

La Radiologia Medica - Radiol Med 108: 443-53, 2004  
Edizioni Minerva Medica - Torino

## La valutazione focalizzata del trauma con ecografia (FAST): che cos'è, come si fa e perché siamo contrari

*Focused assessment with sonography for trauma (FAST):  
what it is, how it is carried out, and why we disagree*

Orlando CATALANO - Alfredo SIANI

### Che cos'è la FAST

L'impiego dell'ecografia (US) nello studio del trauma addominale è stato descritto dal 1976 [1]. I suoi vantaggi (semplicità - spesso confusa con facilità, rapidità, assenza di invasività radiobiologica e farmacologica, limitata interferenza con manovre rianimative, trasportabilità, ripetibilità, basso costo) e limiti (ridotta panoramicità, subottimale sensibilità per le lesioni d'organo - specie renali e intestinali, paziente-dipendenza, operatore-dipendenza) sono ben noti [2-12].

L'evoluzione parallela delle apparecchiature e delle conoscenze riguardanti US e Tomografia Computerizzata (TC) del trauma addominale ha fatto in modo da rendere sostanzialmente costante negli anni la relativa superiorità della seconda opzione diagnostica rispetto alla prima [6, 12]. In Europa, tuttavia, si è da lungo tempo optato, proficuamente, per un'iniziale valutazione ecografica [2, 5, 11], sostituita dalla TC con mdc e.v. solo nel politrauma evidente o nel paziente con trauma addominale palese (ma non tale da renderlo emodinamicamente instabile) [2, 11]. Negli Stati Uniti la TC è considerata da sempre la metodica di scelta [9] mentre l'US è stata scoperta solo negli ultimi anni (prima dai clinici e poi dai radiologi!): ancora nel '94 ci si domandava se gli ultrasuoni potessero sostituire il lavaggio diagnostico come indicatore di versamento peritoneale [13], cosa che da noi avveniva routinariamente da più di 10 anni. La diffusione dell'US negli Stati Uniti è tuttavia avvenuta soprattutto sotto forma di «surrogato»: la Focused Assessment (o Abdominal secondo alcuni) Sonography for Trauma (FAST) è una tecnica di screening ecografico iniziale del paziente con trauma addominale, finalizzata solo ed esclusivamente all'identificazione del versamento peritoneale quale segno indiretto di lesione d'organo cavo o parenchimoso. Nell'idea di chi la pratica, essa costituisce il sostituto non invasivo del lavaggio peritoneale, rispetto al quale consente l'individuazione ma anche la quantificazione del liquido [13-18]. La rapida popolarizzazione di questa tecnica deriva dall'indiscutibile importanza che ha il riconoscimento dell'emoperitoneo nel paziente traumatizzato, andando a costituire uno dei principali elementi nella successiva strategia diagnostico-terapeutica [19].

### What FAST is

*The use of ultrasound (US) in the study of abdominal trauma has been described since 1976 [1]. Its advantages (simplicity - often confused with ease of use - rapidity, absence of radiobiological and pharmacological invasiveness, limited interference with resuscitation procedures, portability, repeatability, and low cost) and limitations (limited comprehensiveness, suboptimal sensitivity for organ lesions - above all renal and intestinal, patient-dependency, operator-dependency) are well known [2-12].*

*The parallel advances in US and Computed Tomography (CT) imaging equipment and in the knowledge of abdominal trauma have made the relative superiority of CT over US essentially consistent over the years [6, 12]. In Europe, however, there is a long and fruitful tradition of initial assessment by US [2, 5, 11], replaced by contrast-enhanced CT only in evident multi-trauma or in patients with overt abdominal trauma (but not so severe as to make the patient haemodynamically unstable) [2, 11]. In the United States CT was always considered the method of choice [9], whereas US is a recent discovery (first of clinicians and then of radiologists!): in 1994 researchers were still debating whether ultrasound could replace diagnostic lavage as an indicator or peritoneal effusion [13], while this had been the case in Europe for over 10 years. The spread of US in the United States has, however, occurred above all in the form of a "surrogate": Focused Assessment (or Abdominal according to some) Sonography for Trauma (FAST) is a screening US technique for the patient with abdominal trauma, which is exclusively aimed at identifying peritoneal effusion as an indirect sign of injury of a hollow or parenchymal organ. In its practitioners' view it is a non-invasive alternative to peritoneal lavage, compared to which it not only detects but also quantifies the amount of free fluid [13-18]. The rapid popularisation of this technique stems from the indisputable importance of deriving from, recognising haemoperitoneum in the trauma patient, one of the main determinants of the subsequent diagnostic-therapeutic management [19]. The efficacy of US with respect to peritoneal lavage was demonstrated in the late 80s, with*

Dipartimento di Diagnostica per Immagini e Radiologia Interventistica - ASL Na 2 - Servizio di Radiologia - Ospedale S. Maria delle Grazie - Pozzuoli (Napoli).

Pervenuto alla Redazione il 6.2.2004; accettato per la pubblicazione il 20.2.2004.

Indirizzo per la richiesta di estratti: Dott. O. Catalano - Via F. Crispi, 92 - 80121 Napoli NA - Tel. 081/7612417 - Fax 081/855224. E-mail: orlandcat@tin.it

Sul finire degli anni '80 veniva dimostrata la buona efficacia dell'US rispetto al lavaggio peritoneale e veniva suggerita prima l'integrazione e poi la sostituzione [14, 15, 20, 21]. Da allora l'«idea FAST», ai nostri occhi poco più che un acronimo, si è estesa in maniera estremamente rapida in Nord America ove viene considerata sinonimo perfetto di ecografia del trauma [13, 18, 22-27]: nel 1999 il 79% dei centri regionali per il trauma degli USA praticava questa tecnica [28]. La diffusione è stata più graduale negli altri paesi, ma presente comunque sia in Europa che in Asia che in Oceania [29-34]. La metodica, suggerita sia nei traumi chiusi che in quelli penetranti [28, 35-37], si è dimostrata costo-efficace come opzione di studio iniziale del trauma addominale, consentendo una diminuzione del numero di lavaggi peritoneali diagnostici, degli esami TC e delle laparotomie non terapeutiche [32, 35, 38, 39]. Le possibilità tecniche attuali consentono di usufruire anche di apparecchi portatili ormai quasi palmari [36] e di videotelefonati satellitari [40].

### Come si esegue la FAST

Agli albori dell'era FAST si proponeva di ricercare il versamento nel solo recesso epatorenale di Morison, mediante scansioni longitudinali con paziente in Trendelenburg [23]. Ben presto si è sentita la necessità di esplorare spazi multipli, declivi e/o vicini alla fonte emorragica. Ambacher [41] e Rothlin [42] indicano 4 punti da esaminare con scansione longitudinale: epigastrio, ipocondrio destro e sinistro, pelvi. McGahan [8, 24] ha codificato uno studio in 5 punti: quadrante superiore destro comprensivo della fossa epatorenale, quadrante superiore sinistro inclusivo della regione perisplenica, doccia paracolica destra e sinistra, pelvi; questa modalità multifocale è risultata superiore a quella focalizzata sul solo recesso di Morison (sensibilità 87 e 51% rispettivamente) [43]. Alcuni Autori [8, 37, 44] hanno poi incluso nei 5 spazi il pericardio, oltre a spazio subfrenico destro e sinistro, spazio sottopatico e pelvi. Altri Autori [18, 45] parlano di esplorazione in sei punti, con vista sottoxifoidea, sovrapubica, del quadrante superiore destro e sinistro dell'addome e del quadrante destro e sinistro della pelvi. Altri ancora [46, 47] valutano 7 regioni per l'individuazione di versamento (quadranti superiori, logge renali, docce paracoliche e pelvi): la ricerca del liquido anche nel retroperitoneo indica l'intenzione di non limitare lo studio al solo emoperitoneo. In ogni caso, la tendenza generale è verso la standardizzazione della metodica, con definizione di un numero fisso di proiezioni costanti, tese esclusivamente a esplorare i recessi peritoneali declivi. L'indagine può essere così eseguita in 1-5 minuti [17, 19, 23, 28, 48].

Alcuni gruppi radiologici, anche negli USA [8, 17, 34, 47, 49-52], hanno progressivamente optato pur uno studio più completo con un'esplorazione in qualche modo comprensiva dei parenchimi, sebbene ancora ben lontana dalla tecnica «a pieno potenziale» di cui diremo in seguito. La maggioranza della letteratura non radiologica utilizza la FAST nuda e cruda.

