anatomical variants, to differences in vessels's caliber, or rarely to their pathology such as aneurysm or stenosis [7, 8].*

*In particular Michel's IX variant [10] (hepatic artery originates from the superior mesenteric artery), one of the most common variant, requires a twisting in anastomosis's order since the artery has to be sutured before the portal vein because of its deeper location posterior to the vein.*

*It's necessary for a correct surgical procedure to know hepatic common and proper artery's calibers before the operation, since patients with inferior to 3 mm caliber need an aorto-hepatic bypass in order to grant a good vascularization of the new organ [7-9].*

*Since candidates to liver transplant routinely undergo CT to study hepatic disease's stage and possible focal lesions [6], since technical parameters normally applied in a triphasic liver's study make possible an angiographic valuation, we intended to evaluate the accuracy of 3D reconstruction in hepatic artery's study.*

*All variants were classified by Michel's classification, all data were surgically verified.*

## Materials and methods

*The study concerns 20 patients (12 male age 43 to 56, mean 50 and 8 female age 37 to 54, mean 47) candidate to liver transplantation.*

*Among them 14 had cirrhosis HCV or HBV related, 4 had chronic C hepatitis and a single hepatocellular cancer inferior to 3 cm, 2 had biliary primitive cirrhosis.*

*All the exams were performed with a multislice CT (TCMS) (Aquilion Toshiba, Tokio Japan).*

*Before the exam each patient had 500 cc of water with oral negative contrast within 30 minutes, non ionic Contrast media (Iomeron 400; Bracco SPA, Milano, Italy) at a rate of 5 ml/s, 2 ml/kg using a 18 G needle in an antecubital vein of the arm was injected.*

*Scansions were performed in arterious phase using a software (included in our machine) that automatically starts in arterious phase positioning the sample volume in the distal thoracaorta in a variable time within 18-27 seconds.*

*The protocol (Tab. I) consists in 3 spirals: an arterious phase with automatic start followed, after 5 minutes technical pause, by a second acquisition (late arterious phase or portal filling), finally a late scanning in interstitial phase after 60-70 seconds.*

*The first two acquisitions are performed during a single patient's breathing in 20-25 seconds almost [6].*

*The technical parameters are: 3 mm collimation, 5.5 hel-*

TABELLA I. — Protocollo di studio TCMS.

Spessore dello strato: 3 mm
Numero file di detettori: 4
Strato acquisito: 12 mm
Helical pitch: 5,5 1,375
Distanza coperta per rotazione: $3 \times 5,5 = 16,5$ mm
Velocità rotazione: 0,5 s
Velocità di avanzamento: $16,5 \times 2 = 33$ mm/s
Differenza di potenziale: 120-135 kev
Intensità di corrente: 400 mA
Intervallo di ricostruzione 5 (assiali)
Intervallo di ricostruzione 1 (ricostruzioni)
Fov: largo

TABLE I.—MDCT study protocol.

Slice thickness: 3 mm
Number of slice: 4
Acquired volume: 12 mm
Helical pitch: 5,5 1,375
Space/rotation: $3 \times 5,5 = 16,5$ mm
Gantry rotation: 0,5 s
Space second: $16,5 \times 2 = 33$ mm/s
120-135 Kev
400 mA
Reconstruction interval 5 mm (axial)
Reconstruction interval 1 mm (3D and MIP)
Fov: large

dose di 2 ml/kg di peso e al flusso di 5 mL/s mediante agocannula da 18 G introdotta a livello di una vena antecubitale del braccio.

Le scansioni sono state eseguite in fase arteriosa utilizzando un software a partenza automatica posizionando il volume campione a livello dell'aorta toracica distale, con un tempo variabile di partenza delle scansioni compreso tra i 18-27 secondi.

Il protocollo (Tab. I) prevede l'esecuzione di 3 eliche: una arteriosa con partenza automatica seguita, dopo 5 s di pausa tecnica, da una seconda elica (fase arteriosa tardiva o di riempimento portale) ed infine una scansione tardiva in fase «interstiziale» a 60-70 secondi. Le prime due eliche vengono eseguite in una singola apnea del paziente nel tempo di circa 20-25 s.

