

L'ecotomografia addominale e la radiografia del torace sono di limitata utilità nella diagnostica di emergenza di pazienti traumatizzati ipotesi

Daniele MASSARUTTI - Giorgio BERLOT
Massimiliano SALTARINI - Giulio TRILLO
Loris D'ORLANDO - Francesco PESSINA*
Aldo MODESTO* - Stefano MEDURI*
Tharita DA RONCH* - Elio CARCHIETTI

Scopo. Valutare l'affidabilità della radiografia del torace e dell'ecotomografia addominale nell'identificare lesioni potenzialmente mortali del tronco in un gruppo di pazienti traumatizzati gravi e ipotesi.

Materiale e metodi. Sono stati analizzati i risultati di tutte le ecotomografie addominali e radiogrammi del torace eseguiti nella sala di emergenza nei pazienti con trauma grave ed ipotensione sulla scena, dal novembre 2000 al novembre 2002. Quando questi esami non sono stati in grado di identificare la/le causa/e di ipotensione, è stata ottenuta una tomografia computerizzata (TC) del tronco.

Risultati. Complessivamente 54 pazienti sono stati arruolati nello studio; di essi, 22 (40,8%) erano ipotesi sia sul luogo dell'incidente che al loro arrivo al Dipartimento di Emergenza (DE) e 32 (59,8%) erano ipotesi solo sulla scena. Quarantacinque pazienti sono stati studiati con ecografia (US) al DE: in 3 casi l'esame è risultato inconclusivo mentre 2 altri pazienti sono deceduti prima che fosse possibile eseguire altre indagini. Nei restanti 40 pazienti, 11 hanno presentato un emoperitoneo che è stato diagnosticato con US in 7 casi e non diagnosticato nei rimanenti 4 pazienti; 29 pazienti non avevano un emoperitoneo e l'US era negativa in 24 casi e positiva in 5, con una sensibilità del 63,6% ed una specificità del 82,8%. La radiografia del torace (RT) è stata eseguita nel DE in 39 pazienti ed ha identificato 6 pneumotoraci (PNX) su 20 e emotoraci su 17; la sensibilità per PNX e emotorace è stata del 30,0% e 11,8%, rispettivamente. Un paziente con dissezione aortica ha presentato un RT normale.

Conclusioni. Sia la RT che la US non sono sufficientemente sensibili e specifici per identificare possibili PNX, emoperitoneo e emotorace nei pazienti traumatizzati emodinamicamente instabili. Il loro utilizzo può ritardare la diagnosi e il trattamento di lesioni mortali, ma potenzialmente trattabili.

PAROLE CHIAVE: Radiografia del torace - Ecotomografia addominale - Tomografia computerizzata (TC) - Trauma toracico - Trauma addominale - Emoperitoneo - Pneumotorace - Emotorace.

Abdominal ultrasonography and chest radiography are of limited value in the emergency room diagnostic work-up of severe trauma patients with hypotension on the scene of accident

Purpose. To evaluate the reliability of chest radiograph (CR) and abdominal ultrasonography (US) performed in the Emergency Room (ER) in identifying life-threatening thoracic or abdominal lesions in a group of severely injured patients, who developed arterial hypotension immediately after a trauma.

Materials and methods. The results of all abdominal US and CX performed in the ER in severe blunt trauma patients, with on-the-scene systolic blood pressure 90 mmHg, from November 2000 to November 2002, were analysed. When these initial investigations failed to identify a possible cause of hypotension, a computed tomography (CT) of the chest and abdomen was obtained.

Results. Overall, 54 patients were studied; twenty-two patients (40.8%) were hypotensive both on accident scene and on the arrival at the ER and 32 (59.2%) were hypotensive on accident scene, but not in the ER. Forty-five patients had an US in the ER, in 3 patients it was inconclusive, whereas 2 other patients died before the confirmatory investigations could be performed. Among the remaining 40 patients, 11 had a hemoperitoneum (HP) that was diagnosed by US in 7 cases and missed in 4. Twenty-nine patients had no HP and their US was negative in 24 cases and positive in 5; the US had a sensitivity of 63.6% and a specificity of 82.8%. The CR was obtained in the ER in 39 patients and it was able to identify 6 pneumothoraces (PNX) out of 20 and 2 hemothoraces (HT) out of 17; the sensitivity for PNX and HT was 30.0% and 11.8%, respectively. One patient with an aortic dissection had a normal CX.

Conclusions. Both CX and US are not reliable to identify possible PNX, HT and HP in hypotensive trauma patients and can delay the treatment of life-threatening conditions. In these patients, a CT of the torso is warranted.

KEY WORDS: Chest radiography - Abdominal ultrasonography - Computed tomography (CT) - Chest trauma - Abdominal trauma - Haemoperitoneum - Pneumothorax - Haemothorax.

Introduzione

Nei paesi industrializzati il trauma rappresenta la più importante causa di morte e di disabilità sotto i 30 anni di età [1]. A seconda del momento in cui interviene, la mortalità da trauma ha una tipica distribuzione trimodale: approssimativamente il

Introduction

In developed countries, trauma represents the primary cause of death and disability in people younger than 30 years [1]. According to the timeframe of its occurrence, trauma-related mortality has a typical trimodal distribution:

Servizio di Elisoccorso della Regione Friuli Venezia-Giulia - Ospedale S. Maria della Misericordia - Udine - *Dipartimento di Radiologia - Ospedale S. Maria della Misericordia - Udine.