Sul piano metodologico, la necessità di esplorare tra le sedi costanti il pericardio ci lascia personalmente perplessi: se è vero che sempre nello studio dell'addome di urgenza è opportuno anche angolare la sonda in sede sottoxifoidea e ricercare un versamento pericardico, è anche vero che tra gli aspetti costanti sarebbe forse meglio ricercare, da ambo i lati, il versamento

*suggestions first for integration and then for replacement [14, 15, 20, 21]. Since then the concept of "FAST", to us little more than an acronym, has spread very rapidly in North America where it is considered synonymous to trauma ultrasound [13, 18, 22-27]: in 1999, 79% of regional trauma centres in the USA used the technique [28]. The spread has been slower in other countries, but the technique is present both in Europe and in Australasia [29-34]. The method, suggested both for blunt trauma and penetrating trauma, [28, 35-37] proved to be a cost-effective option for the initial study of abdominal trauma, allowing a reduction in the number of diagnostic peritoneal lavage procedures, CT scans and non-therapeutic laparotomies [32, 35, 38, 39]. The current technical possibilities enable to use also portable, now almost palmar, units [36] and satellite video-phones [40].*

### How FAST is carried out

*At the beginning of the FAST era, the examination was directed at searching for effusion in the hepatorenal fossa of Morison by using longitudinal scans with the patient in Trendelenburg position [23]. Soon the need arose to image multiple spaces, deep and/or close to the source of the bleed. Ambacher [41] and Rothlin [42] indicate four regions to be examined with longitudinal US scans: epigastrium, right and left upper quadrants, pelvis. McGahan [8, 24] codified a five-point study: right upper quadrant including the hepatorenal fossa, left upper quadrant including the perisplenic region, right and left paracolic gutters, pelvis; this multifocal study proved better than the one focused only on the fossa of Morison (sensitivity 87% and 51%, respectively) [43]. Some authors [8, 37, 44] extended this five-point study to include the pericardium, the right and left subphrenic spaces, the subhepatic space and the pelvis. Some [18, 45] adopt a six-point exploration including a subxiphoid and suprapubic view of the upper right and left abdominal quadrants and of the right and left pelvic quadrants. Others still [46, 47] examine seven regions for fluid (both upper quadrants, both renal fossae, both paracolic gutters and pelvis): extending the search for fluid to the retroperitoneum indicates an intention not to limit the study to haemoperitoneum alone. At any rate, the general tendency is to standardise the method, with definition of a fixed number of constant views aimed exclusively at exploring the deep peritoneal recesses. The examination can thus be performed in 1-5 minutes [17, 19, 23, 28, 48].*

*Some radiological groups, even in the USA [8, 17, 34, 47, 49-52], have opted for a more complete work-up by extending the study to the parenchymas, although this is still far from the "full potential" technique described below. Most of the radiology literature utilises the FAST technique as it stands.*

*Methodologically, we have some doubts about the need to include the pericardium among the sites to be routinely explored: while it is true that in emergency abdominal sonography a subxiphoid view should also always be incorporated to screen for pericardial effusion, it is also true that it might be more useful to routinely screen for pleural effusion bilaterally, a finding that is definitely more frequent than*

pleurico, reperto certamente più frequente dell'emopericardio e possibile spia di un trauma sia addominale che toracico. Tra l'altro, un lieve scollamento della sierosa pericardica è presente in molti soggetti, specie di età medio-avanzata.

Anche la necessità di distendere la vescica con riempimento retrogrado ci appare poco convincente: il soggetto con trauma ha generalmente, nella nostra esperienza, una distensione del viscere adeguata per la ricerca di liquido ed anzi una sovradi-distensione vescicale iatrogena può ostacolare il riconoscimento del versamento. Se il paziente è già portatore di catetere e vi è il dubbio di un lieve versamento pelvico il riempimento retrogrado del viscere può essere talora utile ma effettuarlo di routine e preventivamente [18] ci sembra eccessivo.

### Chi esegue la FAST

In Europa l'ecografia del trauma è stata sinora effettuata essenzialmente da radiologi, sia nel Servizio di Diagnostica che, eventualmente, nel Pronto Soccorso [53]. Negli USA essa è praticata di solito da tecnici sonografisti, con la supervisione diretta o indiretta del radiologo [17, 18, 45-47, 49, 52]. Intesa come screening iniziale del soggetto traumatizzato, la FAST ha avuto tuttavia rapida diffusione anche tra rianimatori e chirurghi d'urgenza e ciò soprattutto presso strutture dove i radiologi non sono presenti hh. 24/gg. 7: nel '99 la tecnica era eseguita da radiologi nel 35% dei centri USA ove era praticata, da chirurghi d'urgenza nel 39%, da chirurghi e rianimatori nel 21%, da rianimatori nel 5% [28]. Alcuni clinici si limitano a interpretare le immagini ottenute da tecnici [54] ma la maggioranza sembra eseguire personalmente l'indagine [28, 32, 35, 38]. In molti paesi si vanno definendo i criteri per la certificazione professionale e addestramento per rianimatori e chirurghi [29].

La sensibilità per identificazione e quantificazione del liquido dipende dall'esperienza dell'operatore [33]: con un training minimo, moderato o ampio la sensibilità è rispettivamente del 45, 87 e 100% per versamento <1000 ml e rispettivamente del 38, 63 e 90% per versamento <250 ml [55]. Una curva di apprendimento è assente in uno studio [56] mentre inizia ad appiattirsi dopo 30-100 esami in un altro [55]; in una casistica raccolta in 19 mesi [45] il 67% dei falsi negativi si verificava nei primi 3. Alcuni Autori [26] hanno indicato la necessità di almeno 200 esami supervisionati per acquisire una sufficiente capacità diagnostica, altri ritengono che ne sia sufficiente una decina [56].

In due studi [51, 57] i chirurghi avevano una capacità interpretativa della FAST sovrapponibile a quella dei radiologi. Eseguita da residents di chirurgia al 3° anno la FAST ha dimostrato sensibilità del 47%, specificità del 96%, valore predittivo positivo dell'89%, valore predittivo negativo del 72% e accuratezza dell'82% [31]; effettuata in bambini da chirurghi residenti o attendenti essa è risultata tecnicamente adeguata nel 98% dei soggetti eleggibili, con sensibilità dell'80% e specificità del 100% [44]. Si tratta di valori non sempre accettabili ma che comunque tenderanno a migliorare con la diffusione della metodica e dei protocolli di training specifico.

Alcuni lavori [18] hanno dimostrato come il Servizio di Radiologia possa coprire il servizio di FAST per il Pronto Soccorso in maniera agevole e valida sul piano dei costi (sebbene non è detto che tali considerazioni siano estendibili a sistemi e strutture sanitarie differenti). Non è tuttavia l'aspet-

*haemopericardium and a possible sign of abdominothoracic trauma. Moreover, a slight detachment of the pericardial serosa is present in many subjects, especially in middle-to-advanced age.*

*Even the need for bladder distension by retrograde filling appears poorly convincing: in our experience the trauma subject generally has adequate bladder distension to search for fluid and induced bladder overdistension may hinder recognition of the fluid. If the patient has a catheter and a small pelvic effusion is suspected, retrograde bladder filling may sometimes prove useful, but practising it pre-emptively and routinely [18] appears excessive.*

### Who performs FAST

*In Europe trauma sonography has been mainly performed by radiologists, both at the Diagnostic Imaging Department and in the Emergency Department [53]. In the USA it is usually practised by sonographers, under the direct or indirect supervision of a radiologist [17, 18, 45-47, 49, 52]. Intended as a screening examination of trauma subjects, FAST has, however, also had rapid diffusion among intensivists and emergency surgeons and this, mainly in centres without 24/7 radiologist coverage: in '99 the technique was performed by radiologists in 35% of USA centres where it was practised, by emergency surgeons in 39%, by surgeons and intensivists in 21%, by intensivists in 5% [28]. Some clinicians limit themselves to interpreting the images obtained by the ultrasound technologists [54] but the majority seem to perform the examinations themselves [28, 32, 35, 38]. In many countries criteria are being defined for the credentialling and training of intensivists and surgeons [29].*

*Sensitivity for the detection and quantification of free fluid depends on the operator's experience [33]: with minimal, moderate or extensive training, sensitivity is 45%, 87% and 100%, respectively, for effusions <1000 ml and 38%, 63% and 90%, respectively, for effusions <250 ml [55]. There was no learning curve in one study [56] whereas it tended to level off after 30-100 examinations in another [55]; in a series collected over 19 months [45] 67% of the false negative findings occurred in the first three months. Some authors [26] have indicated the need for at least 200 supervised examinations to acquire sufficient diagnostic skill, others consider about ten to be enough [56].*

*In two studies [51, 57] surgeons performed as well as radiologists in interpreting the results of FAST. When done by 3<sup>rd</sup> year surgical residents, FAST had a sensitivity of 47%, specificity of 96%, positive predictive value of 89%, negative predictive value of 72% and accuracy of 82% [31]; performed in children by resident or attending surgeons it proved to be technically adequate in 98% of eligible subjects, with a sensitivity of 80% and specificity of 100% [44]. The values are not always acceptable but they will tend to improve as the method spreads and specific training protocols are established.*

*Some authors [18] have shown that the Radiology Department can cover the FAST service for the Emergency Department easily and validly in terms of costs (but these considerations may not be applicable to different healthcare*

to economico a preoccuparci quanto piuttosto il fatto che mani mediamente poco esperte, o comunque mediamente meno esperte di quelle dei radiologi d'urgenza, siano deputate a svolgere una funzione così delicata quale quella dell'esplorazione ecografica di un addome traumatizzato (o di un addome acuto non traumatico), spesso basata su rilievi impercettibili o su pure sensazioni. Se poi tanta letteratura americana ritiene che l'US abbia paragonabile efficacia se praticata dal radiologo e dal chirurgo (che abbia fatto un po' di training) può solo significare, a nostro avviso, che le capacità ecografiche dei radiologi d'oltreoceano (dirette o mediate da tecnici sonografisti) sono significativamente inferiori a quelle dei colleghi europei.

