

# Ruolo dell'ecografia e della CEUS nelle urgenze traumatiche dell'addome

Vittorio Miele, Claudia Lucia Piccolo, Antonio Alessandro Pallottino, Michele Galluzzo  
Stefania Ianniello, Margherita Trinci

Azienda Ospedaliera S. Camillo-Forlanini, Ospedale S. Camillo, Dipartimento dei Prodotti Intermedi, UOC Diagnostica per Immagini 1  
Urgenza Emergenza, C.ne Gianicolense 87, 00152 Roma, Italia

Indirizzo Autore: Dr. Vittorio Miele, Ospedale S. Camillo, UOC Diagnostica per Immagini 1, Urgenza Emergenza, C.ne Gianicolense 87  
00152 Roma, e-mail: vmiele@sirm.org

DOI 10.17376/girm\_3-4-07082016-9

## Introduzione

Ad oggi il trauma è la prima causa di decesso nelle prime quattro decadi di vita ed è spesso associata a disabilità permanente (1). Attualmente, negli Stati Uniti, risulta essere un'entità nosologica fra le più rilevanti, anche in termini di costi, per il Sistema Sanitario.

Anche in Europa la patologia traumatica è molto frequente, con netta predominanza per i traumi chiusi; la causa, è costituita, nella maggior parte dei casi, dagli incidenti della strada, ma anche da infortuni sul lavoro e domestici; dal momento che il trauma rappresenta anche un problema socio-economico così rilevante, il miglioramento della sua gestione risulta obbligatorio (2).

Il trauma addominale chiuso è una realtà frequente nei pazienti politraumatizzati e dal momento che l'esame clinico non fornisce sempre informazioni sufficienti sulla presenza e l'estensione delle lesioni addominali, l'utilizzo di tecniche di imaging veloci e affidabili è della massima importanza.

L'ecografia (US) e la Tomografia Computerizzata (TC) sono attualmente le metodiche più utilizzate nella diagnosi e stadiazione di un trauma addominale chiuso. In particolare, l'US è davvero preziosa nella valutazione precoce di un politrauma, indipendentemente dallo stato emodinamico; infatti, grazie alla sua elevata sensibilità nell'identificazione del versamento libero intra-addominale, ha ampiamente sostituito il lavaggio peritoneale, diventando la prima metodica utilizzata per questo scopo nei pazienti emodinamicamente instabili (3). Questo esame è noto in tutto il mondo con l'acronimo FAST (Focused Assessment with Sonography for Trauma).

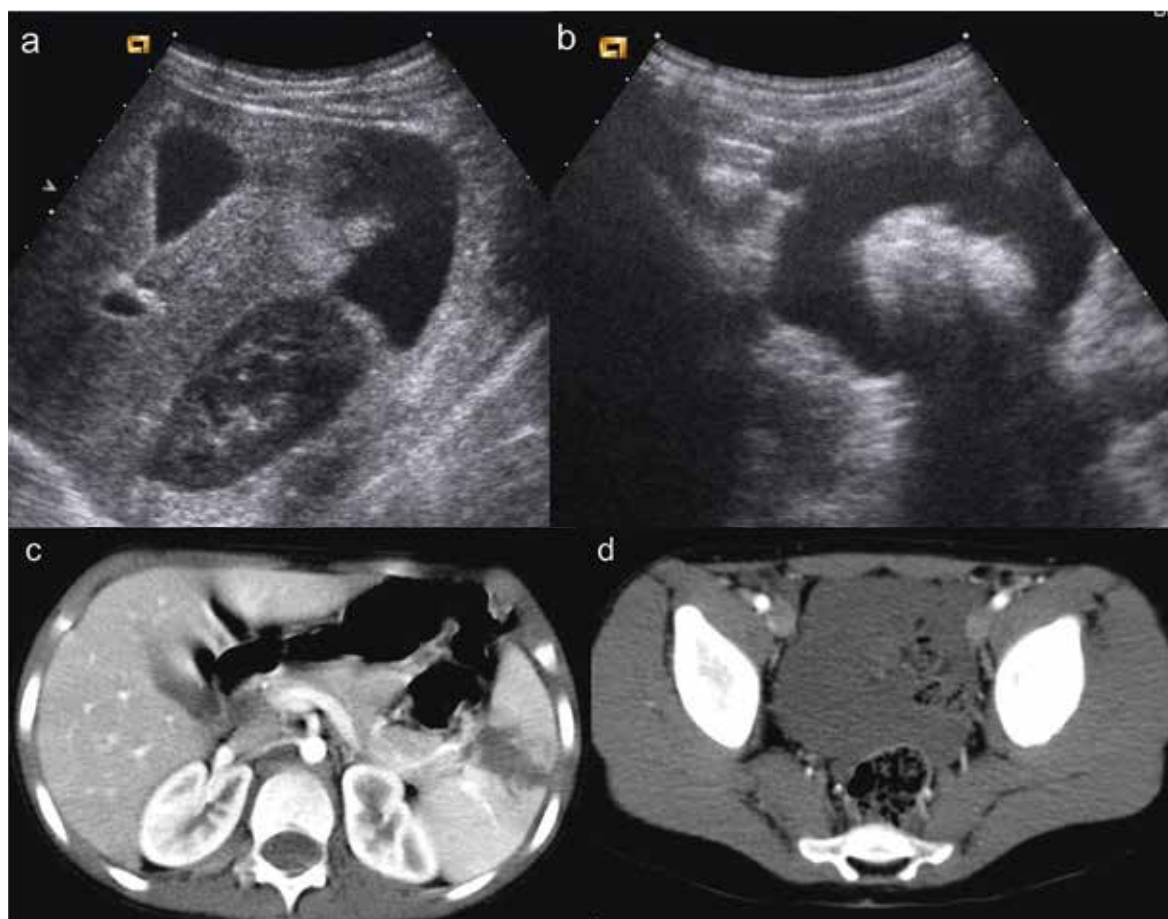
La FAST, come detto, consente di ottenere informazioni rapide riguardo la presenza di fluido peritoneale, segno indiretto di emorragia acuta e di lesioni degli organi intraddominali (Fig. 1).