Pervenuto alla Redazione il 13.10.2003; revisionato il 23.10.2003; restituito corretto il 23.12.2003; accettato per la pubblicazione il 28.1.2003.

Indirizzo per la richiesta di estratti: Dott. D. Massarutti - Servizio di Elisoccorso della Regione Friuli-Venezia Giulia - Ospedale S. Maria della Misericordia - Piazzale S. Maria della Misericordia, 1 - 33100 Udine UD - Tel. 0432/552367 - Fax 0432/554917. E-mail: danielemassarutti@libero.it

50% dei pazienti muoiono nei primi minuti dopo l'evento traumatico a causa di lesioni incompatibili con la vita: l'adozione di misure preventive e/o la repressione di comportamenti a rischio rappresentano il solo modo di ridurre questo tributo; un altro 30% di pazienti muore entro la prima ora dopo il trauma a causa di eventi almeno in parte prevenibili tra i quali un erroneo triage o il trasporto verso ospedali privi di adeguate attrezzature o medici esperti. I rimanenti pazienti muoiono giorni o settimane dopo il trauma a causa di gravi traumi cranici o di insufficienza multiorgano [2]. Pertanto, sembra evidente che il maggiore impegno nell'approccio a questi pazienti consista nel trasportare il traumatizzato nell'ospedale adatto, dove possono essere eseguite le indagini e le terapie appropriate. Tuttavia, gravi lesioni, causa di mortalità e morbilità, rimangono a volte non diagnosticate nonostante un servizio di emergenza extra-ospedaliero relativamente avanzato che consente ad un numero crescente di traumatizzati gravi di sopravvivere fino all'ingresso in ospedale. È stato dimostrato che circa il 10% dei pazienti traumatizzati muoiono in ospedale a causa di condizioni potenzialmente trattabili come ipossia e/o emorragia [3]. È possibile che questa percentuale possa essere ridotta con un approccio diagnostico migliore, mirato particolarmente all'identificazione delle possibili fonti di sanguinamento e delle cause di ipossia rapidamente risolvibili come l'emoperitoneo (HP), lo pneumotorace (PNX) e/o l'emotorace (HT) [4]. È possibile che nella fase immediatamente seguente l'ingresso in ospedale sia queste lesioni che i sintomi ad esse correlati, possano essere misconosciuti a causa di differenti fattori. Primo, i sintomi possono essere assenti inizialmente o causare solo modesti segni clinici, come ad esempio una lieve tachicardia o tachipnea, che possono essere attribuite a cause diverse, come dolore, ansietà ecc. Secondariamente, nella fase iniziale dell'approccio diagnostico la massima attenzione viene posta ad identificare immediatamente le condizioni che minacciano immediatamente la vita; sfortunatamente, il sanguinamento e le conseguenze correlate all'ipossia possono svilupparsi dapprima lentamente per poi precipitare nell'arco di minuti, e il quadro conclamato del collasso cardiovascolare e dell'insufficienza respiratoria può verificarsi durante la fase diagnostica e/o il trasporto intra-ospedaliero, quando la sorveglianza clinica o le procedure terapeutiche possono essere limitate da fattori ambientali (es. ascensori, suite radiologica ecc.). Infine, le indagini comunemente effettuate nel dipartimento di emergenza, come la radiografia del torace in posizione supina (CR) e l'ecotomografia addominale (US), che continuano ad essere raccomandati dai protocolli dell'Advanced Trauma Life Support come indagini diagnostiche iniziali nei pazienti con trauma chiuso, possono fornire risultati fuorvianti con conseguenze deleterie [5, 6].

In questo studio abbiamo valutato l'accuratezza diagnostica della CR e della US nell'identificazione di PNX, HT e HP in un gruppo di pazienti con trauma severo con ipotensione arteriosa nella fase iniziale post-traumatica.

Materiale e metodi

In questo studio abbiamo analizzato retrospettivamente i risultati di tutte le US addominali e le CR effettuate nella sala di emergenza (ER) nei pazienti con trauma chiuso severo con pressione arteriosa sistolica sulla scena dell'incidente ≤ 90