I parametri tecnici prevedono: una collimazione di 3 mm un Helical Pitch di 5,5; la visualizzazione delle immagini assiali a 5 mm con intervallo di ricostruzione di 5 mm, l'esecuzione delle ricostruzioni 3D con un intervallo di ricostruzione di 1 mm (overlapping 75%) e spessore dello strato di 3 mm.

I dati della prima elica acquisita in fase arteriosa sono stati inviati alla consolle di rielaborazione (Anet, Toshiba) dove sono state eseguite le ricostruzioni tridimensionali di tipo VR (Volume Rendering) e MIP (Maximum Intensity Projection) mediante il software in dotazione alla nostra apparecchiatura.

La visualizzazione dei vasi del tripode celiaco ha richiesto un tempo, alla consolle di rielaborazione, da parte del medico, di circa 10-15 minuti in relazione alle difficoltà riscontrate nel segmentare (eliminazione di tutte le strutture ad elevata «densità» che non si vogliono rappresentare nell'angiogramma 3D) le strutture vascolari arteriose, attraverso la scelta dei diversi valori di opacità da rappresentare nella scala colorimetrica del VR.

Lo studio di ogni paziente ha previsto l'esecuzione di immagini VR e MIP con visualizzazione di fronte, posteriore dall'alto e dal basso; l'operatore poteva poi a sua discre-

cional pitch; the axial images were reconstructed with 5 mm thickness and 5 mm of reconstruction interval. To elaborate 3D images we used 3mm slices thickness and reconstruction interval 1 mm (75% dates overlapping).

The first arterious scan was used to obtain 3D angiography using the our console (Anet, Toshiba); we performed VR(volume Rendering) and MIP (Maximum Intensity Projection) reconstructions.

A good visualisation of the celiac trunk and of the hepatic artery required about 10-15 minutes depending on the segmentation's difficulties.

Every patient have been studied by VR and MIP reconstruction seen from the front, the back, above and below, adding ethers projection that the physicians found useful for the diagnosis.

On the basis of the obtained images (3D and axial) we studied the hepatic artery's anatomy; the anatomical variants were printed using films and saved on PC and optical disks

The images were evaluated by 2 radiologist and classified using Michel's classification.

This classification is based on 200 autopsic studies and divides the variants in 10 categories (Tab. II) [10].

We measured the caliber of the hepatic artery in every patient in his proximal and distal portion, if the caliber was less than 3 mm this data was transmitted to the surgeon.

Every patient's images were evaluated with our surgeons before the transplantation and the results were verified during the intervention.

## Results

Our protocol not different from a traditional liver's study one allows good quality 3D vascular images without length-

TABELLA II. — Varianti anatomiche dell'arteria epatica. Classificazione di Michel.

1) Anatomia convenzionale
2) Arteria epatica destra sostituita
3) Arteria epatica sinistra sostituita
4) Arterie epatiche destra e sinistra sostituite
5) Arteria epatica destra accessoria
6) Arteria epatica sinistra accessoria
7) Arteria epatica destra e sinistra accessorie
8) Arteria epatica destra sostituita e sinistra accessoria o viceversa
9) Intero asse epatico comune originante dall'arteria mesenterica superiore
10) Intero asse epatico comune originante dall'arteria gastrica di sinistra

TABLE II.—Anatomical variants of the hepatic artery using Michel's classification.

1) Conventional anatomy
2) Replaced right hepatic artery
3) Replaced left hepatic artery
4) Replaced right and left artery
5) Accessory right hepatic artery
6) Accessory left hepatic artery
7) Accessory right and left hepatic artery
8) Replaced right hepatic artery and accessory left, or vice versa
9) Entire hepatic trunk originating from the superior mesenteric artery
10) Entire hepatic trunk originating from the left gastric artery

zione aggiungere a queste proiezioni standard altre proiezioni ritenute utili ai fini diagnostici.

Sulla scorta delle immagini ottenute è stata valutata l'anatomia del tripode celiaco e specificamente dell'arteria epatica a monitor sulle ricostruzioni 3D e sulle corrispondenti immagini assiali.