Viene effettuata come metodica di imaging di prima istanza nel paziente traumatizzato emodinamicamente instabile, ossia un paziente che nonostante il tentativo di ripristino volemico non mantenga stabilmente una pressione sistolica superiore a 90 mmHg e/o necessita di catecolamine e/o mostri una fase transitoria di grave ipotensione (cause: pneumotorace iperteso, emotorace, tamponamento cardiaco, emoperitoneo, lesione midollare alta, ecc)

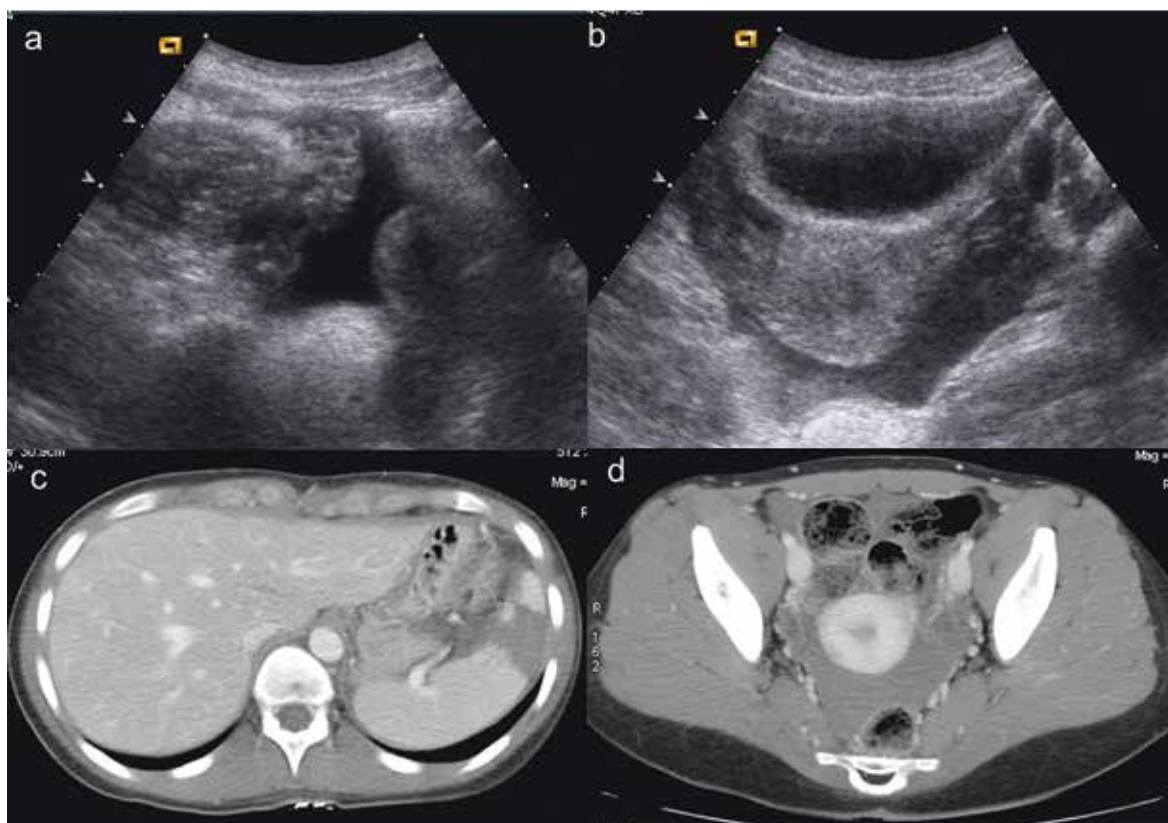
Ai fini di una corretta esecuzione, quando possibile il paziente viene esaminato in decubito supino; la profondità di penetrazione del fascio di ultrasuoni deve essere di almeno 20 cm, cosa che richiede l'utilizzo di una sonda "convex" di 3.5-4 MHz. Quattro sono le scansioni richieste per una corretta esecuzione dell'esame: scansione assiale della regione sub-xifoidea per la diagnosi di versamento pericardico; scansione longitudinale del recesso epato-renale e del recesso spleno-renale per valutare la presenza di versamento nella tasca del Morrison e nello spazio spleno-renale; scansione longitudinale e scansione assiale della regione sovra-pubica per rilevare la presenza di fluido nello scavo del Douglas (Fig. 2). In aggiunta a queste scansioni è possibile, inoltre, effettuare scansioni longitudinali della base toracica destra e sinistra per escludere un eventuale versamento pleurico (4).

Diversi studi hanno dimostrato che la sua sensibilità per il rilevamento di versamento libero intraperitoneale è eccellente, andando dal 63% al 99% (5), come dimostrato, inoltre, da Lee et al che, in uno studio retrospettivo su 4029 pazienti con trauma chiuso dell'addome, hanno rilevato una sensibilità e specificità della FAST nel predire la necessità di una laparotomia terapeutica rispettivamente dell'85% e 96% con un'accuratezza diagnostica del 95% (6). Alla luce di tali dati ormai vi è consenso generale nello stabilire che in un paziente politraumatizzato emodinamicamente instabile all'arrivo in PS, la presenza di un'elevata quantità di fluido libero intraperitoneale evidenziato dalla FAST richiede una laparotomia d'emergenza. La FAST, tuttavia, presenta alcuni svantaggi in quest'ambito, rappresentati dalla limitata finestra acustica, dalla mancanza di collaborazione da parte del paziente, dalla scarsa sensibilità nella rilevazione delle lesioni ad organi solidi (<50%) e dall'insufficiente capacità di riconoscimento dei versamenti ematici retroperitoneali.(7).

In uno studio costituito da 1090 pazienti è stata eseguita una FAST da un radiologo esperto ed i risultati sono stati confrontati con un follow-up clinico a 12-ore. La FAST ha raggiunto una sensibilità del 94% e un VPN del 100% nella detezione di importanti lesioni addominali; tuttavia, la prevalenza delle lesioni viscerali in questa serie era relativamente bassa e sono state eseguite solo 124 TC, soprattutto in presenza di risultati ecografici positivi o indeterminati e in 4 pazienti con peggioramento clinico dopo una FAST negativa (8); di conseguenza,



**Fig. 1** A-B) FAST, scansione dell'ipocondrio destro (A) e scavo pelvico (B): l'esame documenta una cospicua quantità di versamento addominale in sede sottopatica e nello scavo pelvico, con presenza di anse intestinali che galleggiano nella raccolta. C-D) La TC con mdc evidenzia una lacerazione completa della milza al terzo medio e conferma la rilevante raccolta nello scavo pelvico.



**Fig. 2** A-B) La FAST evidenzia liquido libero tra le anse e nello scavo del Douglas. C-D) La TC con mdc chiarisce l'origine dell'emoperitoneo da una lacerazione a tutto spessore del polo inferiore di milza, con raccolta perisplenica e libera nello scavo pelvico.

i risultati di questo studio possono sovrastimare l'efficacia dell'ecografia. Lo studio condotto da Lee et al ha evidenziato come la FAST non fosse in grado di evidenziare gran parte delle lesioni intestinali, epatiche e spleniche che hanno poi richiesto una laparotomia d'urgenza (6). Altri lavori hanno evidenziato i limiti dell'ecografia nell'identificazione di lesioni addominali senza emoperitoneo concomitante, dal momento che sono state descritte lesioni viscerali intra-addominali senza liquido libero intraperitoneale sia da TC e dal lavaggio peritoneale nel 29 e nel 34% dei pazienti (7). Di conseguenza, il rischio di non visualizzare lesioni viscerali è inevitabile se la diagnosi è basata sulla presenza del solo emoperitoneo. Pertanto, la FAST è utile nel contesto di un trauma chiuso ed è essenziale per lo screening iniziale della vittima emodinamicamente instabile con grave emoperitoneo che sarà sottoposta ad una chirurgia addominale immediata; tuttavia, anche in mani di un operatore esperto, non è sufficiente nell'escludere lesioni viscerali.