roughly 50% of patients die in the first minutes after the event, due to injuries incompatible with life: the adoption of preventive measures and/or the repression of risky behaviours represent the only way to reduce this burden; another 30% of patients die within the first hours after the trauma due to at least partially preventable events, including a failed triage or the transport to hospitals without the adequate facilities or medical expertise. The remaining subjects die days or weeks after the trauma due to severe head injuries and to the development of sepsis and multiple organ dysfunctions [2]. Thus, it appears that a major challenge in the approach to these patients is based on taking the injured to the right hospital where the more appropriate investigations can be exploited. However, despite a relatively advanced out-of-hospital emergency service which allows more and more critically injured trauma patients to survive until admission, sometimes major causes of morbidity and mortality remain undetected. It has been demonstrated that about 10% of trauma patients die in the hospital due to potentially treatable conditions, namely hypoxia and/or haemorrhage [3]. It is likely that this figure could be reduced by a more comprehensive diagnostic approach, particularly aimed at identifying the possible sources of bleeding and the rapidly amenable causes of hypoxia, including hemoperitoneum (HP) pneumothorax (PNX) and/or hemothorax (HT) [4]. It appears that in the immediate postadmission phase both these injuries and their related symptoms can be missed due to different factors. First, they can be absent initially or cause only subtle clinical signs, such as a modest tachycardia or tachipnea, which can be attributed to other causes, including pain, anxiety, etc. Second, in the very early phase of the diagnostic approach maximal attention is devoted to identifying immediately life-threatening conditions; unfortunately, the bleeding and hypoxia-related consequences can develop initially slowly but can precipitate in minutes, and the full-blown clinical picture of cardiovascular collapse and respiratory insufficiency can occur during the diagnostic workup and/or the intra-hospital transport, when clinical surveillance and/or therapeutic procedures can be limited by environmental factors (i.e. elevators, radiology suite etc). Finally, the investigations currently performed in the emergency department, namely chest radiography in the supine position (CR) and abdominal ultrasonography (US), which continue to be recommended by Advanced Trauma Life Support protocol as early diagnostic investigations in blunt trauma patients, can supply misleading results potentially carrying deleterious consequences [5, 6].

In this study we evaluated the diagnostic accuracy of CR and US in identifying PNX, HT and HP in a group of severely injured trauma patients with arterial hypotension since the initial post traumatic phase.

Materials and methods

In this study we retrospectively analysed the results of all abdominal US and CR performed in the emergency room (ER) in severe blunt trauma patients, with on-the-scene systolic blood pressure 90 mmHg, transported to our hospital by

mmHg, trasportati nel nostro ospedale dal nostro Servizio Regionale di Elisoccorso (HEMS) o da un team medico con ambulanza, dal novembre 2000 al novembre 2002.

Il nostro ospedale è un Trauma Center di livello I (nella classificazione statunitense) che tratta annualmente circa 300 traumatizzati gravi e che include un HEMS che copre una regione con 1.200.000 abitanti; il tempo di volo massimo per e dal luogo dell'incidente è di circa 40 minuti, escluso il tempo impiegato a trattare il o i pazienti sulla scena.

La severità delle lesioni è stata valutata con l'Injury Severity Score (ISS). Quest'ultimo è calcolato assegnando un punteggio alle lesioni osservate in 6 differenti regioni del corpo (volto, capo e collo, torace, addome, estremità e cingolo pelvico, cute); la somma dei quadrati delle tre regioni maggiormente interessate costituisce il punteggio finale; un punteggio 15 è considerato, sulla base di complessi computi statistici, abbastanza grave da incrementare sostanzialmente il rischio di morte [1, 2, 4]. Dal momento che il punteggio deve essere calcolato dopo il completamento di tutte le indagini diagnostiche, è molto adatto a studi retrospettivi e per comparare gli esiti tra centri diversi.

Le US sono state eseguite e interpretate da un radiologo di guardia usando un ecotomografo Hitachi Spazio con una sonda curvilinea da 3,5 MHz; gli esami sono stati condotti secondo il protocollo FAST, specificamente mirato a rivelare la presenza di raccolte di fluido libero in cavità addominale. Le CR sono state eseguite a paziente in posizione supina, con un apparecchio portatile Siemens Polimat 2 ed interpretate dallo stesso radiologo.

In caso di fluido libero addominale dimostrato con l'ecografia la presenza di emoperitoneo è stata verificata per mezzo della susseguente laparotomia; tutti i casi negativi sono stati sottoposti a TC spirale multistrato (MSCT) Toshiba Aquilion, 4 impiegando un tempo di rotazione 0,5 s, o sono stati clinicamente controllati.

Gli PNX o gli HT diagnosticati con CR sono stati verificati tramite la perdita di aria o sangue dopo l'inserzione di un tubo di drenaggio toracico o con MSCT; tutti i casi negativi sono stati sottoposti a MSCT o sono stati clinicamente controllati.

Tutte le MSCT sono state eseguite secondo il seguente protocollo: per ridurre gli artefatti il paziente viene mantenuto con le braccia abbassate, aderenti al corpo ed il più possibile in prossimità della linea mediana; dopo lo studio diretto di cranio-encefalo, torace ed addome, vengono somministrati 140 ml di mezzo di contrasto non ionico (Iomeron 350, Bracco, Milano, Italia) attraverso un catetere venoso periferico, mediante una pompa di infusione, ad una velocità di 3-4 ml/s; si effettua poi lo studio in fase arteriosa, e in fase venosa portale, rispettivamente 25-30 s e 70-90 s dopo l'inizio dell'iniezione del mdc. Il tempo di acquisizione per ogni fase è di 70-90 s; dopo una prima valutazione delle immagini, l'esame può essere completato con scansioni tardive. Il tempo totale di acquisizione per le tre fasi è di 70-90 s. L'impostazione della MSCT è come segue: spessore dello strato di acquisizione 3 mm con o 5 mm senza mdc; spessore dello strato 5-7 mm; intervallo di ricostruzione 5-7 mm; pitch 5,5; 120 Kv; 300 mA. L'utilizzo di uno spessore in fase di acquisizione di 3 mm consente di effettuare retro-ricostruzioni per ottenere immagini multiplanari o tridimensionali di strutture ossee, vascolari o diverse.