## Come si interpreta la FAST

La presenza di un versamento peritoneale in un soggetto con trauma è generalmente ritenuto indicativo di emoperitoneo, sebbene possa anche essere dovuto a bile, urina o liquido intestinale, possa essere misto o possa essere dovuto a un'ascite preesistente [17].

La distribuzione del liquido privilegia le sedi declivi, in particolare lo spazio sottoepatico posteriore e quello pelvico mediano, sebbene casistiche TC [58] abbiano dimostrato la frequenza dell'interessamento, anche isolato, dello spazio subfrenico anteriore destro (meno accessibile all'US rispetto agli altri, specie nel paziente che non è in grado di inspirare profondamente). La massima probabilità di individuare il liquido corrisponde anche alla sede dell'emorragia [59]. La conoscenza dei patterns di distribuzione può aiutare nella ricerca dell'organo lesionato: nell'adulto un versamento nel quadrante superiore sinistro, in entrambi i quadranti superiori o diffuso orienta verso un'origine splenica, uno nel quadrante superiore destro oppure in questo e nei recessi sottomesocolici suggerisce un sanguinamento epatico; le lesioni intestinali hanno una distribuzione casuale del liquido e quelle extraperitoneali mostrano un accumulo locale dell'eventuale versamento [46]. Nel bambino la sede più frequente di accumulo, e quella più cospicua quantitativamente, sembra essere in ogni caso la pelvi; il volume medio di liquido è inoltre maggiore nelle lesioni spleniche che in quelle epatiche [60]. Nelle donne in età fertile un versamento isolato nello spazio di Douglas è quasi sempre fisiologico e la necessità di monitoraggio dipende da caso a caso [61].

Entro determinati limiti, l'entità dell'emoperitoneo si correla con la probabilità di lesione d'organo significativa e quindi, ancora entro determinati limiti, con la gravità della lesione parenchimale e la prognosi [60, 62-65]. In particolare, la probabilità di successo del trattamento conservativo del trauma epatico e splenico sembra correlarsi sia nell'adulto che nel bambino con l'entità dell'emoperitoneo, oltre che con fattori clinici e laboratoristici [62-68]. Conseguentemente, si è sviluppata la necessità di quantificare il versamento. Sono stati proposti diversi sistemi di scoring: la somma aritmetica del numero di recessi peritoneali positivi [65], la somma aritmetica del numero di recessi peritoneali con falde >2 mm [67], la somma dello spessore in cm delle raccolte liquide nei 5 spazi esplorati [68], l'altezza in cm della raccolta liquida più ampia + il numero degli altri spazi peritoneali positivi [17, 62, 63, 66]. Premesso che ai chirurghi interessa poco sapere quanto è il punteggio registrato se tale dato non viene poi

*systems and institutions). Our main concern is not, however, the economic issue but the fact that health professionals with on average little experience, or at any rate less experience than emergency radiologists, should be allowed to carry out such a delicate function as the sonographic exploration of a traumatised abdomen (or of an acute, non traumatised abdomen), often relying on barely perceivable findings or mere sensations. In addition, if so many North American reports believe US to have comparable efficacy whether performed by a radiologist or by a surgeon (duly trained) it can only mean, in our opinion, that the sonographic skills of American radiologists (direct or mediated by ultrasound technologists) are significantly inferior to those of their European counterparts.*

## How FAST is interpreted

*The presence of peritoneal free fluid in a trauma subject usually indicates haemoperitoneum, although it may also represent bile, urine or bowel contents, be mixed or be due to pre-existing ascites [17].*

*The fluid tends to distribute in the most dependent regions, in particular in the posterior subhepatic space and the median pelvic space, even though CT series [58] have also demonstrated isolated involvement of the right anterior subphrenic space (less amenable to US than other techniques especially in subjects unable to breathe deeply). The likelihood of detecting free fluid also depends on the site of the bleed [59]. Knowledge of the distribution patterns may help in the search of the injured organs: in the adult, fluid in the left upper quadrant, in both upper quadrants or diffusely distributed will suggest splenic injury, whereas fluid in the right upper quadrant or the right upper quadrant and lower recesses suggests a hepatic bleed; fluid accumulation is random in enteric injuries whereas it is absent or locally distributed in extraperitoneal injuries [46]. In children, the most common site of fluid accumulation, and where the quantity of free fluid is greatest, is the pelvis; the mean volume of fluid is greater in splenic injury than in hepatic injury [60]. In women of reproductive age isolated fluid in the pouch of Douglas is almost always normal and the need for monitoring will depend on the individual patient [61].*

*Within given limits, the extent of haemoperitoneum is correlated with the likelihood of severe organ injury and therefore, still within these limits, with the seriousness of parenchymal injury and outcome [60, 62-65]. In particular, the likelihood of success of conservative treatment of a splenic or hepatic injury appears to correlate, in both adults and children, with the extent of haemoperitoneum, as well as with clinical and laboratory findings [62-68]. Consequently, a need has arisen to quantify the effusion. Different scoring systems have been proposed: the sum of the number of positive peritoneal recesses [65], the sum of peritoneal recesses with collections >2 mm [67], the sum of the depth in centimetres of the fluid collections in the 5 spaces inspected [68], the height in centimetres of the largest fluid collection added to the number of other positive peritoneal spaces [17,*

tradotto in millilitri, noi dissentiamo soprattutto dalla condotta di optare per l'intervento chirurgico basandosi solo su di uno score dell'emoperitoneo elevato alla FAST [17, 62, 63, 65, 67, 68] poiché questa ci sembra una semplificazione eccessiva di un'analisi decisionale complessa e da fare caso per caso.

La sensibilità degli ultrasuoni nell'identificare il versamento peritoneale è comunemente ritenuta elevata (fig. 1), analoga se non superiore a quella della TC con mdc *e.v.* (sebbene in una casistica essa fosse leggermente inferiore, anche quando l'US veniva ripetuta alla luce dei dati TC [12]). In casistiche cliniche [4, 18, 23, 24] si è rilevata sensibilità del 63-98%, specificità del 94-100%, valore predittivo positivo dell'86-100%, valore predittivo negativo dell'85-95% e accuratezza dell'85-95%. Valutando sperimentalmente donne sottoposte a isterosalpingografia (circa 10 ml di mdc) e soggetti esaminati con erniografia (circa 50 ml di mdc) si è osservata una sensibilità degli ultrasuoni del 71% nel primo gruppo e del 100% nel secondo [59]. Esaminando sperimentalmente la regione pelvica di soggetti sottoposti a lavaggio peritoneale diagnostico si è rilevata la necessità di una modesta quantità di liquido (volume mediano 100 ml) perché l'US si positivizzasse [69]. In proposito vi è tuttavia un articolo controcorrente [70]: studiando con US il recesso di Morison durante l'infusione di liquido per lavaggio peritoneale diagnostico (in Trendelenburg) solo il 10% dei partecipanti (clinici attendenti e residenti di medicina d'urgenza, chirurgia e radiologia) riconosceva un volume <400 ml e il volume medio identificato era di ben 619 ml. Premesso che non è detto che le conclusioni ottenute sperimentalmente siano applicabili nel trauma, ove la distribuzione del liquido può seguire regole differenti, i risultati del suddetto lavoro sono quantomeno non in linea con la comune esperienza quotidiana, secondo la quale l'US identifica piccolissime falde di liquido.

### Considerazioni personali sulla tecnica FAST

Che dinanzi a un paziente emodinamicamente instabile, o comunque in condizioni francamente gravi, l'US dovesse essere eseguita celermente e focalizzarsi soprattutto sulla ricerca dell'emoperitoneo, al fine di definire l'immediata necessità di una laparotomia e la priorità terapeutica in particolare in soggetti con lesioni multidistrettuali (intra- ed extraddominali) [15, 68], è cosa ovvia per tutti i radiologi italiani. Che però questo potesse divenire una tecnica diagnostica autonoma, intesa come rapida (di nome e di fatto) «spazzolata» dell'addome del traumatizzato, e addirittura potesse fungere da «cavallo di Troia» per l'inizio di un'attività ecografica autonoma in Pronto Soccorso, questo non lo avremmo mai pensato.