Le varianti anatomiche individuate sono state stampate su film e salvate in forma digitale su PC e disco magnetico. In seguito queste sono state analizzate in dettaglio e classificate secondo Michels da 2 lettori esperti dapprima indipendentemente e poi insieme fino al raggiungimento di un accordo interpretativo.

La classificazione di Michel, che è basata su 200 studi autoptici, prevede 10 tipi di varianti (Tab. II) [10].

Di ogni paziente è stato misurato il calibro dell'arteria epatica comune e propria, se uno di questi diametri risultava inferiore a 3 mm il dato era segnalato al chirurgo con particolare enfasi nel referto. Ogni singolo caso è stato discusso con il chirurgo della équipe che si occupa di trapianti di fegato e i dati TC sono stati infine verificati in sede di intervento.

## Risultati

Mediante il nostro protocollo che non differisce da quello di uno studio epatico «tradizionale», pur con le varianti legate alla nuova tecnologia multistrato, abbiamo potuto ottenere immagini 3D vascolari di buona qualità che hanno dimostrato l'anatomia vascolare senza aggravare i tempi e senza introdurre un eccessivo impegno per il post-processing alla consolle.

La risoluzione spaziale, fornita dallo studio a 3 mm, ha permesso di visualizzare l'arteria epatica fino ai rami collaterali di primo ordine dei tronchi destro e sinistro.

Dei 20 pazienti 15 (75%) possedevano una anatomia tipo I secondo Michel, corrispondente alla anatomia classica che prevede l'origine della arteria epatica comune dal tripode celiaco con la successiva divisione in arteria gastroduodenale ed arteria epatica propria, che a sua volta dà origine ai rami destro e sinistro.

*ening time or introducing a post processing engagement for the console.*

*Spatial resolution, given from the 3 mm study, permitted the evaluation of the hepatic artery up to first level arborisation of right and left trunks.*

*15 (75%) of the 20 patients examined had a type one Michel's anatomy, that is classic anatomy, when common hepatic artery originates from the celiac tripod and then it gets divided into gastroduodenal artery and proper hepatic artery and its right and left trunks.*

*5 (25%) patients had anatomical variants of three different Michel's categories.*

*2 (10%) patients had IX Michel's variant (hepatic artery originates from the superior mesenteric artery), 2 (10%) patients had a type II variant (right hepatic artery displaced???) the last one (5%) showed a type III Michel's variant (left hepatic artery displaced).*

*It's important to point out that one of the patient (5%) with classic anatomy had a two centimeters aneurysm of the celiac tripod few millimetres after its aorta origin.*

*No patient had splenic artery's aneurysm, frequent in portal hypertension disease.*

*All CT data have been surgically verified during the liver transplantation.*

*For what concern the artery's calibers examination, 2 patients, in which hepatic artery originated from celiac tripod, had a caliber of 2-3 mm not enough to vascularize the new organ, the first one had a right hepatic artery displaced that originated from the mesenteric superior artery, the second one had a left hepatic artery displaced that originated from the left gastric artery.*

*In these patients a by-pass aorto-hepatic was planned, in the others one with a major than 3 mm hepatic artery caliber a terminal to terminal anastomosis was performed.*

*In the two patients with IX Michel's variant (hepatic artery originates from the superior mesenteric artery) the surgeon had to suture first the hepatic artery and then the*