Per ogni paziente che ha richiesto intervento chirurgico d'emergenza è stato misurato il tempo trascorso tra l'arrivo in ospedale e l'ingresso in sala operatoria.

our Helicopter Emergency Medical System (HEMS) or by a ground ambulance medical team, from November 2000 to November 2002.

The Emergency Department at our Hospital is a level I trauma centre that handles about 300 severe trauma patients yearly and includes a HEMS that covers a region with 1.200.000 inhabitants; the maximal flight time to and from the site of the incident is around 40 minutes, not including the time spent to treat the patient(s) on the scene.

The severity of the injuries was evaluated with the Injury Severity Score (ISS). This is calculated by assigning a score to the injuries observed in 6 different regions of the body (face, head and neck, thorax, abdomen, extremities and pelvic girdle and skin); the sum of the squares of the three more involved regions constitutes the final score; a score ≥ 15 is considered, according to complex statistical analysis, severe enough to increase substantially the risk of death [1, 2, 4]. Since the score must be calculated after the completion of all diagnostic investigations, it is well suited for retrospective studies and to compare outcomes among different centres.

US was performed and interpreted by an attending radiologist using an Hitachi Spazio US unit with a 3.5-MHz curvilinear transducer; the examination was performed according to the FAST protocol, which is specifically aimed at detecting intra-abdominal free fluid. CR was obtained in a supine view with a Siemens Polimat 2 portable x-ray device and interpreted by the same attending radiologist.

In the case of an US-demonstrated abdominal effusion the presence of a HP was verified by means of subsequent laparotomy; all negative cases underwent multislice spiral computed tomography (MSCT) Toshiba Aquilion 4 slices/rotation, rotation time 0.5 sec., or were clinically controlled.

CR-diagnosed PNX or HT were verified by the leak of air after the insertion of a chest tube or by MSCT; all negative cases underwent MSCT or were clinically controlled.

All MSCTs were performed according to the following protocol: patient's arms are kept lowered, adherent to the body and as much as possible proximal to the median line in order to reduce artifacts; after head, chest and abdomen scanning, 140 ml of a nonionic contrast agent (CA) (Iomeron 350 Bracco, Italy) are administered through a peripheral venous catheter by means of an infusion pump, at a rate of 3-4 ml/sec. This is followed by scanning during the arterial phase and portal venous phase, respectively 25-30 sec. and 70-90 sec. after the start of the CA injection; in some cases, after a first evaluation of the images, the examination may be completed with delayed scans. The total acquisition time for the three phases is 70-90 sec. MSCT settings are as follows: raw thickness 3 mm with CA or 5 mm without CA; image thickness 5-7 mm; reconstruction interval 5-7 mm; pitch 5.5; 120 Kv; 300 mA. The use of 3 mm raw thickness allows multiplanar or tridimensional reconstructions to be obtained of bony, vascular or other structures, if needed.

For every patient who required emergency surgery, the time elapsed from the admission to the operator room was measured.

The specificity and the sensitivity of the CR and US were

La specificità e la sensibilità della CR e US sono state calcolate secondo le formule correnti: specificità=veri negativi/veri negativi+falsi positivi, sensibilità=veri positivi/veri positivi+falsi negativi.

Risultati

Sono stati studiati complessivamente 54 pazienti (68% maschi, 31% femmine, età $49,6 \pm SD 20,7$, range 21-86); di questi, quarantacinque (90,7%) sono stati trasportati dall'HEMS mentre cinque (9,3%) da un team medico con ambulanza; gli incidenti stradali hanno rappresentato l'88% delle cause di trauma (48 pazienti), le cadute dall'alto il 9,2% (5 pazienti) e gli incidenti sul lavoro il 2% (1 paziente); l'Injury Severity Score (ISS) è stato di $31,2 \pm 10,1$ (range 16-57).

Quaranta pazienti (74%) hanno richiesto intubazione tracheale e 11 (20,3%) drenaggio toracico sul luogo dell'incidente, mentre 3 pazienti (5,5%) hanno richiesto intubazione tracheale o drenaggio toracico nella ER.

Ventidue pazienti (40,8%) erano ipotesi sia sul luogo dell'incidente che all'arrivo nella ER, mentre 32 (59,2%) erano ipotesi sulla scena, ma non nella ER; complessivamente 39 pazienti (72%) sono stati emodinamicamente instabili durante le procedure diagnostiche iniziali, 19 pazienti (35,1%) hanno richiesto intervento chirurgico d'emergenza per il controllo di emorragie maggiori al torace o addome, mentre altri 12 (22,2%) hanno richiesto intervento chirurgico d'emergenza, principalmente per sintesi di fratture pelviche o di ossa lunghe.

La mortalità complessiva a 1 mese è stata del 46,5% (25/54); il gruppo di pazienti ipotesi sia sulla scena dell'incidente che nella ER ha presentato la mortalità più alta (72,7%).

Quarantacinque pazienti sono stati sottoposti a US addominale nella ER. In 3 pazienti questa non ha consentito una diagnosi, mentre altri 2 pazienti sono deceduti prima che la diagnosi potesse essere confermata; uno di loro aveva un sospetto emoperitoneo. In nessuno di loro è stata effettuata l'autopsia.