Il problema sostanziale, e insormontabile, della FAST nasce dinanzi alla larga maggioranza dei pazienti con sospetto trauma addominale, che sono emodinamicamente stabili e che quindi possono essere valutati con sufficiente accuratezza: in questi pazienti la sola dimostrazione della presenza o dell'assenza di liquido peritoneale non è sufficiente. Sebbene la TC con mdc *e.v.* sia unanimemente ritenuta la metodica più accurata nello studio del trauma addominale, non è evidentemente possibile sottoporre a quest'indagine la tota-

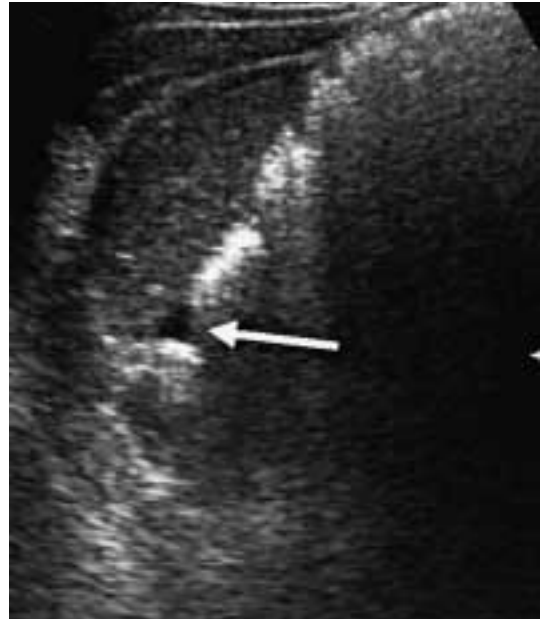


Fig. 1. — Scansione ecografica trasversale che dimostra una minima falda liquida (freccia) intorno all'apice della grande ala epatica. Simili reperti possono sfuggire ad uno studio TC non particolarmente collimato e pertanto questa metodica non può essere utilizzata come standard nel giudicare l'accuratezza dell'US.

*Transaxial sonographic scan showing minimal fluid collection (arrow) around right hepatic lobe apex. These changes may be overlooked by normal-thickness CT scans. Hence, CT cannot be used as a reference standard to assess US effectiveness.*

62, 63, 66]. Besides the fact that a score that is not translated into millilitres is of little help to surgeons, we disagree above all with the practice of basing the decision to opt for surgery exclusively on an elevated haemoperitoneum score at FAST imaging [17, 62, 63, 65, 67, 68] as this seems to be an oversimplification of a complex decision analysis that should be done on a case-by-case basis.

*The sensitivity of ultrasound in detecting peritoneal effusion is commonly believed to be high (fig. 1), and similar if not superior to contrast-enhanced CT (although in one study it was slightly lower, even when US was repeated in the light of the CT findings [12]). Clinical case series [4, 18, 23, 24] demonstrated a sensitivity of 63-98%, specificity of 94-100%, positive predictive value of 86-100%, negative predictive value of 85-95% and accuracy of 85-95%. An experimental study comparing women undergoing hysterosalpingography (about 10 ml of contrast) and subjects examined by herniography (about 50 ml of contrast) showed a sensitivity to ultrasound of 71% in the first group and of 100% in the second [59]. An experimental examination of the pelvic region in subjects undergoing diagnostic peritoneal lavage revealed that a modest quantity of fluid (median volume 100 ml) had to be present for US to become positive [69]. On this subject, there is a discordant study [70]: studying the Morison pouch by US during the infusion of fluid for diagnostic peritoneal lavage (in Trendelenburg) only 10% of participants (attending clinicians and emergency medicine, surgery and radiol-*

lità dei pazienti, inclusi quelli studiati per motivi essenzialmente medico-legali o comunque con bassa (ma non nulla!) probabilità di lesione addominale. È quindi necessario un «filtro» diagnostico pre-TC, che per ovvi motivi non può essere né quello clinico-laboratoristico né quello dell'osservazione temporale né quello del lavaggio peritoneale diagnostico ma che ad oggi può solo basarsi sull'impiego, però a pieno potenziale, degli ultrasuoni [71].

La FAST ha dimostrato sensibilità del 57-81%, specificità del 98-99%, valore predittivo positivo dell'80-86%, valore predittivo negativo del 96-97% e accuratezza del 90-96% nell'identificare un trauma addominale attraverso il riconoscimento del liquido [18, 28, 36, 48]. Essa risulta falsamente negativa nel 17-29% dei casi rispetto alla TC [72-74]. Nei bambini, rispetto alla TC, la sensibilità è risultata del 30-59%, la specificità del 79-100%, il valore predittivo negativo del 75-82%, l'accuratezza del 76-91% [48, 52, 75, 76] e detti risultati fanno propendere alcuni [48] contro l'uso della FAST nel trauma pediatrico.

Il rischio di falsa negatività della FAST è legato a errori interpretativi, con versamento peritoneale presente ma non riconosciuto, e soprattutto ai casi di lesione parenchimale anche rilevante non associata almeno inizialmente con emoperitoneo [12, 52, 72, 74]. Nelle casistiche TC una lesione d'organo, parenchimale o cavo, senza versamento peritoneale associato è presente nel 29-34% dei casi totali, nell'11% dei traumi epatici e nel 12% di quelli splenici (sebbene sia verosimile che una parte di questi casi avesse in realtà falsa negatività della TC per minime falde liquide) [12, 73, 74, 77]. Il 25-37% dei bambini non ha versamento associato alle lesioni traumatiche [79, 80]. In casistiche ecografiche il 12% delle lesioni spleniche isolate, il 5% di quelle epatiche totali e il 15% di quelle epatiche isolate non mostra versamento peritoneale [25, 46]. I casi indeterminati, dovuti soprattutto ad obesità, rappresentano nelle casistiche americane il 2,5-6,7% [80, 81] (sebbene sia per noi difficile comprendere come, anche nei pazienti più corpulenti, non fosse possibile dire se vi era liquido libero in addome oppure no!).

L'assunto [81] che una lesione senza versamento è di solito di modesta entità e quindi, anche se misdiagnosticata, non tale da compromettere una gestione conservativa del paziente non risulta sempre fondato: nel 10-17% dei casi di lesione viscerale senza versamento associato, il quadro è di entità tale da richiedere un trattamento invasivo, sia esso chirurgico o radiointerventistico [12, 74]. Per il vero, nella nostra realtà il numero di casi di lesione d'organo senza versamento e di lesione d'organo senza versamento di gravità tale da richiedere un trattamento è sensibilmente inferiore rispetto ai dati della letteratura. In ogni caso, da tali dati emerge la necessità di un' esplorazione US anche degli organi, di modo che il sospetto o la diagnosi di lesione traumatica derivi dall'individuazione del versamento e/o delle alterazioni parenchimali [49].

### Necessità di un'ecografia «a pieno potenziale»

In alcune recenti messe a punto sull'imaging del trauma addominale [19, 41, 82] la FAST costituisce la sola e unica modalità ecografica considerata e addirittura si arriva a rac-

*ogy residents) identified a volume <400 ml and the mean volume identified was 619 ml. Besides the fact that these experimental results may not be applicable to the trauma setting where fluid distribution may follow different rules, the results of this paper are in conflict with common, day-to-day experience, which shows that US is capable of detecting very small fluid collections.*

### Personal remarks on the FAST technique

*The fact that haemodynamically unstable patients or at any rate badly injured patients should undergo rapid US screening for haemoperitoneum to establish immediately the need for laparotomy and the treatment priorities, in particular in subjects with multi-organ injuries (intra- and extrabdominal) [15, 68], is well known to all Italian radiologists. But that this could become an independent diagnostic technique, intended as a fast (by name and nature) "sweep" of the traumatised abdomen, and even serve as a "Trojan horse" for the start of an independent sonographic activity in the Emergency Department is something we would never have imagined.*

*The main, insurmountable, problem of FAST refers to the large majority of patients with suspected abdominal trauma, who are haemodynamically stable and can therefore be evaluated with adequate accuracy: in these patients the mere demonstration of the presence or absence of peritoneal fluid is not sufficient. Although contrast-enhanced CT is universally recognised as the most accurate method in the study of abdominal trauma, it is evidently impossible to perform CT on all patients, including those being studied for medico-legal purposes or at any rate with a low (but not zero!) probability of abdominal injury. A pre-CT diagnostic "filter" is therefore needed, which for obvious reasons cannot rely on clinical-laboratory studies, patient observation or diagnostic peritoneal lavage but can only be based on ultrasound, used at its full potential [71].*

*FAST has demonstrated a sensitivity of 57-81%, specificity of 98-99%, positive predictive value of 80-86%, negative predictive value of 96-97% and an accuracy of 90-96% in identifying an abdominal trauma by detecting the presence of free fluid [18, 28, 36, 48]. It has false negative results in 17-29% of cases compared to CT [72-74]. In children, compared to CT, it has a sensitivity of 30-59%, specificity of 79-100%, negative predictive value of 75-82%, and accuracy of 76-91% [48, 52, 75, 76], results which have led some authors [48] to conclude against the use of FAST for trauma in children.*

*The risk of false negative results is related to interpretation errors, where peritoneal fluid is present but undetected, and above all to cases of even severe parenchymal injury at least initially not associated with haemoperitoneum [12, 52, 72, 74]. In CT series, injured parenchymal or hollow organs without peritoneal effusion have been reported in 29-34% of total cases, in 11% of hepatic injuries and in 12% of splenic injuries (although some of these cases were likely false negative at CT for minimal fluid collections) [12, 73, 74, 77]. No effusion is associated to traumatic injuries in 25-37% of children [79, 80]. In US series, 12% of isolated splen-*