Nel paziente che abbia subito un trauma minore viene sempre utilizzata l'ecografia come metodica iniziale questo per una serie di vantaggi che la caratterizzano, quali la rapidità, la ampia disponibilità, il basso costo, l'assenza di radiazioni ionizzanti e di necessità di sedazione, la fruibilità al letto del paziente. A fronte di questi vantaggi ci sono anche una serie di limiti da tenere in considerazione, che sono tipici dell'esame ecografico, come il fatto di essere operatore-dipendente e non avere un'elevata sensibilità nella detezione degli organi solidi (soprattutto se consideriamo che il 29-34% delle lesioni traumatiche non sono accompagnate da emoperitoneo) delle lesioni pelviche e della colonna lombare.

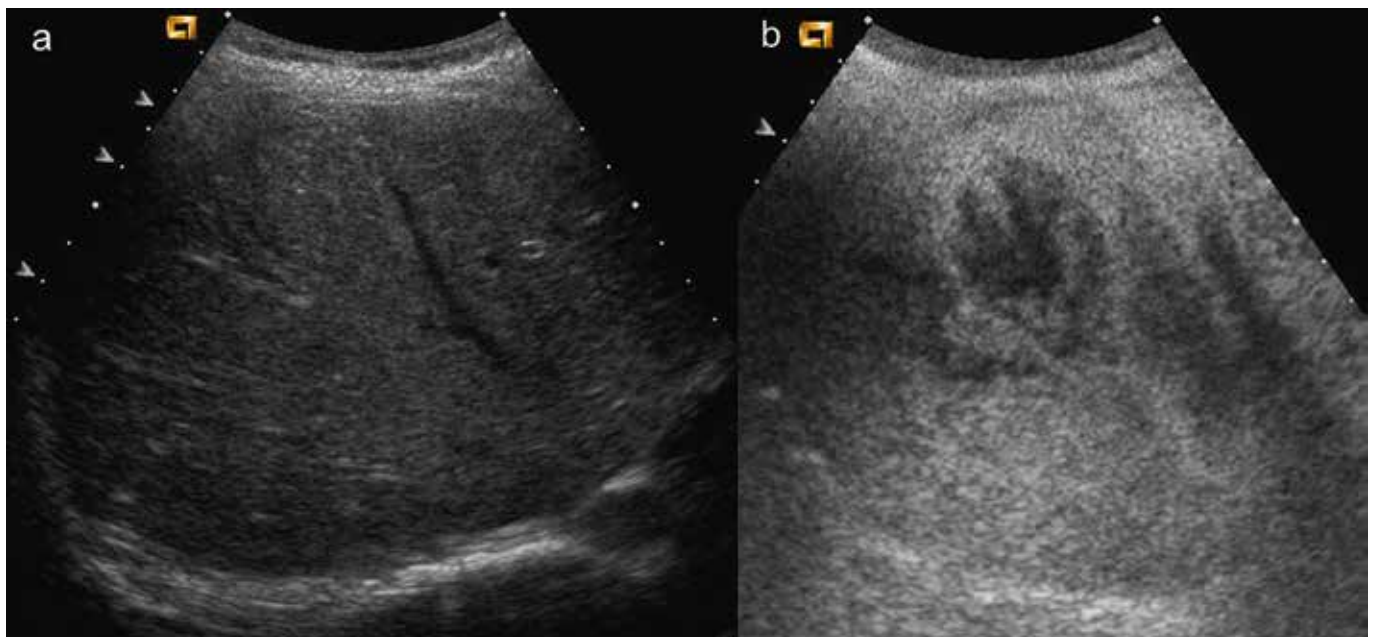
Negli ultimi anni si è cercato di far fronte a gran parte di questi limiti con una nuova tecnica ecografica che mediante l'utilizzo di un mezzo di contrasto ecoriflettente a base di microbolle di esafluoruro di zolfo, consente l'amplificazione del segnale ecografico e l'esaltazione della differenza tra tessuto sano e tessuto patologico.

L'ecografia con mezzo di contrasto, in lingua inglese Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS), tramite l'uso di un software specifico che opera a basso indice meccanico, è in grado di analizzare i segnali di risonanza originati da mezzi di contrasto di seconda generazione (USCA) senza distruzione delle bolle, consentendo così di effettuare un'ecografia in tempo reale durante la perfusione vascolare del mezzo di contrasto (8). La bassa solubilità del mdc, associata all'alta resistenza della sua membrana all'effetto meccanico del fascio di ultrasuoni, conferisce a questo mezzo di contrasto una lunga durata; quindi può essere utilizzato per valutare tutta la fase vascolare in tempo reale. Inoltre, il basso indice meccanico permette di evitare tutti i segnali provenienti dai tessuti stazionari.

Le microbolle, attraverso la riflessione del fascio di ultrasuoni, emettono delle armoniche al doppio della frequenza di insonazione; il trasduttore separa la frequenza fondamentale da quella armonica utilizzando impulsi ad inversione di fase ed acquisisce il segnale. Questa metodica è stata utilizzata all'inizio nella caratterizzazione delle lesioni focali epatiche in un'ampia serie di pazienti (9) e più recentemente nella valutazione delle lesioni di organi in trauma chiuso.

Il mezzo di contrasto di II generazione viene suddiviso in due dosi di 2,4 ml ciascuna e somministrato attraverso un ago di calibro 18G posizionato in una vena antecubitale, seguito da 5-10 ml di soluzione salina. Dopo il primo bolo si esplorano gli organi del fianco destro per 1-3 minuti; dopo la somministrazione del secondo bolo, gli organi del lato sinistro per 3-4 minuti.

I mezzi di contrasto ecografici di II generazione differiscono dagli analoghi utilizzati in TC e RM, dal momento che sono "intravascolari" (blood-pool) nel senso che non passano nello spazio interstiziale; questo fa sì che i reperti CEUS possano sovrapporsi ai dati TC e RM solo in fase arteriosa ma non nella portale perché questa prevede il passaggio nello spazio extravascolare-interstiziale.



**Fig. 3** A) L'ecografia di base evidenzia una modesta disomogeneità ecostrutturale a livello del lobo epatico di destra. B) La CEUS evidenzia molto più accuratamente la forma e l'estensione del focolaio traumatico, dimostrandone tra l'altro i rapporti di contiguità con la vena sovraepatica. La capsula epatica non appare coinvolta.



Gli USCA sono in genere ben tollerati con un tasso di eventi avversi molto basso (0.014%) (10); non sono nefrotossici e non hanno alcuna interazione con la tiroide, tuttavia il loro impiego non è autorizzato nelle donne gravide ed in ambito pediatrico e l'allattamento al seno rappresenta una controindicazione (11-13). Ampie casistiche pubblicate hanno evidenziato, tuttavia, un profilo sicuro quando applicato in pazienti pediatrici (14-15). L'enhancement contrastografico di un organo dopo la somministrazione dei mdc di II generazione dipende dalle caratteristiche vascolari di ciascun parenchima: i reni hanno un potenziamento rapido ed intenso per la mancanza di filtrazione glomerulare; la milza mostra enhancement intenso e persistente (fino a 6-8 minuti); fegato e pancreas hanno un comportamento intermedio avendo un enhancement via via crescente. In CEUS un parenchima normale appare omogeneo ed iperecogeno senza alterazioni ecostrutturali e le strutture vascolari sono ben riconoscibili.