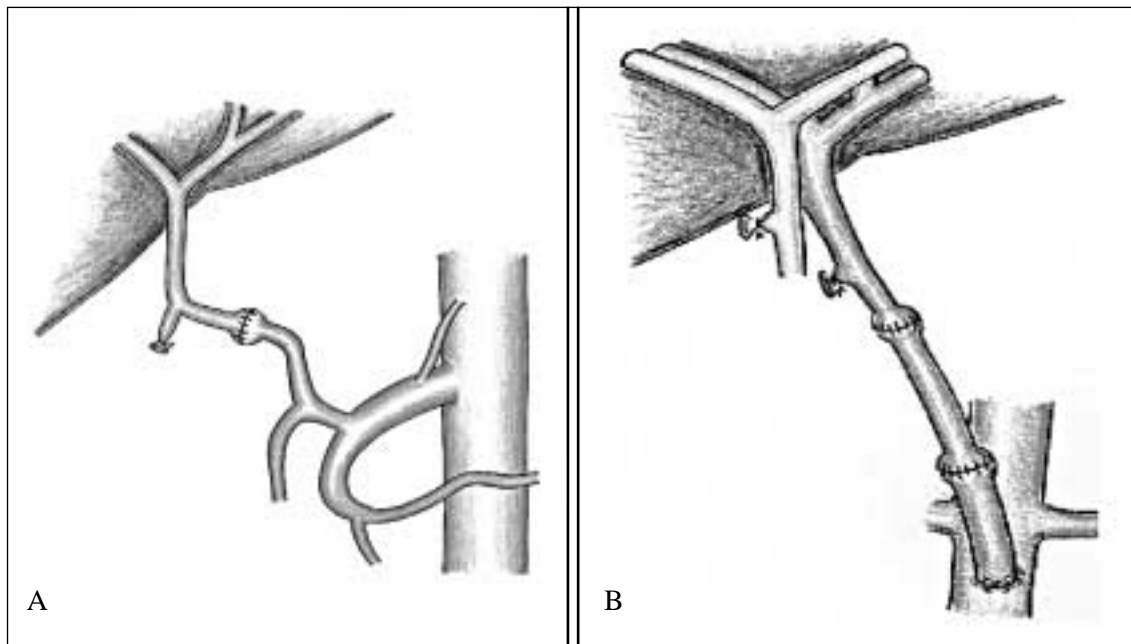


Fig. 1. — Tipi di anastomosi possibili, a sinistra anastomosi terminale, a destra by-pass aorto epatico.

*Different type of surgical anastomosis. Left: and to and anastomosis. Right: aorto-hepatic bypass.*

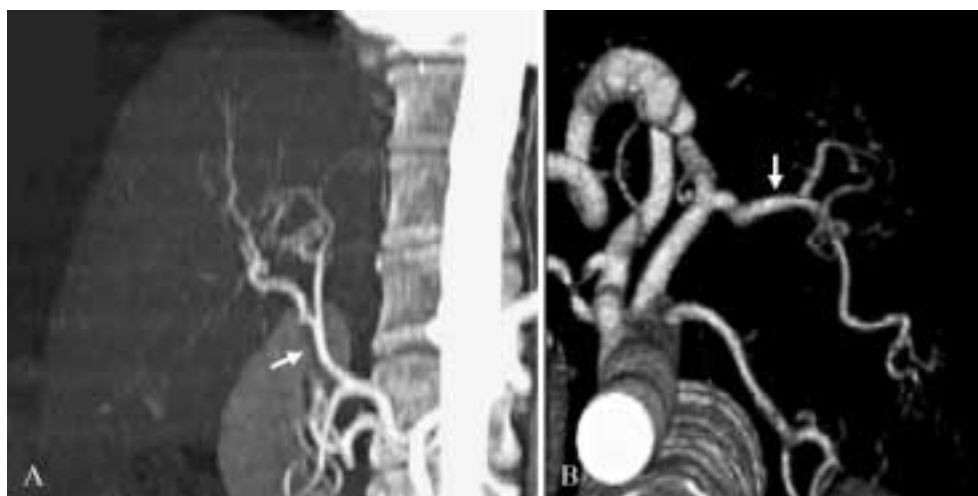


Fig. 2. — Paziente con variante tipo 9 con intero asse epatico originante dall'arteria mesenterica superiore. A sinistra ricostruzione MIP frontale e a destra VR dall'alto.

*Patient with a variant type 1, the entire hepatic trunk originates from the superior mesenteric artery. Left: MIP seen from the front. Right: VR seen from above.*

Cinque pazienti (25%) possedevano invece varianti anatomiche afferenti a tre fra le categorie di Michel.

In particolare 2 pazienti (10%) possedevano una variante tipo IX (Intero asse epatico comune originante dalla arteria mesenterica superiore), 2 pazienti (10%) una variante di tipo II (arteria epatica destra sostituita) ed infine un paziente (5%) possedeva una variante di tipo III (arteria epatica sinistra sostituita). È stato poi identificato un reperto collaterale di particolare importanza diagnostica e clinica e precisamente uno dei 15 pazienti con anatomia classica possedeva un aneurisma di 2 cm del tronco comune del tripode celiaco pochi millimetri dopo l'origine dall'aorta. Nessun paziente possedeva invece aneurismi dell'arteria splenica non rari nei pazienti con ipertensione portale.