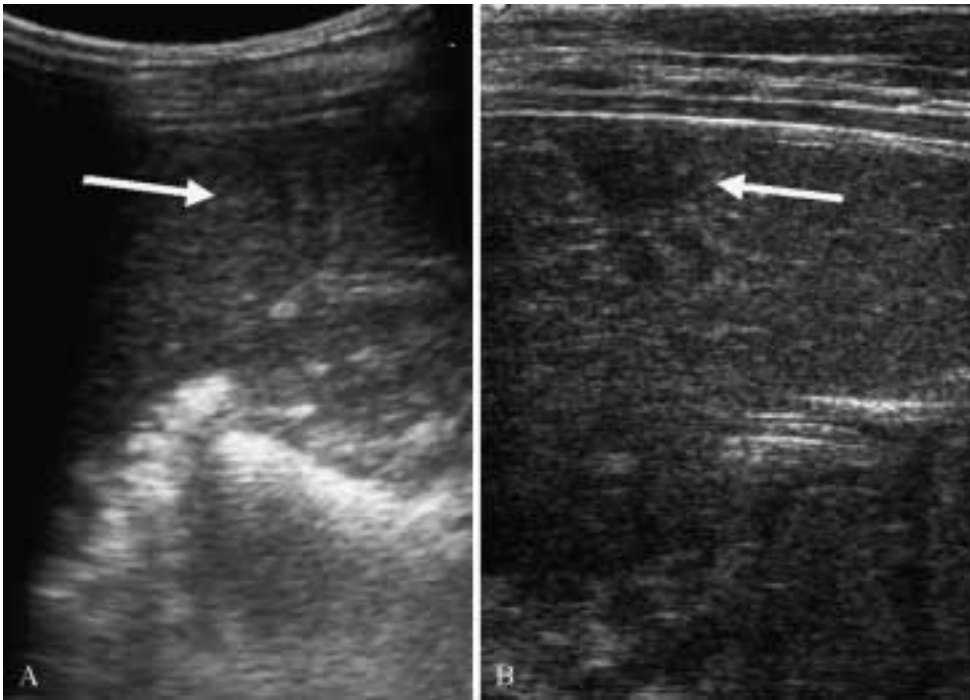


Fig. 2. — A) Scansione con sonda addominale dimostrante un tenue focolo lacerativo splenico (freccia). B) La scansione con sonda ad alta frequenza evidenzia in maniera molto più accurata la lesione (freccia).  
 A) US scan with abdominal probe detecting subtle lacerative changes of the spleen (arrow). B) High-resolution images demonstrate the injury much more clearly (arrow).

comandare come l'ecografia del trauma vada eseguita «senza l'inutile esplorazione dettagliata degli organi» [19].

L'ecografia completa, eseguita da clinico o radiologo, ha dimostrato sensibilità del 41-95%, specificità del 94-100%, accuratezza del 95-99%, valore predittivo positivo del 61-87%, valore predittivo negativo del 62-99% nel riconoscere lesioni parenchimali [12, 34, 49-51, 53]. Nel bambino sono stati riportati dati mediamente meno confortanti soprattutto in termini di sensibilità: sensibilità 56-89%, specificità 71-100%, valore predittivo positivo 82-100%, valore predittivo negativo 82-96%, accuratezza 92-94% [44, 52, 75, 83]. I falsi negativi totali dell'US completa risultano in una casistica il 28% dei pazienti [12] mentre in un'altra i falsi negativi epatici sono il 28% dei casi [25]. In due serie [49, 50] l'11-33% dei falsi negativi dell'US completa richiedeva alla fine una laparotomia mentre in un'altra casistica la falsa negatività dell'US non comportava conseguenze significative in alcun soggetto [24]. Da alcuni punti di vista i più pessimistici tra questi dati, che peraltro non concordano con l'esperienza personale, potrebbero portare all'abbandono dell'US del trauma (sia come FAST che soprattutto come studio completo) [12, 77, 82]. Dall'altro lato, tuttavia, i risultati non sempre ottimali riportati nella letteratura dovrebbero condurre al rafforzamento massimale della tecnica ecografica, seppur nella coscienza dei limiti della metodica e della sua natura di opzione «iniziale» (seppur spesso sufficiente) [34, 52, 53].

Esiste un ampio spettro di accorgimenti tecnico-metodologici che sfugge completamente alla messe di lavori pubblicati sull'argomento, siano essi di matrice clinica o radiologica. Le sonde superficiali (7,5 MHz) consentono per esempio, quantomeno nel bambino e nel soggetto magro, di visualizzare meglio le lesioni parenchimali rispetto alle sonde

*ic injuries, 5% of total hepatic injuries and 15% of isolated hepatic injuries show no peritoneal effusion [25, 46]. Indeterminate cases, mainly due to obesity, account for 2.5-6.7% in North American series [80, 81] (even though we find it difficult to understand why, even in the heavier patients, it was impossible to discriminate whether or not there was free fluid in the abdomen!).*

*The assumption [81] that a lesion without effusion is usually modest and therefore, even if missed, not so severe as to compromise conservative management is not always well founded: in 10-17% of organ injuries without associated effusion, the clinical situation does indeed require invasive treatment, whether surgical or interventional [12, 74]. In fact, in our experience the number of organ lesions without effusions or with only minimal effusion not requiring treatment is considerably lower than reported in the literature. At any rate, these data indicate the need for a US exploration extended to the organs, so as to base the suspicion or diagnosis of traumatic injury on detection of the effusion and/or of parenchymal alterations [49].*

### The need for “full potential” sonography

*In some recent reviews of abdominal trauma imaging [19, 41, 82] FAST represents the only ultrasound modality considered, and some authors even recommend performing trauma sonography without useless detailed exploration of organs [19].*

*A complete US study, carried out by a clinician or radiologist, demonstrated a sensitivity of 41-95%, specificity of 94-100%, accuracy of 95-99%, positive predictive value of*

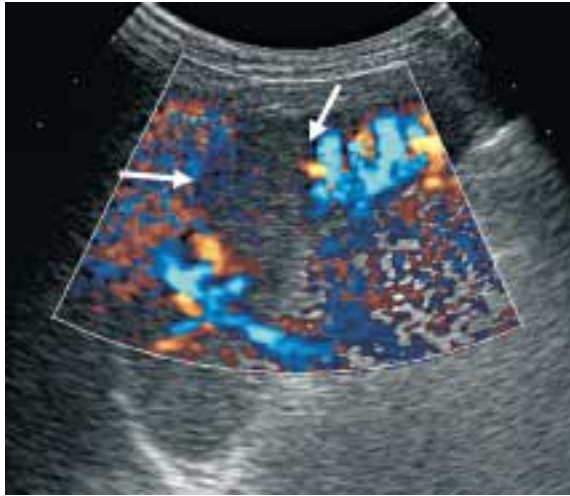


Fig. 3. — Ampio focolaio lacerativo mesosplenico (freccie) manifestantesi come difetto nell'angioarchitettura parenchimale con power-Doppler. *Large lacerative area at spleen middle third (arrow) seen as a defect in power-Doppler parenchymal angioarchitecture.*

internistiche [84] e andrebbero utilizzate in tutti i soggetti accessibili, sia per ricercare minime falde liquide intorno all'apice epatico o al polo splenico inferiore che per identificare lesioni d'organo nelle porzioni più superficiali di fegato, rene e milza (questi ultimi due, in alcuni casi, visualizzabili per intero) (fig. 2). Alcuni reperti sinora poco ricercati con l'US, come il pneumoperitoneo [85] e il pneumotorace [9], possono essere identificati ecograficamente, con opportune accortezze metodologiche e semeiologiche. L'imaging armonico tissutale, disponibile ormai in tutti gli ecografi recenti, offre una risoluzione superiore rispetto a quella in modalità fondamentale, a parità di profondità, e ciò è risultato potenzialmente utile nella valutazione dei parenchimi in soggetti traumatizzati, specie se obesi [86]. L'utilizzo del power-Doppler, sia basale che con impiego di mdc ecoamplificatori [87], può essere di grosso ausilio (sebbene è inverosimile che ciò renda la metodica paragonabile in tutto alla TC come segnalato in letteratura [87]). Alcuni casi clamorosi di falsa negatività dell'US descritti in letteratura, come la devascularizzazione completa di un rene [10], sarebbero ad esempio stati evitati con estrema facilità «accendendo» il power-Doppler: noi cerchiamo di percepire un difetto della mappa vascolare parenchimale al power-Doppler, a livello renale in tutti i pazienti (sonda addominale e/o superficiale) e in corrispondenza delle porzioni accessibili del fegato e soprattutto della milza nei bambini e negli adulti magri (sonda superficiale) (fig. 3). L'ecografia contrasto-specifica, specie se in tempo reale, si è dimostrata nelle prime casistiche pubblicate [88-90] estremamente efficace nell'incrementare la conspicuità delle lesioni parenchimali rispetto all'US basale (disomogeneità appena percepibili divengono infatti chiari focolai traumatici, fig. 4), con una superiore correlazione morfodimensionale con la TC e anche con la possibilità di identificare segni quale lo stravasamento del mdc.