Una lesione di un organo solido appare come un'area di assente enhancement, ben demarcata dal parenchima normovascolarizzato, specialmente durante la fase venosa (Fig. 3).

Gli ematomi presentano aspetti differenti perché possono apparire come aree edematose ben definite o immagini ipoecogene di ridotta perfusione. Le lacerazioni si presentano come bande ipoecogene lineari o ramificate perpendicolari alla capsula dell'organo e possono essere associate a discontinuità capsulare (Fig. 4).

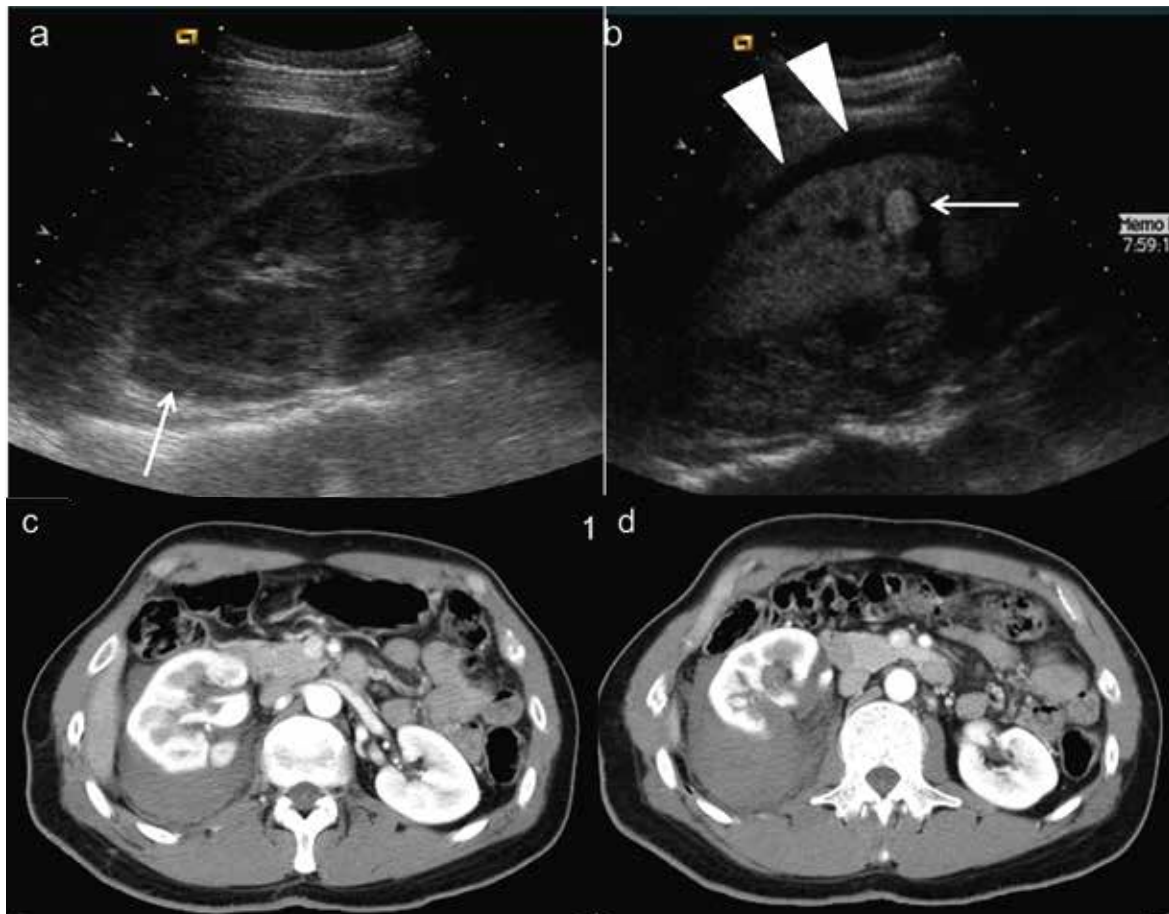
L'ematoma intraparenchimale appare come area eterogeneamente ipoecogena a contorni mal definiti con scarsa definibili-

tà delle strutture vascolari; l'ematoma sottocapsulare di solito si manifesta come area lenticolare di assente enhancement che circonda il parenchima nel quale è possibile riconoscere lo stravasato attivo di mdc. Il sanguinamento attivo appare come stravasato di microbolle nello spazio intra o retro-peritoneale (Fig. 5). La completa assenza di perfusione è indicativa di completa avulsione del peduncolo vascolare (16-17).

Rispetto all'ecografia di base, nei traumi chiusi dell'addome la CEUS è più accurata nella valutazione del numero e delle dimensioni delle lesioni e nella rilevazione del coinvolgimento capsulare, mostrando un'eccellente correlazione con i reperti TC (18).

In quest'ambito il suo ruolo sembra essere davvero rilevante anche nei pazienti pediatrici, come mostrato da Valentino et al (14), che ha confrontato la sensibilità e la specificità dell'ecografia basale con quella della CEUS nella detezione di lesioni di organi solidi in bambini con trauma addominale chiuso, utilizzando la TC come gold standard; in una coorte di 27 pazienti è stato dimostrato che la CEUS ha evidenziato 13 delle 14 lesioni in 12 pazienti con TC positiva e nessuna lesione nei pazienti con TC negativa, dimostrando che la CEUS fosse accurata quasi quanto la TC nel riconoscimento di lesioni di organi solidi.

D'altronde la TC, metodica gold standard nello studio del paziente traumatizzato, è tuttavia gravata da controindicazioni legate alla radioesposizione, all'uso di mdc potenzialmente nefrotossici e all'alto costo. Nei pazienti con un trauma addominale isolato a bassa energia l'uso sistematico della TC può



**Fig. 4** A) Ecografia di base; il rene appare sostanzialmente nella norma; è apprezzabile una piccola raccolta perirenale al polo superiore (freccia bianca). B) La CEUS dimostra perfettamente la lesione parenchimale al terzo renale medio, con stravasato attivo di microbolle (freccia bianca); inoltre rende meglio apprezzabile la raccolta perirenale (teste di freccia). C-D) La TC con mdc conferma i reperti CEUS.

portare a sovraesposizione alle radiazioni ionizzanti, a ritardi inopportuni nella diagnosi e nel trattamento del paziente, e a costi di gestione elevati. Più di recente, un altro studio di Sessa et al (18) ha confrontato l'accuratezza della CEUS nella rilevazione e nella classificazione delle lesioni traumatiche addominali in pazienti con trauma addominale isolato a bassa energia con l'ecografia basale e la TC con mdc come standard di riferimento: in una serie di 256 pazienti consecutivi con 84 lesioni traumatiche addominali identificate dalla TC, la CEUS ha riconosciuto 81/84 lesioni e 41/45 casi di versamento addominale libero. Per questi motivi, nel trauma a bassa energia è ormai ipotizzabile l'uso della CEUS come metodica di primo approccio, grazie alla sua elevata sensibilità nella rilevazione e classificazione delle lesioni traumatiche.