Tra i rimanenti 40 pazienti, 11 avevano un HP che è stato diagnosticato con US in 7 casi e non diagnosticato in 4. Ventidue pazienti non avevano HP e la loro US è stata negativa in 24 casi e positiva in 5; la US ha avuto una sensibilità (incidenza dei veri positivi) del 63%, una specificità (incidenza dei veri negativi) dell'82%, un valore predittivo negativo (probabilità post-test di non avere la malattia) dell'85,7% e valore predittivo positivo (probabilità post-test di avere la malattia) del 58,3%.

La CX è stata effettuata nella ER in 39 pazienti ed è riuscita ad diagnosticare 6 PNX su 20 e 2 HT su 17; la sensibilità per PNX è stata del 30,0% con un valore predittivo negativo del 57,6% e la sensibilità per l'HT dell'11,8% con un valore predittivo negativo 44,4%. Il tempo mediano tra la US all'intervento chirurgico d'emergenza è stato di 120 minuti (range 30-450 minuti), mentre il tempo mediano tra la MSCT e l'intervento chirurgico d'emergenza è stato di 30 minuti (range 25-35).

Un paziente con una dissezione aortica aveva un CR normale.

Discussione

L'approccio diagnostico ideale al paziente traumatizzato critico dovrebbe essere mirato ad identificare tutte le condizioni che portano all'improvviso insorgere di ipossia od anemia.

calculated according to the current formulas: specificity=true negatives/true negatives+false positives, sensitivity=true positives/true positives+false negatives.

Results

Overall, 54 patients were studied (68.6 % males, 31.4% females, age 49.6 SD 20.7, range 21-86); forty-nine of them (90.7%) were transported by HEMS and 5 (9.3%) by a ground ambulance medical team; traffic accidents accounted for 88.8 % of the causes of trauma (48 patients), fall from a height for 9.2% (5 patients) and work-related accidents for 2% (1 patient); the mean Injury Severity Score (ISS) was 31.2 ± 10.1 (range 16-57).

Forty patients (74%) required tracheal intubation and 11 (20.3%) required thorax drainage on the scene of the accident, whereas 3 patients (5.5%) required tracheal intubation or chest drainage in the ER.

Twenty-two patients (40.8%) were hypotensive both on the accident scene and on arrival at the ER and 32 (59.2%) were hypotensive on the accident scene, but not in the ER; overall 39 patients (72%) were hemodynamically unstable during the initial diagnostic procedures, 19 patients (35.1%) required emergency surgery to control major thoracic or abdominal bleedings whereas other 12 (22.2%) required urgency surgery, mainly for severe long bone or pelvic fractures fixation.

Overall mortality at 1 month was 46.5% (25/54); the group of patients hypotensive both on the accident scene and on arrival at the emergency room presented the highest mortality (72.7%).

Forty-five patients had an abdominal US in the ER. In 3 patients it was inconclusive, whereas 2 other patients died before the confirmatory investigations could be performed; one of them had a suspected abdominal effusion. In none of them was an autopsy performed.

Among the remaining 40 patients, 11 had a HP that was diagnosed by US in 7 cases and missed in 4. Twenty-nine patients had no HP and their US was negative in 24 cases and positive in 5; the US had a sensitivity (true-positive rate) of 63.6%, a specificity (true-negative rate) of 82.8 %, a negative predictive value (post-test likelihood of no disease) of 85.7% and positive predictive value (post-test likelihood of disease) of 58.3%.

The chest radiograph was obtained in the ER in 39 patients and it was able to identify 6 PNX out of 20 and 2 HT out of 17; the sensitivity for PNX was 30.0% with negative predictive value of 57.6% and sensitivity for HT of 11.8% with negative predictive value of 44.4%. The median time from admission US to emergency surgery was 120 minutes (range 30-450 minutes), whereas the median time from the CT to emergency surgery was 30 minutes (range 25-35).

One patient with an aortic dissection had a normal CX.

Discussion

The ideal diagnostic approach to critically ill patients should be aimed to identify all conditions leading to the sud-

Molti Autori hanno dimostrato che le radiografie del torace sono di limitata utilità nella diagnosi di un ampio spettro di lesioni traumatiche potenzialmente letali, inclusi PNX, HT o lacerazioni aortiche [7-15]. Lo stesso vale per l'US nella diagnosi di lesioni addominali: dopo aver rivisto 123 studi prospettici comprendenti 9047 pazienti in cui l'US era confrontata con gold standard diversi, inclusi laparotomia, lavaggio peritoneale diagnostico, osservazione clinica e TC, Stengel *et al.* hanno concluso che l'US non è affidabile per la diagnosi sia di HT che di lesioni degli organi addominali e hanno suggerito che anche in pazienti emodinamicamente instabili una TC spirale dovrebbe essere effettuata senza tenere in considerazione i risultati dell'US iniziale. Paradossalmente, a dispetto di queste importanti prove, entrambi gli esami sono ancora suggerite come procedure diagnostiche iniziali nella grande maggioranza dei protocolli per il trauma, inclusi quelli dell'Advanced Trauma Life Support [17]; questa regola è applicata anche nel nostro Dipartimento di Emergenza, dove il trauma team include un radiologo che collabora con un anestesista, un chirurgo ed un medico di emergenza. Per quanto riguarda le emorragie addominali, questo approccio può comportare una grave perdita di tempo, anche perché molti pazienti traumatizzati hanno un sanguinamento in atto al momento dell'ingresso in ospedale; per esempio una delle nostre pazienti, in shock al momento dell'ammissione, ha avuto una US addominale normale; essendo la TC positiva è stata operata immediatamente dopo e le sono stati trovati circa 3000 ml di sangue in addome, 65 minuti dopo l'ammissione: è verosimile che una quantità di sangue sufficiente per causare ipotensione fosse presente in addome al momento dell'US, ma non è stata scoperta.