È inoltre importante segnalare come, dinanzi ad un'US completa (o anche una FAST) negativa, sono stati ormai

61-87%, and a negative predictive value of 62-99% in detecting parenchymal lesions [12, 34, 49-51, 53]. The data reported for children are less encouraging above all in terms of sensitivity: 56-89% sensitivity, 71-100% specificity, 82-100% positive predictive value, 82-96% negative predictive value, and 92-94% accuracy [44, 52, 75, 83]. The reported total false negative results of a complete US study were 28% of patients in one series [12] whereas in another hepatic false negative findings were 28% of cases [25]. In two series [49, 50] 11-33% of the false negative results of a complete US study turned out to require laparotomy whereas in another series the false negative findings of US did not lead to significant consequences for any subject [24]. In certain respects, the most pessimistic of these data, which do not however reflect our personal experience, might prompt to abandon the use of US in abdominal trauma (both as FAST and especially as a complete study) [12, 77, 82]. On the other hand, the at times suboptimal results reported in the literature should lead to strengthen the sonographic technique, while being aware of the method's limits and its nature of an "initial" option (though often sufficient) [34, 52, 53].

There are many technical and methodological techniques that are completely overlooked by most published reports, whether clinical or radiological. Superficial probes (7.5 MHz), for example, provide better visualisation of parenchymal injuries than do internal probes, at least in children and thin subjects, [84] and should be used in all accessible subjects to look for minimal fluid collections around the liver apex or inferior splenic pole and to detect organ lesions in the more superficial portions of the liver, kidney and spleen (the kidney and spleen being in some cases entirely visible) (fig. 2). Some conditions, such as pneumoperitoneum [85] and pneumothorax [9], which have rarely been screened for with US, can be detected by adopting appropriate methodological and semiological US techniques. Tissue harmonic imaging, available in all recent ultrasound units, provides better resolution than fundamental mode imaging at the same depth, and this has shown to be potentially useful in evaluating parenchymas in trauma subjects, especially if obese [86]. The use of power-Doppler, whether baseline or with echoamplifiers [87], can be of great assistance (although it is unlikely that it will make the method completely comparable to CT as reported in the literature [87]). Some blatant cases of false negative US results, such as complete devascularisation of a kidney [10], could have been easily avoided by "switching on" the power-Doppler mode: at our institution all patients are screened for parenchymal vasculature defects with power-Doppler at the level of the kidney (abdominal and/or superficial probe) and the accessible portions of the liver and spleen in children and thin adults (superficial probe) (fig. 3). In the first published series [88-90] contrast-specific ultrasound, especially real time, proved to be extremely useful in increasing the conspicuity of parenchymal lesions compared to baseline US (with barely perceivable inhomogeneities becoming clear areas of injury, fig. 4), with greater morphodimensional correlation with CT and even with the possibility of detecting signs such as contrast leakage.

It should also be noted that for a negative complete US

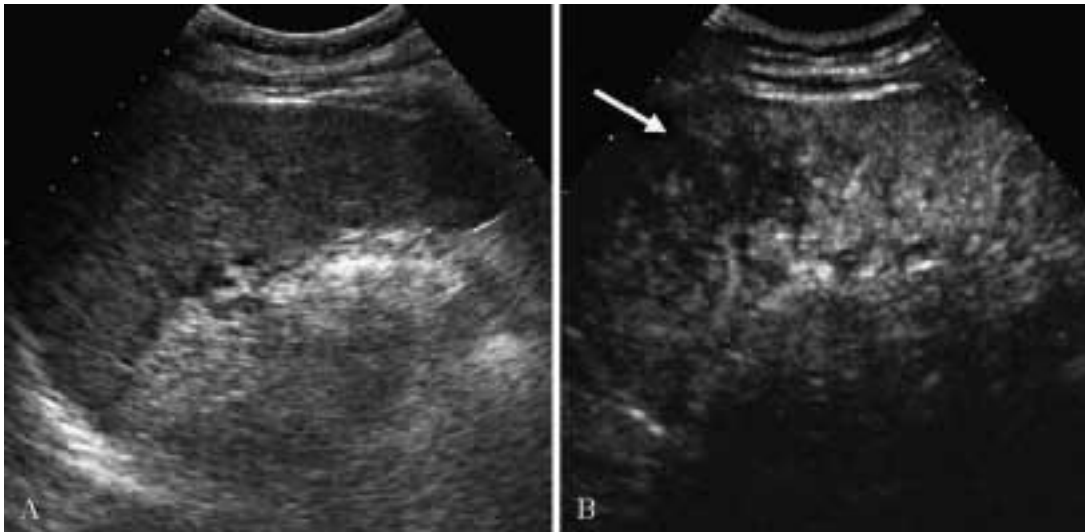


Fig. 4. — A) Lieve disomogeneità del parenchima splenico con minimo versamento perispleno. B) La scansione dopo iniezione di mdc ecografico dimostra un'ampia lacerazione (freccia) della porzione media e profonda della milza.  
 A) Subtle inhomogeneity of splenic parenchyma with minimal perisplenic effusion. B) Contrast-enhanced US scan recognises a large laceration (arrow) of the intermediate and deep portion of the spleen.

identificati alcuni precisi indicatori di rischio di falsa negatività (oltre quelli clinico-laboratoristici classici): i pazienti con contusioni polmonari, emotorace, pneumotorace, fratture costali (dalla VI alla XII costa), fratture delle vertebre dorsali e soprattutto lombari, fratture pelviche, macroematuria, aumento inspiegato delle transaminasi sieriche (AST >360 UI/L) [47, 73, 91, 93] dovrebbero essere sottoposti alla TC anche se la US o, ancor di più, se la FAST iniziale è negativa (oppure andrebbero studiati direttamente con TC se detti fattori di rischio vengono identificati prima di praticare l'esplorazione ecografica); in assenza di questi indicatori, invece, la probabilità di falsa negatività degli ultrasuoni è considerata remota [47].

Motivazioni secondarie, ma non trascurabili, alla necessità di ricercare le lesioni d'organo oltre che del versamento sono date infine dalla possibilità non remotissima di un versamento preesistente, come quello postovulatorio o l'ascite (rischio di laparotomia non necessaria) [49, 52, 61], e della possibilità di misconoscere eventuali reperti d'organo non dovuti al trauma, anche grossolani (rischio anche medico-legale).

In conclusione, se l'intento della FAST può essere quello di anticipare le informazioni relative a un emoperitoneo (poiché solo la predittività positiva della metodica ha un senso), per esempio equipaggiando i medici delle ambulanze rianimative di apparecchi portatili ed istruendoli adeguatamente, ben venga. Ma, nel paziente emodinamicamente stabile, non la si chiami ecografia e, soprattutto, non la si sostituisca all'ecografia poiché solo quest'ultima, evidentemente nelle mani dei radiologi e non dei medici del Pronto Soccorso già sufficientemente schiacciati nelle nostre strutture sanitarie dalla loro attività istituzionale, può assolvere al compito di vero screening del trauma addominale. Da caso a caso si opterà poi per il monitoraggio clinico-laboratoristico, la ripetizione dell'US a breve distanza di tempo, la TC di chiarificazione o di ulteriore valutazione, la laparotomia/laparoscopia immediata. L'operatore, in grado di eseguire un'US «a pieno potenziale», deve essere in grado di riconoscerne al tempo stesso i limiti e, con umiltà, deve sapere come e quando passare il testimone alla TC.

*study (or even a FAST) precise predictors of the risk of false negative findings (in addition to the classic clinical-laboratory data) have been identified: patients with lung contusions, haemothorax, pneumothorax, rib fractures (from the 6th to the 12th rib), fractures of the dorsal and especially lumbar vertebrae, pelvic fractures (especially "ring fractures"), gross haematuria, unexplained elevation of serum transaminases (AST >360 IU/L) [47, 73, 91, 93] should undergo CT even if the complete US or initial FAST are negative (or they should undergo CT directly if these risk factors are identified before attempting the sonographic exploration); in the absence of these predictors the likelihood of a false negative US is considered to be remote [47].*

*Finally, secondary though not negligible reasons for searching for organ lesions as well as effusion include the not-so-remote possibility of a pre-existing effusion, such as post-ovulatory effusion or ascites (unnecessary risk of laparotomy) [49, 52, 61], and the possibility of missing even gross organ lesions unrelated to the trauma (this also involves a medico-legal risk).*

*In conclusion, if the goal of FAST is to anticipate information on a haemoperitoneum (since only the method's positive predictive value counts) for example by equipping intensive-care ambulance physicians with portable units and adequately instructing them in their use, the technique is a welcome addition. But, in the haemodynamically stable patient, it should not be called ultrasound nor, more importantly, should it replace ultrasound since only a proper ultrasound study carried out by a radiologist—and not by Emergency Room physicians who are sufficiently overwhelmed by their institutional duties—can serve as a true screening examination for abdominal trauma. Then, case by case, one can opt for clinical-laboratory monitoring, repetition of the US examination after a short time, CT for clarification or further evaluation, immediate laparotomy/laparoscopy. The operator who is able to perform a "full potential" US examination must also be able to recognise, with humility, the study's limitations and know when and how a CT study is warranted.*