Tuttavia, nello stesso studio (18), si rileva che in 4 casi la CEUS non è riuscita ad identificare un sanguinamento attivo e in 1 caso non ha rilevato una lesione del tratto urinario; lo stesso limite è stato dimostrato anche da Valentino et al (19), ma, dal momento che in entrambi gli studi queste lesioni non hanno richiesto alcun intervento chirurgico, gli autori hanno ritenuto la CEUS una valida alternativa all'ecografia nel triage dei traumi emodinamicamente stabili.

## Lesioni traumatiche

### Fegato

Il fegato è uno degli organi più frequentemente interessati da un trauma chiuso dell'addome e la sede più colpita risulta il lobo destro in corrispondenza dei segmenti posteriori; in 1/3 dei casi si associano lesioni ad altri organi, prima fra tutti la milza. Diversi studi hanno dimostrato l'efficacia della CEUS nella stadiazione delle lesioni epatiche isolate, come dimostrato già in un precedente lavoro degli autori (17) dove è stata confrontata l'accuratezza della CEUS rispetto all'US ed alla TC con mdc in 203 pazienti; la CEUS aveva identificato correttamente tutte le lesioni diagnosticate con l'US basale, rico-

noscendo lesioni confluenti fino a 3cm in due pazienti, non evidenti all'US; ha identificato il coinvolgimento capsulare in 14 pazienti, reperto misconosciuto all'ecografia basale in 3 di questi. Inoltre, rispetto alla metodica tradizionale, in CEUS le lesioni apparivano più demarcate rispetto al parenchima sano con margini meglio definiti e di dimensioni maggiori per la migliore nitidezza delle componenti periferiche (Fig. 6).

### Milza

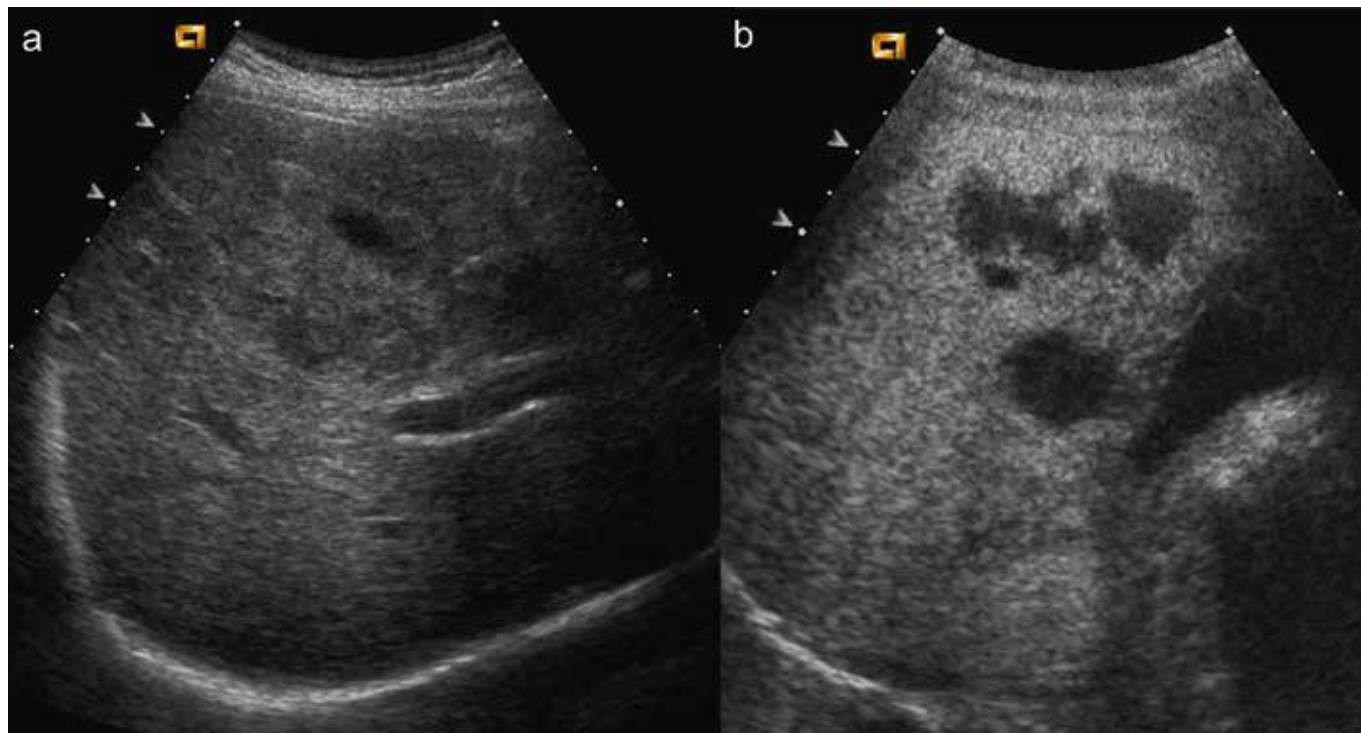
La milza è l'organo più coinvolto in corso di traumi chiusi dell'addome, rappresentando fino al 45% dei traumi viscerali. Quando sintomatico, il trauma splenico si manifesta con dolore in ipocondrio sinistro o generalizzato, talvolta irradiato alla spalla sinistra per irritazione del nervo frenico o diaframmatico. Segni di irritazione peritoneale o shock ipovolemico possono far sorgere il sospetto di emoperitoneo secondario ad un trauma splenico. I dati clinici non sono specifici, specialmente nei pazienti pediatrici caratterizzati da un'ampia riserva emodinamica; di conseguenza la diagnostica per immagini svolge un ruolo fondamentale nella diagnosi precoce di una lesione splenica. Mentre in passato questo tipo di lesioni venivano trattate chirurgicamente, oggi si assiste ad un'evoluzione verso trattamenti più conservativi, con tutta una serie di vantaggi tra cui la riduzione dei rischi chirurgici, dei costi, dell'ospedalizzazione, nonché la prevenzione delle infezioni post-splenectomia. Alla luce di questi dati appare pertanto fondamentale il ruolo dell'imaging dal momento che può dare indicazioni per un approccio operativo o conservativo, suggerendo anche la durata del monitoraggio clinico e delle restrizioni da ogni tipo di attività. Le lacerazioni all'imaging presentano aspetto lineare o ramificato; le lesioni complesse sono caratterizzate da frammentazione o distruzione; può concomitare ematoma intraparenchimale o subcapsulare. L'emoperitoneo si riscontra nel 25% dei casi (20). È di particolare rilievo il fatto che con la CEUS si riesce ad esplorare correttamente anche sedi più difficili, come il polo superiore del