Tutti i dati riscontrati alla TC sono stati confermati

*portal vein because of artery's deeper position, posterior to the vein [7-9].*

### Discussion

*The clinical introduction of MDCT has significantly increased spiral CT applications in vessel's study, replacing angiography in many cases [1, 11-13].*

*Many authors [5, 12] use reduced collimations in order to increase the number of data available, this determinates a bigger x-ray exposure, a raise in the costs, mainly due to x-ray source's consumption and a longer time in elaborating data.*

*We demonstrated that using our protocol, not different*



Fig. 3. — Paziente con variante di tipo 2 con precoce origine dell'epatica sinistra prima dell'arteria gastro-duodenale. Ricostruzione VR a sinistra e MIP a destra con vista frontale.  
*Patient with variant type 2 with early origin of the left hepatic artery before the origin of the gastroduodenal artery. Left: VR seen from the front. Right: MIP seen from the front.*

durante l'intervento chirurgico di trapianto ortotopico di fegato.

Per quanto concerne il calibro dei tronchi arteriosi in esame in due pazienti il ramo epatico che nasceva dal tripode celiaco possedeva un diametro tra i 2 e i 3 mm e quindi insufficiente a perfondere efficacemente l'eventuale fegato trapiantato; il primo infatti possedeva una arteria epatica destra sostituita che originava dalla arteria mesenterica superiore, l'altro possedeva una arteria epatica sinistra sostituita che originava dall'arteria gastrica di sinistra. In questi due pazienti è stato quindi programmato e poi eseguito un bypass aorto-epatico, mentre negli altri pazienti con calibro >3 cm dell'arteria epatica è stato eseguito una anastomosi termino-terminale con l'arteria epatica del fegato trapiantato.

I due pazienti con variante di tipo IX (Intero asse epatico comune originante dalla arteria mesenterica superiore) hanno richiesto di invertire l'ordine delle anastomosi imponendo di suturare prima l'arteria epatica e poi la vena porta a causa del decorso profondo della arteria stessa posteriore alla vena porta [7-9].

## Discussione

L'introduzione clinica della tecnologia multidetettore ha significativamente esteso le indicazioni all'uso della TC spirale nello studio dei vasi, sostituendosi in diversi casi alla angiografia convenzionale [1, 11-13].

Alcuni autori [5, 12] hanno proposto di utilizzare collimazioni molto ridotte così da aumentare il numero dei dati ottenibili, incrementando però l'esposizione alle radiazioni, ed i costi, in particolare il consumo del tubo radiogeno, nonché i tempi necessari per l'elaborazione dei dati.

Abbiamo potuto dimostrare invece con il nostro protocollo, che non differisce da quello comunemente in uso per lo studio del parenchima epatico, come sia possibile ottenere uno studio vascolare diagnostico nell'ambito della valutazione preoperatoria senza utilizzare collimazioni «spinte», né quindi esagerare l'esposizione radiante, né i costi di esercizio, né i tempi di utilizzo.

*from the one used for liver's study, a vascular diagnostic study it's reachable without using reduced collimations.*

*Candidates to liver transplant routinely undergo CT to study hepatic disease's stage, possible focal lesions, presence of portal hypertension and to exclude thrombus in main veins.*

*We believe it's unquestionable that patients undergoing liver transplantation need a preliminary vascular valuation since some anatomical variants (type IX) require a different anastomosis's order and that other variants can completely change the surgical procedure [7-9].*

*In the end when a right or left hepatic artery is replaced single vascular segments can be inferior to 3 mm in caliber and in these cases an aorto-hepatic bypass is needed [7, 8].*

*This mean is easily reached by a triphasic technique made possible by MSCT.*

*The introduction of parameters that better suite a vascular study (less than 3 mm collimation) will increase costs and x-ray exposure.*

*In the end the last mean we want to achieve is to identify, in these patients, the principal aspects of vascular anatomy, the most important diseases of major arterious trunks, such as aneurysm of the splenic or hepatic artery or stenosis of the celiac trunk due to arteriosclerosis or to diaphragm's arcuate ligament [14].*