## Bibliografia/References

- 1) Asher WM, Parvin S, Virgilio RW *et al*: Echographic evaluation of splenic injury after blunt trauma. *Radiology* 118: 411-415, 1976.
- 2) Amici F, Busilacchi P, De Nigris E *et al*: Traumi addominali chiusi: affidabilità diagnostica degli ultrasuoni. *Radiol Med* 68: 5-10, 1982.
- 3) Chowdhary SK, Pimpalwar A, Narasimhan KL *et al*: Blunt injury of the abdomen: a plea for CT. *Pediatr Radiol* 30: 798-800, 2000.
- 4) Goletti O, Ghiselli G, Lippolis PV *et al*: The role of ultrasonography in blunt abdominal trauma: results in 250 consecutive cases. *J Trauma* 36: 178-181, 1994.
- 5) Glaser K, Tschmelitsch J, Klingler P *et al*: Ultrasonography in the management of blunt abdominal and thoracic trauma. *Arch Surg* 129: 743-747, 1994.
- 6) Kaufman RA, Twobin R, Babcock DS *et al*: Upper abdominal trauma in children: imaging evaluation. *AJR* 142: 449-460, 1984.
- 7) McGahan JP, Richards JR, Jones CD *et al*: Use of ultrasonography in the patient with acute renal trauma. *J Ultrasound Med* 18: 207-213, 1999.
- 8) McGahan JP, Wang L, Richards JR: Focused abdominal US for trauma. *RadioGraphics* 21: S191-S199, 2001.
- 9) McGahan JP, Richards J, Gillen M: The focused abdominal sonography for trauma scan. Pearls and pitfalls. *J Ultrasound Med* 21: 789-800, 2002.
- 10) Perry MJ, Porte ME, Urwin GH: Limitations of ultrasound evaluation in acute closed renal trauma. *J R Coll Surg Edinb* 42: 420-422, 1997.
- 11) Pignatelli V, Palombo A, Savino A *et al*: L'ecografia splenica nei traumi chiusi. *Radiol Med* 80: 661-664, 1990.
- 12) Poletti P-A, Kinkel K, Vermeulen B *et al*: Blunt abdominal trauma: should US be used to detect both free fluid and organ injuries? *Radiology* 227: 95-103, 2003.
- 13) McKenney M, Lentz K, Nunez D *et al*: Can ultrasound replace peritoneal lavage in the assessment of blunt trauma? *J Trauma* 37: 439-441, 1994.
- 14) Chambers JA, Pilbrow WJ: Ultrasound in abdominal trauma: an alternative to peritoneal lavage. *Arch Emerg Med* 5: 26-33, 1988.
- 15) Kimura A, Otsuka T: Emergency center ultrasonography in the evaluation of hemoperitoneum: a prospective study. *J Trauma* 31: 20-23, 1991.
- 16) Lentz KA, McKenney MG, Nunez DB *et al*: Evaluating blunt abdominal trauma: role for ultrasonography. *J Ultrasound Med* 15: 447-451, 1996.
- 17) McKenney KL: Role of US in the diagnosis of intrabdominal catastrophes. *RadioGraphics* 19: 1332-1339, 1999.
- 18) Nunes LW, Simmons S, Kozar R *et al*: Feasibility and profitability of a radiology department providing trauma US as part of a trauma alert team. *Acad Radiol* 8: 88-95, 2001.
- 19) Broos PLO, Gutermann H: Actual diagnostic strategies in blunt abdominal trauma. *Eur J Trauma* 2: 64-74, 2002.
- 20) Gruessner R, Mentges B, Duber C *et al*: Sonography versus peritoneal lavage in blunt abdominal trauma. *J Trauma* 29: 242-244, 1989.
- 21) Tso P, Rodriguez A, Cooper C *et al*: Sonography in blunt abdominal trauma: a preliminary report. *J Trauma* 33: 39-43, 1992.
- 22) Boulanger BR, Brenneman FD, McLellan BA *et al*: A prospective study of emergent abdominal sonography in blunt trauma. *J Trauma* 39: 325-330, 1995.
- 23) Jehle D, Guarino J, Karamanoukian H: Emergency department ultrasound in the evaluation of blunt abdominal trauma. *Am J Emerg Med* 11: 342-346, 1993.
- 24) McGahan JP, Rose J, Coates TL *et al*: Use of ultrasonography in the patient with acute abdominal trauma. *J Ultrasound Med* 16: 653-662, 1997.
- 25) Richards JR, McGahan JP, Pali MJ *et al*: Sonographic detection of blunt hepatic trauma: hemoperitoneum and parenchymal patterns of injury. *J Trauma* 47: 1092-1097, 1999.
- 26) Scalea TM, Rodriguez A, Chiu WC *et al*: Focused assessment with sonography for trauma (FAST): results from an international consensus conference. *J Trauma* 46: 466-472, 1999.
- 27) Shackford SR: Focused ultrasound examinations by surgeons: the time in now. *J Trauma* 35: 181-182, 1993.
- 28) Boulanger BR, McLellan BA, Brenneman FD *et al*: Emergent abdominal sonography as a screening test in the diagnostic algorithm for blunt trauma. *J Trauma* 40: 867-874, 1996.
- 29) Jones PG, Peak S, McClelland A *et al*: Emergency ultrasound credentialing for focused assessment sonography in trauma and abdominal aortic aneurysm: a practical approach in Australasia. *Emerg Med (Fremantle)* 15: 54-62, 2003.
- 30) Liu M, Lee CH, P'eng FK: Prospective comparison of diagnostic peritoneal lavage, computed tomographic scanning, and ultrasonography diagnosis of blunt abdominal trauma. *J Trauma* 35: 267-270, 1993.
- 31) Pak-art R, Sriussadaporn S, Sriussadaporn S *et al*: The results of focused assessment with sonography for trauma performed by third year surgical residents: a prospective study. *J Med Assoc Thai* 86: S344-S349, 2003.
- 32) Shih H-C, Wen Y-S, Ko T-J *et al*: Noninvasive evaluation of blunt abdominal trauma: prospective study using diagnostic algorithms to minimize nontherapeutic laparotomy. *World J Surg* 23: 265-270, 1999.
- 33) Vassiliadis J, Edwards R, Larcos G *et al*: Focused assessment with sonography for trauma patients by clinicians: initial experience and results. *Emerg Med* 15: 42-48, 2003.
- 34) Yoshii H, Sato M, Yamamoto S *et al*: Usefulness and limitations of ultrasonography in the initial evaluation of blunt abdominal trauma. *J Trauma* 45: 45-51, 1998.
- 35) Kern SJ, Smith RS, Fry WR *et al*: Sonographic examination of abdominal trauma by senior surgical residents. *Am Surg* 63: 669-674, 1997.
- 36) Kirkpatrick AW, Simons RK, Brown R *et al*: The hand-held FAST: experience with hand-held trauma sonography in a level-I urban trauma center. *Injury* 33: 303-308, 2002.
- 37) Rozycki GS, Ballard RB, Feliciano DV *et al*: Surgeon-performed ultrasound for the assessment of truncal injuries: lessons learned from 1540 patients. *Ann Surg* 228: 557-567, 1998.
- 38) Boulanger BR, Kearney PA, Brenneman FD *et al*: Utilization of FAST (focused assessment with sonography for trauma) in 1999: results of a survey of North American trauma centers. *Am Surg* 66: 1049-1055, 2000.
- 39) McKenney MG, McKenney KL, Hong JJ *et al*: Evaluating blunt abdominal trauma with sonography: a cost analysis. *Am Surg* 67: 930-934, 2001.
- 40) Strode CA, Rubal BJ, Gerhardt RT *et al*: Satellite and mobile wireless transmission of focused assessment with sonography in trauma. *Acad Emerg Med* 10: 1411-1414, 2003.
- 41) Ambacher T, Riesener K-P, Truong S *et al*: Systematische sonographische Diagnostik des Abdomens beim Traumpatienten. *Trauma Berufskrankh* 2: 174-181, 2000.
- 42) Rothlin MA, Naef R, Amgwerd M *et al*: Ultrasound in blunt abdominal and thoracic trauma. *J Trauma* 34: 488-495, 1993.
- 43) Ma OJ, Kefer MP, Mateer *et al*: Evaluation of hemoperitoneum using a single- vs multiple-view ultrasonographic examination. *Acad Emerg Med* 2: 581-586, 1995.
- 44) Thourani VH, Pettitt BJ, Schmidt JA *et al*: Validation of surgeon-performed emergency abdominal ultrasonography in pediatric trauma patients. *J Pediatr Surg* 33: 322-328, 1998.
- 45) Nunes LW, Simmons S, Hallowell MJ *et al*: Diagnostic performance of trauma US in identifying abdominal or pelvic free fluid and serious abdominal or pelvic injury. *Acad Radiol* 8: 128-136, 2001.
- 46) Sirlin CB, Casola G, Brown MA *et al*: Patterns of fluid accumulation on screening ultrasonography for blunt abdominal trauma. Comparison with site of injury. *J Ultrasound Med* 20: 351-357, 2001.
- 47) Sirlin CB, Brown MA, Deutsch R *et al*: Screening US for blunt abdominal trauma: objective predictors of false-negative findings and missed injury. *Radiology* 229: 766-774, 2003.
- 48) Mutabagani KH, Coley BD, Zumberge N *et al*: Preliminary experience with focused abdominal sonography for trauma (FAST) in children: is it useful? *J Pediatr Surg* 34: 48-52, 1999.
- 49) Brown MA, Casola G, Sirlin CB *et al*: Blunt abdominal trauma: screening US in 2,693 patients. *Radiology* 218: 352-358, 2001.
- 50) Dolich MO, McKenney MG, Varela JE *et al*: 2,576 ultrasounds for blunt abdominal trauma. *J Trauma* 50: 108-112, 2001.
- 51) McKenney MG, McKenney KL, Compton RP *et al*: Can surgeons evaluate emergency ultrasound scans for blunt abdominal trauma? *J Trauma* 44: 649-653, 1998.
- 52) Richards JR, Knopf NA, Wang L *et al*: Blunt abdominal trauma in children: evaluation with emergency US. *Radiology* 222: 749-754, 2002.
- 53) Bode PJ, Edwards MJ, Kruit MC *et al*: Sonography in a clinical algorithm for early evaluation of 1671 patients with blunt abdominal trauma. *AJR* 172: 905-911, 1999.
- 54) Healey MA, Simons RK, Winchell RJ *et al*: A prospective evaluation of abdominal ultrasound in blunt trauma: is it useful? *J Trauma* 40: 875-885, 1996.
- 55) Gracias VH, Frankel HL, Gupta R *et al*: Defining the learning curve of the focused abdominal sonogram for trauma (FAST) examination: implications for credentialing. *Am Surg* 67: 364-368, 2001.
- 56) Shackford SR, Rogers FB, Osler TM *et al*: Focused abdominal sonogram for trauma: the learning curve of nonradiologist clinicians in detecting hemoperitoneum. *J Trauma* 46: 553-564, 1999.
- 57) Buzzas GR, Kern SJ, Smith RS *et al*: A comparison of sonographic examinations for trauma performed by surgeons and radiologists. *J Trauma* 44: 604-606, 1998.
- 58) Srinualnad N, Dixon AK: Right anterior subphrenic space: an important site for the early detection of intraperitoneal fluid on abdominal CT. *Abdom Imaging* 24: 614-617, 1999.
- 59) Paajanen H, Lahti P, Nordback I: Sensitivity of transabdominal ultrasonography in detection of intraperitoneal fluid in humans. *J Trauma* 9: 1423-1425, 1999.
- 60) Nance ML, Mahboubi S, Wickstrom M *et al*: Pattern of abdominal free fluid following isolated blunt spleen or liver injury in the pediatric patient. *J Trauma* 52: 85-87, 2002.
- 61) Sirlin CB, Casola G, Brown MA *et al*: US of blunt abdominal trauma: importance of free pelvic fluid in woman of reproductive age. *Radiology* 219: 229-235, 2001.
- 62) McKenney KL, McKenney MG, Nunez DB *et al*: Interpreting the trauma ultrasound: observations in 62 positive cases. *Emerg Radiol* 3: 113-117, 1996.
- 63) Ong AW, McKenney MG, McKenney KA *et al*: Predicting the need for laparotomy in pediatric trauma patients on the basis of the ultrasound score. *J Trauma* 54: 503-508, 2003.
- 64) Peitzman AB, Heil B, Rivera L *et al*: Blunt splenic injury in adults: multi-institutional study of the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma* 49: 177-187, 2000.
- 65) Sirlin CB, Casola G, Brown MA *et al*: Quantification of fluid on screening ultrasonography for blunt abdominal trauma: a simple scoring system to predict severity of injury. *J Ultrasound Med* 20: 359-364, 2001.
- 66) McKenney KL, McKenney MG, Cohn SM *et al*: Hemoperitoneum score helps determine need for therapeutic laparotomy. *J Trauma* 50: 650-654, 2001.
- 67) Huang MS, Liu M, Wu JK *et al*: Ultrasonography for the evaluation of hemoperitoneum during resuscitation: a simple scoring system. *J Trauma* 36: 173-177, 1994.
- 68) Ma OJ, Kefer MP, Stevison KF *et al*: Operative versus nonoperative management of blunt abdominal trauma: role of ultrasound-measured intraperitoneal fluid levels. *Am J Emerg Med* 19: 284-286, 2001.
- 69) Von Kuensberg Jehle D, Stiller G, Wagner D: Sensitivity in detecting free intraperitoneal fluid with the pelvic views of the FAST exam. *Am J Emerg Med* 21: 476-478, 2003.
- 70) Branney SW, Wolfe RE, Moore EE *et al*: Quantitative sensitivity of ultrasound in detecting free intraperitoneal fluid. *J Trauma* 39: 375-380, 1995.
- 71) Peytel E, Menegaux F, Cluzel P *et al*: Initial imaging assessment of severe blunt trauma. *Intensive Care Med* 27: 1756-1761, 2001.
- 72) Abu-Zidan FM, Sheikh M, Jadallah F *et al*: Blunt abdominal trauma: comparison of ultrasonography and computed tomography in a district general hospital. *Australas Radiol* 43: 440-443, 1999.
- 73) Chiu WC, Cushing BM, Rodriguez A *et al*: Abdominal injuries without hemoperitoneum: a potential limitation of focused abdominal sonography for trauma (FAST). *J Trauma* 42: 617-623, 1997.
- 74) Shanmuganathan K, Mirvis SE,