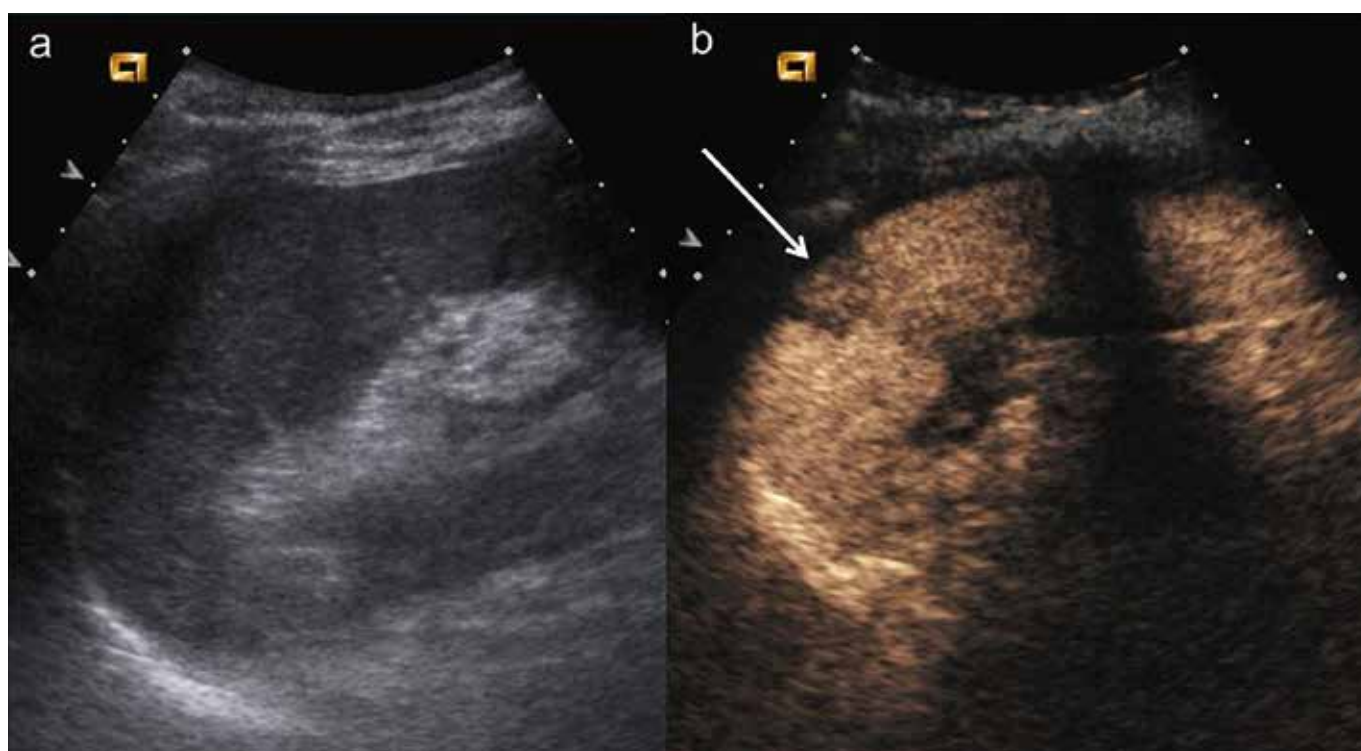
**Fig. 5** A) L'ecografia di base evidenzia un'area di infarcimento emorragico al VII segmento epatico. B) La CEUS conferma e definisce con maggiore nitidezza la sede e l'estensione della lesione lacerativo-contusiva epatica.

milza, spesso scarsamente accessibili con l'ecografia di base (Fig. 7) Diversi lavori hanno evidenziato come la CEUS riesca ad avere pressochè la stessa accuratezza diagnostica della TC con mdc nella detezione di lesioni degli organi solidi; già Catalano et al. (21) avevano descritto la semeiotica dei traumi

splenicici con CEUS; in un recente lavoro di Sessa et al (18) la CEUS ha correttamente identificato 34/35 lesioni spleniche utilizzando la TC come gold standard; il falso negativo era dovuto ad una lesione <1cm, che non avrebbe potuto causare quindi conseguenze rilevanti.

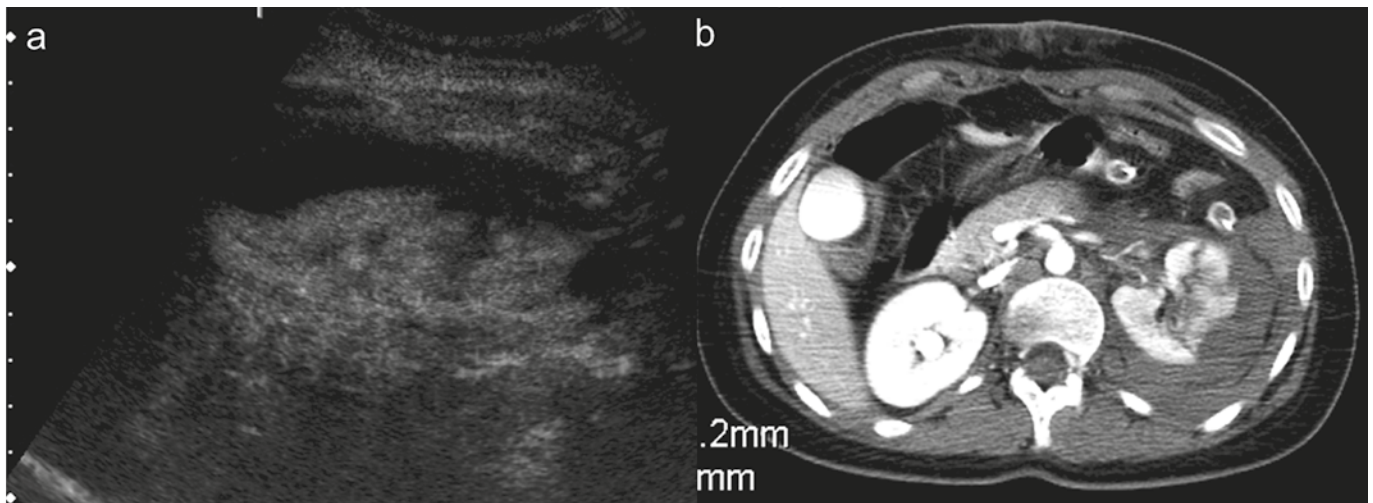


**Fig. 6** A) L'ecografia di base evidenzia la presenza di area di disomogeneità strutturale al lobo destro dle fegato, senza evidenza diretta della sede ed estensione delle lesioni. B) La CEUS definisce perfettamente la presenza di un triplice focoloiaio lesionale, ben identificando i margini e i rapporti tra le lesioni e i confini rispetto alla superficie capsulare del fegato.



**Fig. 7** A) L'ecografia di base non mette in evidenza sicure lesioni traumatiche a carico della milza. L'esplorazione del polo superiore è limitata dagli artefatti generati dall'aria nel seno costofrenico laterale. B) La CEUS evidenzia perfettamente la lesione (freccia bianca), definendo il contatto con la capsula e la presenza di raccolta perisplenaica.





**Fig. 8** A) La CEUS dimostra una lacerazione parenchimale incompleta al terzo renale medio, con discreta retrazione del parenchima circostante; abbondante raccolta perirenale. B) La TC con mdc conferma la lacerazione renale, la leggera retrazione parenchimale e la cospicua raccolta perirenale.