*For this reason we decided to use a protocol of compromise that without too "pushed" parameters achieves a good quality of 3D images using 1 mm reconstructions and the overlapping of data of 75%.*

*With this protocol the time to obtain diagnostic images is almost 10-15 minutes, that is suitable to our machine. It's important to stress that faster and more efficient programs are already available.*

*Our study demonstrated that in all patients it has been possible to eliminate angiography since there has always*

Infatti i pazienti candidati al trapianto di fegato devono sempre eseguire uno studio preliminare mediante TC per la valutazione del parenchima epatico, ed in particolare per escludere la presenza di lesioni focali, per la valutazione dell'eventuale presenza di ipertensione portale e per escludere trombi dei principali tronchi venosi.

D'altra parte è indiscutibile che pazienti da sottoporre a trapianto di fegato necessitano di una valutazione vascolare pre-trapianto dato che la presenza di alcune varianti anatomiche (tipo IX) può modificare l'ordine delle anastomosi, e che altre varianti possono richiedere di modificare la tecnica chirurgica [7-9]. Inoltre, in presenza di una arteria epatica destra o sinistra sostituita, i singoli segmenti vascolari possono avere diametri inferiori a 3 mm e quindi non essere sufficienti a sostenere un intero organo, in questi casi si rende necessario effettuare un bypass aorto-epatico usando un graft di iliaca interna del donatore [7, 8]. Tale scopo è raggiunto ottimamente dalla tecnica «trifasica» resa possibile dalla TCMS.

L'introduzione di un protocollo con parametri più atti allo studio vascolare (collimazione <3 mm), rispetto a quelli da noi utilizzati, comporterebbe un aggravio cospicuo dei costi e dell'esposizione radiante.

Infatti, in ultima analisi, l'obiettivo da perseguire è quello di identificare, nell'ambito di questa tipologia di pazienti, gli aspetti principali dell'anatomia vascolare o della patologia vascolare più grossolana dei tronchi arteriosi maggiori, quali aneurismi dell'arteria splenica o epatica o stenosi del tronco celiaco arteriosclerotiche o da legamento arcuato del diaframma [14].

Per raggiungere tale scopo ci siamo prefissati di impiegare un protocollo di «compromesso» che pur utilizzando parametri «poco spinti» (vedi materiali e metodi) consentisse una buona qualità delle immagini 3D (VR, MIP) sfruttando le retricostruzioni di 1 mm e quindi l'overlapping (sovrapposizione dei dati) del 75%.

Con questo protocollo il tempo necessario per produrre le immagini diagnostiche è risultato mediamente di 10-15 minuti, quindi accettabile con lo strumento in nostra dotazione. Va sottolineato che già fino da ora sono disponibili programmi più veloci ed efficienti.

Il nostro lavoro ha comunque dimostrato che in tutti i casi è stato possibile eliminare l'impiego della angiografia sottrattiva (DSA), dal momento che vi è sempre stata assoluta corrispondenza fra le immagini TCMS e la chirurgia.

Si è quindi confermato che le ricostruzioni 3D hanno accuratezza diagnostica paragonabile a quella della DSA [4, 8, 11, 14-16].

## Conclusioni

L'esecuzione di un esame TC multifasico nella valutazione pre trapianto del fegato è una prassi costante in ogni centro; utilizzando i dati volumetrici della fase arteriosa è possibile, anche con un software di elaborazione 3D semplice, fornire al chirurgo preziose informazioni riguardo l'anatomia vascolare.

A nostro parere, visti anche i risultati del lavoro, oggi non è più indicata l'esecuzione di un esame angiografico pre trapianto in quanto è possibile ottenere sufficienti informazioni in modo non invasivo e senza costi aggiuntivi con una ricostruzione 3D vascolare della fase arteriosa eseguita per lo studio parenchimale.



Fig. 4. — Paziente con variante tipo 3, arteria epatica destra originante dall'arteria mesenterica superiore. L'immagine assiale a destra mostra la doppia arteria epatica, a sinistra ricostruzione VR frontale. Patient with a variant type 3 with the right hepatic artery that originates from the superior mesenteric artery. Left: axial image. Right: VR seen from the front.