Così, la precoce identificazione delle lesioni emorragiche e del PNX è di fondamentale importanza per un trattamento rapido ed appropriato. Anche nel nostro studio sia la CR che la US hanno dimostrato uno scarso valore predittivo nella diagnosi di PNX, HT e HP; inoltre, dal momento che si sono dovute eseguire altre indagini per escludere o confermare definitivamente la loro presenza, questa circostanza potrebbe aver contribuito al lungo tempo mediano di 122 minuti trascorso tra l'ammissione e l'intervento chirurgico, che a sua volta potrebbe aver influenzato negativamente la prognosi: infatti, come viene dimostrato da Clark *et al.* [18], il rischio di decesso tra i traumatizzati ipotesi con gravi lesioni addominali nei primi 90 minuti, cresce dell'1% ogni 3 minuti trascorsi tra l'ammissione e l'intervento chirurgico definitivo. Nel gruppo di pazienti da noi studiato solo 3 pazienti su 19 che hanno richiesto un intervento chirurgico d'emergenza ha raggiunto la sala operatoria in 30 minuti dall'ammissione e nessuno di loro ha richiesto alcuna procedura salvavita nella ER, come intubazione tracheale o drenaggio toracico. Questo punto necessita di una puntualizzazione, dal momento che uno degli asseriti vantaggi offerti dalla CR e dalla US nella ER consiste nella fattibilità delle procedure di rianimazione durante la loro esecuzione; tuttavia queste indagini divengono non necessarie specialmente nei pazienti trattati dai teams di eli-soccorso, che perseguono una politica aggressiva di intubazione tracheale, drenaggio toracico e reintegrazione volumica immediati sulla scena del trauma: tra gli altri vantaggi offerti, questo approccio permette di risparmiare tempo e di trasportare direttamente il paziente alla sala TC, rendendo superfluo così qualunque esame di screening.

Franklin *et al.* hanno riportato che quasi la metà dei pazien-

den development of hypoxia and or anaemia. Many authors demonstrated that chest radiographs are of limited utility in the diagnosis of a wide spectrum of life-threatening traumatic lesions, including PNX, HT or aortic laceration [7-15]. The same applies for US in the detection of abdominal injuries: after reviewing 123 prospective studies involving 9047 patients in which US was checked against different gold standards, including laparotomy, diagnostic peritoneal lavage, clinical observation and CT, Stengel et al. [16] concluded that emergency US is unreliable for the diagnosis of either HT and abdominal organ lesions and suggested that in hemodynamically unstable patients a helical CT should be performed regardless of the initial US findings. Paradoxically, despite this strong evidence, both investigations are still recommended as initial diagnostic procedures in the great majority of trauma protocols, including the Advanced Trauma Life Support [17]; this rule is applied in our Emergency Department too, whose trauma team includes a radiologist working together with an anaesthesiologist, a surgeon and an emergency physician. As far as abdominal hemorrhage is concerned, this approach can be particularly time-wasting as many trauma patients are actively bleeding at the time of admission; as an example, one of our patients with shock on admission had an initial normal abdominal US, and as the CT was positive, she was operated immediately thereafter and as much as 3000 ml of blood was recovered 65 minutes after admission: it is likely that enough blood to cause hypotension was present in the abdomen at the time of US but it went undetected.

Thus, the early identification of occult haemorrhagic lesions and PNX is of paramount importance for a prompt and appropriate treatment. Also in our study both CR and US proved to have a low predictive value in the diagnosis of PNX, HT and HP; moreover, since other investigations had to be performed to rule out or to confirm their occurrence, this circumstance could have contributed to the long median time of 122 minutes elapsing from the admission to surgery, that in turn could have negatively influenced the outcome: actually, as demonstrated by Clarke et al. [18], the risk of death in the initial 90 minutes among hypotensive trauma patients with major abdominal injuries rises of 1% for each 3 minutes elapsing the admission to the definitive surgery. In our study group only 3 patients out of 19 requiring emergency surgery reached the operating room within 30 minutes from admission and none of them required any lifesaving procedure in the ER, like tracheal intubation or chest drainage. This point requires a remark, as one of the alleged advantages offered by CR and US in the ER consists in the feasibility of the resuscitation measures during their execution; however, these investigations become unnecessary especially in the patients treated by the HEMS teams, which pursue an aggressive policy of tracheal intubation, chest drainage and fluid resuscitation immediately on the scene of trauma: among the other advantages, this approach allows to save time in order to transport the patients directly to the CT scan room, thus bypassing any screening investigation.