### *Reni*

I reni sono il terzo organo più frequentemente interessato in seguito ad un trauma chiuso dell'addome, sia da impatto diretto, con lesioni parenchimali, sia in seguito ad un trauma decelerativo che determina lesioni vascolari e del sistema escretore. Mentre il rene destro è facilmente valutabile con ecografia, l'analisi del rene sinistro risulta più difficoltosa a causa del sovrapporsi delle coste e del gas intestinale, anche considerando che nella maggior parte dei casi risulta complicato posizionare il paziente in posizione prona al fine di ottenere una finestra acustica migliore.

Come nel caso degli altri organi, conoscere l'estensione della lesione influenza l'iter terapeutico: traumi che coinvolgono il sistema escretore sono di difficile individuazione con l'ecografia basale ed anche con CEUS, dal momento che il mdc utilizzato non viene escreto per via renale, ma risultano ben documentabili con la TC con mdc in fase escretoria, in grado di localizzare il sito esatto di rottura e di stimare l'entità di stravaso di Mdc.

La CEUS risulta invece molto performante in caso di traumi parenchimali; i due reni devono essere esplorati entro 2-3 min dall'iniezione di mdc in due boli differenti. Le lesioni appariranno come aree avascolari di assente perfusione (Fig. 8). In caso di trombosi o di lesione di un'arteria renale il segmento interessato sarà privo di perfusione; uno stravaso attivo di mdc indica emorragia attiva (22-23). Anche l'ematoma perirenale risulta molto più evidente dopo l'iniezione di mdc, per la migliore definizione rispetto al parenchima renale accentuato (Fig. 8).

### *Pancreas*

I traumi pancreatici sono relativamente rari, manifestandosi in <2% dei traumi addominali chiusi; tuttavia, considerando la posizione retroperitoneale, la mortalità è alta, arrivando fino al 70-80% in associazione a lesioni dell'aorta, dell'arteria mesenterica superiore o della vena cava. La sua posizione non rende agevole l'esame clinico; la TC con mdc è l'esame gold standard nella valutazione delle lesioni pancreatiche data la scarsa sensibilità e specificità degli ultrasuoni in questo campo, in grado di evidenziare solo del fluido peripancreatico

(24). Valentino et al (25) hanno descritto un caso di lacerazione pancreatica riconosciuta dalla CEUS; più di recente Lv et al (26) hanno investigato il ruolo della CEUS su una casistica più ampia utilizzando la TC con mdc come gold standard, dimostrando come la CEUS abbia riconosciuto 21/22 lesioni pancreatiche con coinvolgimento capsulare e 6/21 lesioni duttali rispetto alle 7/21 riconosciute dalla TC, riportando un tasso di detezione del 95%. Gli autori concludono affermando che la CEUS non deve essere eseguita come alternativa alla TC ma come metodica di supporto alla ecografia basale nello screening del trauma pancreatico.

### **Pazienti pediatrici**

Diversi studi hanno dimostrato come la CEUS abbia quasi la stessa sensibilità della TC con mdc nella valutazione dei traumi chiusi dell'addome negli adulti, consentendo di selezionare i pazienti che necessitano di ulteriori passaggi diagnostici. Il suo ruolo sembra essere in egual modo rilevante anche nella popolazione pediatrica, come dimostrato da Valentino et al (14) che ha evidenziato come in una coorte di 27 pazienti la CEUS abbia riconosciuto 13/14 lesioni in 12 pazienti con TC positiva e nessuna lesione nei pazienti con TC negativa. Simile appare la nostra esperienza in merito (15): infatti la CEUS ha identificato 67/67 pazienti con lesioni parenchimali rispetto all'ecografia basale (26/67) con un'accuratezza diagnostica del 100%; inoltre, in alcuni pazienti la CEUS ha riconosciuto anche fattori prognostici molto importanti, come il sanguinamento attivo in 8 pazienti e devascularizzazione parziale in 1.

### **Discussione e conclusioni**

Nei pazienti vittima di traumi maggiori l'ecografia basale è una metodica estremamente valida per la sua rapidità e non invasività, perchè può essere effettuata a letto del paziente senza interferire con le manovre di rianimazione ed è caratterizzata da un'elevata sensibilità nell'individuare versamento libero in addome (27); se i pazienti raggiungono la stabilità emodinamica devono essere successivamente sottoposti alla

TC con mdc per la diagnosi e la stadiazione della gravità della lesione; in caso di persistente instabilità emodinamica verranno sottoposti direttamente a laparotomia esplorativa.

Tuttavia l'ecografia basale è caratterizzata da una scarsissima sensibilità nell'individuazione delle lesioni parenchimali, compresa fra il 27% ed il 68.6% (28); per questo motivo, in presenza di trauma minore, la CEUS trova ampio consenso dal momento che riesce a colmare i limiti dell'ecografia basale grazie alla somministrazione ev di mdc con i vantaggi che caratterizzano tale metodica, primi fra tutti la mancanza di radiazioni ionizzanti che la rende la tecnica più indicata in ambito pediatrico. Soprattutto nei traumi splenici, in considerazione della scarsa sensibilità dell'ecografia di base e del significativo rischio di emorragie tardive in caso di lesioni misconosciute, la CEUS dovrebbe essere eseguita in prima istanza a tutti i pazienti.

Nel trauma minore, quindi, la CEUS trova il suo spazio al posto dell'ecografia di base, inaffidabile per la sua scarsa sen-

sibilità; se negativa consente di escludere il ricorso alla TC.

Nei casi positivi alla CEUS, la TC con mdc va comunque eseguita per la migliore definizione dei fattori prognostici negativi, quali il sanguinamento attivo intraperitoneale, la valutazione del danno vascolare, la rottura delle vie urinarie, non rilevabili tramite CEUS.

Infine, alcuni lavori hanno descritto il ruolo della CEUS nel follow-up dei traumi isolati a bassa energia (29), pur tuttavia con i limiti sovradescritti.

Un recente lavoro degli autori (30) enfatizza a tal proposito il ruolo della RM nel follow-up, grazie alla sua panoramicità, al fatto che non utilizza radiazioni ionizzanti e alla sua elevata risoluzione di contrasto, consentendo una migliore stadiazione morfologica e temporale del trauma, anche in considerazione del fatto che in molti casi si tratta di pazienti pediatrici, nei quali è ancora più importante escludere tutti i fattori prognostici negativi, come sanguinamenti tardivi, rottura del tratto urinario o lesioni aggiuntive.