*been absolute correspondence between MSCT images and surgery.*

*This is to confirm that 3D reconstructions has the same diagnostic accuracy of DSA [4, 8, 11, 14-16].*

## Conclusions

*The CT multiphase study is a common step in the evaluation of each patient before a liver transplantation.*

*Using volumetric data of the arterious phase is possible to give useful information on the vascular anatomy to the surgeon, even with a simple 3D elaboration system.*

*In our opinion, considering our study, today it's not any more necessary an angiography pre transplantation, since it's possible to obtain enough informations, without added costs, with a non invasive exam using 3D vascular reconstruction of the arterious phase done for the parenchyma study.*

## Bibliografia/References

- 1) Rubin GD, Shiau MC, Leung An *et al*: Aorta and iliac arteries : single versus multiple detector-row helical CT angiography. *Radiology* 215: 670-676, 2000.
- 2) Hu H, He HD, Foley WD *et al*: Four multidetector-row helical CT: image quality and volume coverage speed. *Radiology* 215: 55-62, 2000.
- 3) Rubin GD, Shiau MA, Schmidt AJ *et al*: Computed Tomographic angiography: Historical perspective and new state of the art using multidetector-row helical computed tomography. *J Comput Assist Tomogr* 23 (S1): S83-S90, 1999.
- 4) Johnson PT, Heath DG, Kuszyk BS *et al*: CT angiography with volume rendering: advantages and applications in splancnic vascular imaging. *Radiology* 200: 564-568, 1996.
- 5) Savastano S, Teseo S, Corra S *et al*: Multislice CT angiography of the celiac and superior mesenteric arteries: comparison with arteriographic findings. *Radiol Med* 103: 456-463, 2002.
- 6) Murakami T, Kim T, Takamura M *et al*: Hypervascular hepatocellular carcinoma: detection with double arterial phase multidetector row helical CT. *Radiology* 218: 763-767, 2001.
- 7) Van Thiel D, Schade R, Starzl T *et al*: Liver transplantation in adult. *Hepatology* 2: 637-640, 1982.
- 8) Nghiem HV, Dimas CT, McVicar JP *et al*: Impact of double helical CT and Three-dimensional CT arteriography on surgical planning for hepatic transplantation. *Abdom Imaging* 24: 278-284, 1999
- 9) Settmacher U, Haase R, Heise M *et al*: Variation of surgical reconstruction in liver transplantation depending on vasculature. *Langenbecks Arch Surg* 348: 378-83, 1999.
- 10) Michels N: Blood supply and anatomy of the upper abdominal organs with a descriptive atlas. Philadelphia: Lippincott, 1995.
- 11) Horton KM, Fishmann EK: 3D CT angiography of the celiac and superior mesenteric arteries with multidetector CT data sets: preliminary ossevation. *Abdom Imaging* 25: 523-525, 2000.
- 12) Laghi A, Catalano C, Iannaccone P *et al*: Multislice spiral CT angiography in the evaluation of the anatomy of splancnic vessels: preliminary experience. *Radiol Med* 102: 127-131, 2001.
- 13) Zajko A, Bron K, Strarzl T *et al*: Angiography of liver transplantation patients. *Radiology* 157: 305-311; 1985.
- 14) Jurim O, Shaked A, Kiai K *et al*: Celiac compression syndrome and liver transplantation. *Ann Surg* 218: 10-12, 1993.
- 15) Winter TC, Freeny PC, Nghiem HV *et al*: Hepatic artery anatomy in transplantation candidates: evaluation with three-dimensional CT arteriography. *Radiology* 195: 317-319, 1995.
- 16) Winter TC, Nghiem HV, Freeney PC *et al*: Hepatic artery anatomy: demonstration of normal supply and vascular variants with three-dimensional CT angiography. *Radiographics* 154: 771-80, 1995.

*Dott. G. Piccoli  
Istituto di Radiologia  
Policlinico Universitario  
Via Colugna  
33100 Udine UD  
Tel. 0432/559266-0432/559232  
Fax 0432/559867  
E-mail: radiologia.segr@med.uniud.it  
sartugetto@libero.it*