Franklin et al. [19] reported that nearly half of the trauma patients with prehospital hypotension required emer-

ti traumatizzati con ipotensione nella fase pre-ospedaliera hanno richiesto intervento chirurgico d'emergenza, principalmente per controllo di emorragie. Sebbene una percentuale simile dei nostri pazienti hanno richiesto intervento chirurgico immediato, questo non dovrebbe portare ad effettuare procedure chirurgiche alla cieca, senza un'adeguata identificazione delle fonti di sanguinamento, al fine di evitare perdite di tempo. Siamo persuasi che in queste circostanze ci si possa avvantaggiare con la CT, la cui affidabilità nell'identificare le lesioni addominali è superiore alla US. Lo stesso si applica alle lesioni toraciche: per esempio, dal momento che molti PNX non sono identificabili nei radiogrammi presi solo nella posizione supina [5], c'è un sostanziale rischio che anche uno PNX relativamente piccolo possa divenire iperteso durante la ventilazione meccanica, causando un collasso cardiovascolare improvviso e spesso intrattabile. Nel peggior caso, un paziente traumatizzato inizialmente stabile può deteriorarsi in minuti a causa di uno PNX iperteso e/o di un'emorragia occulta intrattabile, che sono condizioni potenzialmente prevenibili.

L'esatta identificazione delle cause di un'elevata percentuale di fallimenti della US e CR nella diagnosi di HP, PNX o HT va oltre gli scopi di questo studio; tuttavia sia la US che la CR hanno alcune limitazioni ben note che possono spiegare, in parte se non del tutto, questi scarsi risultati; nella fattispecie, la CR non consente spesso il riconoscimento di PNX anteriori (molto frequenti con polmoni contusi) e di HT postero-basali; per quanto riguarda l'utilità diagnostica dell'US, questa dipende da fattori imprevedibili, incluse variabili legate al paziente, (es. spessore della parete addominale, ripienezza della vescica urinaria, enfisema sottocutaneo, etc.) fattori ambientali ed esperienza; è probabile che questi fattori abbiano contribuito ai dati contraddittori della letteratura, con alcuni trials che hanno concluso per una alta sensibilità e specificità dell'US nella diagnosi sia di HP che di lesioni degli organi addominali [19].

Oltre ad identificare PNX, HT ed HP più accuratamente della US e CR, la TC spirale permette una rapida e precisa diagnosi dei versamenti pericardici, di lesioni di organi parenchimatosi e cavi e di fratture pelviche [16, 22, 23]; protocolli standardizzati possono ridurre il tempo complessivo di un'esame TC a 10-15 minuti, migliorando l'ergonomia del lavoro dei tecnici e sovrapponendo il trasporto e il posizionamento del paziente con l'elaborazione dei dati [22].

Una limitazione di questo studio consiste nel controllo di alcuni casi di US e CR negativi con la sola sorveglianza clinica che potrebbe aver misconosciuto PNX, HT o HP di minor entità, clinicamente silenti, sottostimando così il reale numero di esami falsamente negativi.

Sulla base dei nostri dati, suggeriamo che i traumatizzati emodinamicamente instabili con possibili lesioni multiple coinvolgenti il capo, torace, addome e pelvi siano sottoposti direttamente a TC spirale, senza essere preliminarmente studiati con US e CR [16, 22, 23], con la possibile eccezione dei pazienti estremamente instabili che sono refrattari a qualunque misura rianimatoria e che dovrebbero essere portati direttamente al blocco operatorio in un estremo tentativo di salvargli la vita.

Conclusioni

In questo studio l'US e CR hanno dimostrato avere un valore inaccettabilmente basso nella diagnosi di emoperitoneo,

gency surgery primarily for haemorrhage control procedures. Although a similar portion of our patients required immediate surgery, this should not prompt to perform surgical blind procedures without an adequate identification of the bleeding source(s) in order to avoid time losses. We believe that in this circumstance one can take advantage from the CT scan whose reliability in identifying abdominal injuries is higher than US. The same applies to thoracic injuries: for example, because many PNXs are not identifiable in radiograms taken in the supine view only [5], there is a substantial risk that even a relatively small one can become hypertensive during mechanical ventilation, causing a sudden and often untreatable cardiovascular collapse. In the worst case scenario, an initially stable trauma patient can deteriorate in minutes due to the occurrence of tension PNX and/or untreatable occult haemorrhage, which are potentially preventable conditions. The exact identification of the causes of US and CR high failure rates in the diagnosis of HP, PNX or HT is beyond the scope of this study; nevertheless both US and CR have some well-known limitations that could explain, in part if not completely, these poor results. CR often does not allow recognition of anterior PNX (very frequent in trauma patients with contused, low-compliant lungs) and of posterior basal HT; as far as the diagnostic utility of US is concerned, it heavily depends on unpredictable factors, including patient-related variables, (e.g. abdominal wall thickness, emptiness of the urinary bladder, subcutaneous emphysema etc), environmental factors and expertise; it is likely that these factors contributed to the conflicting data in the literature, with some trials concluding for a high sensitivity and specificity of US in the detection of both HP and organ lesions [19].

Besides identifying PNX and HP more accurately than US and CR, helical CT enables fast and accurate detection of pericardial effusions, parenchymal and hollow organ lesions and pelvic ring fractures [16, 22, 23]; standardized protocols can decrease the overall examination time of helical CT to 10-15 minutes [24], by improving technologist work ergonomics and by an overlapping of patient transportation and positioning and data management [22].

One possible flaw of the study is that some US and CR-negative cases were controlled by means of clinical surveillance only, which could have overlooked minor, clinically silent PNX, HT or HP, thus underestimating the real number of falsely negative exams.