## BIBLIOGRAFIA

1. Van Beeck EF, Van Roijen L, Mackenbach JP. (1997) Medical costs and economic production losses due to injuries in the Netherlands. *J TRAUMA*;42:1116-1123
2. Bode PJ, Edwards MJR, Kruit M C, van Vugt AB. (1999) Sonography in a clinical algorithm for early evaluation of 1671 patients with blunt abdominal trauma *AJR Am J Roentgenol* 172:905-911
4. Poletti PA, Wintermark M, Schnyder P, Becker CD. (2002) Traumatic injuries: role of imaging in the management of the polytrauma victim (conservative expectation) *Eur Rad* 12:969-978
5. Korner M, Krotz MM, Degenhart C, Pfeifer KJ, Reiser MF, Linsenmaier U (2007) Current role of emergency US in patients with major trauma. *Radiographics* 28:225-244
6. Brown MA, Sirlin CB, Hoyt DB, Casola G. (2006) Screening ultrasound in blunt abdominal trauma. *J Intensive Care Med* 18:253-260
7. Lee BC, Ornsby EL, McGahan JP, Melendres GM, Richards JR (2007) The utility of sonography for the triage of blunt abdominal trauma patients to exploratory laparotomy. *AJR Am J Roentgenol* 188: 415-421
8. Poletti PA, Kinkel K, Vermeulen B, Irmay F, Unger PF, Terrier F (2003) Blunt abdominal trauma: should US be used to detect both free fluid and organ injuries? *Radiology* 227:95-103
9. Lingawi S, Buckley A. (2000) Focused abdominal US in patients with trauma. *Radiology* 217:426-429
7. Chiu WC, Cushing BM, Rodriguez A, Ho SM, Mirvis SE, Shanmuganathan K, Stein M (1997) Abdominal injuries without hemoperitoneum: a potential limitation of focused abdominal sonography for trauma (FAST). *J Trauma* 42:617-625.
8. Blomley MJK, Cooke J, Unger EC, Monaghan MJ, Cosgrove DO (2001) Microbubble contrast agents: a new era in ultrasound. *BMJ* 322:1222-1225.
9. Quaia E, Calliada F, Bertolotto M, Rossi S, Garioni L, Rosa L, Pozzi-Mucelli R. (2004) Characterization of focal liver lesions with contrast-specific US modes and a sulfur hexafluoride-filled microbubble contrast agent: diagnostic performance and confidence. *Radiology* 232:420-430.
10. Piscaglia F, Bolondi L; Italian Society for Ultrasound in Medicine and Biology (SIUMB) Study Group on Ultrasound Contrast Agents. The safety of Sonovue in abdominal applications: retrospective analysis of 23188 investigations. *Ultrasound Med Biol* 2006 32:1369-75
11. Pinto F, Miele V, Scaglione M, Pinto A. (2014) The use of contrast-enhanced ultrasound in blunt abdominal trauma: advantages and limitations. *Acta Radiol* 55: 776-84
12. Farina R, Catalano O, Stavolo C, Sandomenico F, Petrillo A, Romano L. (2015) Emergency radiology. *Radiol Med* 120: 73-84.
13. Catalano O, Aiati L, Barozzi L, Bokor D, De Marchi A, Faletti C, et al. (2009) CEUS in abdominal trauma: multicenter study. *Abdom Imaging*; 34: 225-34.
14. Valentino M, Serra C, Pavlica P, Labate AM, Lima M, Baroncini S, Barozzi L. (2008) Blunt abdominal trauma: diagnostic performance of contrast-enhanced US in children-initial experience. *Radiology* 246:903-909.
15. Menichini G, Sessa B, Trinci M, Galluzzo M, Miele V. (2015) Accuracy of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in the identification and characterization of traumatic solid organ lesions in children: a retrospective comparison with baseline US and CE-MDCT. *Radiol Med* 120:989-1001.
15. Cokkinos D, Antypa E, Stefanidis K, Tserotas P, Kostaras V, Parlamenti A, Tavernaraki K, Piperopoulos PN. (2012) Contrast enhanced ultrasound for imaging blunt abdominal trauma—indications, description of the technique and imaging review. *Ultraschall Med* 33: 60-7.
16. Afaq A, Harvey C, Aldin Z, Leen E, Cosgrove D (2012) Contrast-enhanced ultrasound in abdominal trauma. *Eur J Emerg Med*; 19: 140-5.
17. Miele V, Buffa V, Stasolla A, Regine G, Atzori M, Ialongo P, Adami L. (2004) Contrast enhanced ultrasound with second generation contrast agent in traumatic liver lesions. *Rad Med* 107:82-91.
18. Sessa B, Trinci M, Ianniello S, Menichini G, Galluzzo M, Miele V. (2015) Blunt abdominal trauma: role of contrast enhanced ultrasound (CEUS) in the detection and staging of abdominal traumatic lesions compared to US and CE-MDCT. *Radiol Med* 120:180-9
19. Valentino M, Serra C, Zironi G, De Luca C, Pavlica P, Barozzi L. (2006) Blunt abdominal trauma: emergency contrast-enhanced sonography for detection of solid organ injuries. *AJR*;186:1361-1367.



20. Lynn NK, Werder GM, Callaghan RM, Sullivan AN, Jafri ZH, Bloom DA (2009) Pediatric blunt splenic trauma: a comprehensive review *Pediatr Radiol* (2009) 39:904–916
21. Catalano O, Lobianco R, Sandomenico F, Siani A. (2003) Splenic trauma: evaluation with contrast-specific sonography and a second generation contrast medium: preliminary experience. *J Ultrasound Med*; 22: 467–77.
22. Cagini L, Gravante S, Malaspina CM, Cesarano E, Giganti M, Rebonato A, et al. (2013) Contrast enhanced ultrasound (CEUS) in blunt abdominal trauma. *Crit Ultrasound J*; 5 (Suppl. 1)
23. Regine G, Stasolla A, Miele V. (2007) Multidetector computed tomography of the renal arteries in vascular emergencies. *Eur J Radiol*; 64: 83–91
24. Korner M, Krotz MM, Degenhart C, Pfeifer KJ, Reiser MF, Linsenmaier U. (2008) Current role of emergency US in patients with major trauma. *RadioGraphics*; 28: 225–42
25. Valentino M, Galloni SS, Rimondi MR, Gentili A, Lima M, Barozzi L. (2006) Contrast enhanced ultrasound in non-operative management of pancreatic injury in childhood. *Pediatr Radiol*; 36: 558–60
26. Lv F, Tang J, Luo Y, Nie Y, Liang T, Jiao Z, Zhu Z, Li T. (2014) Emergency contrast-enhanced ultrasonography for pancreatic injuries in blunt abdominal trauma. *Radiol Med* 119: 920–7.
27. Poletti PA, Kinkel K, Vermeulen B, Irmay F, Unger PF, Terrier F. (2003) Blunt abdominal trauma: should US be used to detect both free fluid and organ injuries? *Radiology* 227:95-103
28. Poletti PA, Mirvis SE, Shanmugathan K, Takada T, Killeen KL, Perlmutter D, Hahn J, Mermillod B. (2004) Blunt abdominal trauma patients: can organ injury be excluded without performing computed tomography? *J Trauma*; 57:1072–81
29. Manetta R, Pistoia ML, Bultrini C, Stavroulis E, Di Cesare E, Masciocchi C. (2009) Ultrasound enhanced with sulphur-hexafluoride-filled microbubbles agent (SonoVue) in the follow-up of mild liver and spleen trauma. *Radiol Med* 114:771-779
30. Miele V, Piccolo CL, Sessa B, Trinci M, Galluzzo M (2016) Comparison between MRI and CEUS in the follow-up of patients with blunt abdominal trauma managed conservatively. *Radiol Med*;121:27-37.