- Sherbourne CD *et al*: Hemoperitoneum as the sole indicator of abdominal visceral injuries: a potential limitation for screening abdominal US for trauma. *Radiology* 212: 423-430, 1999.
- 75) Benya EC, Lim-Dunham JE, Landrum O *et al*: Abdominal sonography in examination of children with blunt abdominal trauma. *AJR* 174: 1613-1616, 2000.
- 76) Emery KH, McAnaney CM, Racadio JM *et al*: Absent peritoneal fluid on screening trauma ultrasonography in children: a prospective comparison with computed tomography. *J Pediatr Surg* 36: 565-569, 2001.
- 77) Ochsner MG, Knudson MM, Pachter HL *et al*: Significance of minimal or no intraperitoneal visible on CT scan associated with blunt liver and splenic injuries: a multicenter analysis. *J Trauma* 49: 505-510, 2000.
- 78) Nance ML, Mahboudi S, Wickstrom M *et al*: Pattern of abdominal free fluid following isolated blunt spleen or liver injury in the pediatric patient. *J Trauma* 52: 85-87, 2002.
- 79) Taylor GA, Sivitt CJ: Posttraumatic peritoneal fluid: is it a reliable indicator of intraabdominal injury in children? *J Pediatr Surg* 30: 1644-1648, 1995.
- 80) Boulanger BR, Brenneman FD, Kirkpatrick AW: The indeterminate abdominal sonogram in multisystem blunt trauma. *J Trauma* 45: 52-56, 1998.
- 81) Lingawi SS, Buckley AR: Focused abdominal US in patients with trauma. *Radiology* 217: 426-429, 2000.
- 83) Poletti P-A, Wintermark M, Schnyder P *et al*: Traumatic injuries: role of imaging in the management of polytrauma victim (conservative expectation). *Eur Radiol* 12: 969-978, 2002.
- 84) Luks FI, Lemire A, St-Vil D *et al*: Blunt abdominal trauma in children: the practical value of ultrasonography. *J Trauma* 34: 607-610, 1993.
- 85) Stengel D, Bauwens K, Sehoul J *et al*: Discriminatory power of 3.5 MHz convex and 7.5 MHz linear ultrasound probes for the imaging of traumatic splenic lesions: a feasibility study. *J Trauma* 51: 37-43, 2001.
- 86) Grechenig W, Peicha G, Clement HG *et al*: Detection of pneumoperitoneum in ultrasound examination: an experimental and clinical study. *Injury* 30: 173-178, 1999.
- 87) Blaivas M, DeBehnke D, Sierzenski PR *et al*: Tissue harmonic imaging improves organ visualization in trauma ultrasound when compared to standard ultrasound mode. *Acad Emerg Med* 9: 48-53, 2002.
- 88) Nilsson A, Loren I, Nirhov N *et al*: Power Doppler ultrasonography: alternative to computed tomography in abdominal trauma patients. *J Ultrasound Med* 18: 669-672, 1999.
- 89) Catalano O, Lobianco R, Sandomenico F *et al*: Splenic trauma: evaluation with contrast-specific sonography and a second-generation contrast medium: preliminary experience. *J Ultrasound Med* 22: 467-477, 2003.
- 90) Catalano O, Lobianco R, Sandomenico F *et al*: Ecografia splenica con mezzo di contrasto in tempo reale: metodologia d'esame ed esperienza clinica preliminare. *Radiol Med* 106: 338-356, 2003.
- 91) Oldenburg A, Hohmann J, Skrok J *et al*: Imaging of paediatric splenic injury with contrast-enhanced ultrasonography. *Pediatr Radiol* 34: 351-354, 2003.
- 92) Ballard RB, Rozycki GS, Newman PG *et al*: An algorithm to reduce the incidence of false-negative FAST examinations in patients at high risk for occult injury. Focused Assessment for the sonography examination of the trauma patient. *J Am Coll Surg* 189: 145-150, 1999.
- 93) Stassen NA, Lukan JK, Carrillo EH *et al*: Examination of the role of abdominal computed tomography in the evaluation of victims of trauma with increased aspartate aminotransferase in the era of focused abdominal sonography for trauma. *Surgery* 132: 642-646, 2002.

Dott. O. Catalano  
Via F. Crispi, 92  
80121 Napoli NA  
Tel. 081/7612417  
Fax 081/8552246  
E-mail: orlandocat@tin.it