On the basis of our findings, we suggest that hemodynamically unstable trauma patients with multiple possible injuries involving the head, the torso and the pelvis undergo directly a helical CT without being preliminarily studied with CR and/or US [16,22,23], with the possible exception of extremely unstable patients that are refractory to any resuscitation measure and that should be taken directly to the operating theatre in an extreme attempt to save their lives.

Conclusions

In this study US and CR proved to have a unacceptably low value in the diagnosis of haemoperitoneum, pneumothorax

pneumotorace ed emotorace in pazienti gravemente traumatizzati con ipotensione ed il loro uso andrebbe riconsiderato. Secondo la nostra esperienza, una TC spirale come esame di prima scelta è necessaria in questo gruppo di pazienti traumatizzati.

and haemothorax in the severely injured hypotensive patients and their use should be reconsidered. According to our experience, helical CT as first-choice investigation is warranted in this subset of trauma patients.

Bibliografia/References

- 1) Trunkey DD: Trauma. *Sci Ann* 282: 298-235, 1983.
- 2) Trunkey DD: Initial treatment of patients with severe trauma. *N Engl J Med* 324: 1259-1263, 1991.
- 3) Stocchetti N, Pagliarini G, Gennari M *et al*: Trauma care in Italy: evidence of in-hospital preventable deaths. *J Trauma* 36: 401-405, 1994.
- 4) Nolan JP, Parr MJA: Aspects of resuscitation in trauma. *Br J Anaesth* 79: 226-240, 1997.
- 5) Maffessanti M, Berlot G, Bortolotto P: Chest roentgenology in the intensive care unit: an overview. *Eur Radiol* 8: 69-78, 1998.
- 6) Schuster Bruce M, Nolan J: Priorities in the management of blunt abdominal trauma. *Curr Opin Crit Care* 5: 500-505, 1999.
- 7) Cook DA, Klein SJ, Rogers BF *et al*: Chest radiographs of limited value in the diagnosis of blunt traumatic aortic laceration. *J Trauma* 50:843-847, 2001.
- 8) Exadaktylos KA, Scablas G, W. Schmid S *et al*: Do we need routine computed tomographic scanning in the primary evaluation of blunt chest trauma with "normal" chest radiograph? *J Trauma* 51: 1173-1176, 2001.
- 9) Trupka A, Waydhas C, Hallfeldt KJ *et al*: Value of thoracic computed tomography in the first assessment of severely injured patients with blunt chest trauma: results of a prospective study. *J Trauma* 43: 405-411, 1997.
- 10) Trupka A, Kierse R, Waydhas C *et al*: Shock room diagnosis in polytrauma: value of thoracic CT. *Unfallchirurg* 100: 469-476, 1997.
- 11) Guerriero Lopez F, Vazquez-Mata G, Alcazar Romero PP *et al*: Evaluation of the utility of computed tomography in the initial assessment of the critical care patient with chest trauma. *Crit Care Med* 28: 1370-1375, 2000.
- 12) Collins JA, Samra GS: Failure of chest x-rays to diagnose pneumothoraces after blunt trauma. *Anaesthesia* 53: 74-78, 1998.
- 13) Neff MA, Monk GS Jr, Peters K, Nikhilesh A: Detection of occult pneumothoraces on abdominal computed tomographic scans in trauma patients. *J Trauma* 49: 281-285, 2000.
- 14) Woodring JH: The normal mediastinum in blunt traumatic rupture of the thoracic aorta and brachiocephalic arteries. *J Emerg Med* 8: 467-476, 1990.
- 15) Holmes JF, Brant WE, Bogren HG *et al*: Prevalence and importance of pneumothoraces visualized on abdominal computed tomographic scan in children with blunt trauma. *J Trauma* 50: 516-520, 2001.
- 16) Stengel D, Bauwens K, Schouli J *et al*: Systematic review and meta-analysis of emergency ultrasonography for blunt abdominal trauma. *Br J Surg* 88: 901-912, 2001.
- 17) American College of Surgeons. Advanced trauma life support for doctors. 1997 edition.
- 18) Clarke JR, Stanley Z, Trooskin SZ *et al*: Time to laparotomy for intra-abdominal bleeding from trauma does affect survival for delays up to 90 minutes. *J Trauma* 52: 420-425, 2002.
- 19) Franklin A, Boaz P, Spain DA *et al*: Prehospital hypotension as a valid indicator of trauma team activation. *J Trauma* 48: 1034-1039, 2000.
- 20) McKenney MG, Martin L, Lentz K *et al*: 1000 consecutive ultrasounds for blunt abdominal trauma. *J Trauma* 40: 607-612, 1996.
- 21) Wintermark M, Poletti PA, Beker CD *et al*: Traumatic injuries: organization and ergonomics of imaging in the emergency environment. *Eur Radiol* 12: 959-968, 2002.
- 22) Pereira S, O'Brien DP, Luchette FA *et al*: Dynamic helical computed tomography scan accurately detects hemorrhage in patients with pelvic fracture. *Surg* 128: 678-684, 2000.
- 23) Rieger M, Sparr H, Esterhammer R *et al*: Moderne CT-diagnostik des akuten thorax-und abdominaltraumas. *Radiologe* 42:556-563, 2002.

*Dott. D. Massarutti
Servizio di Elisoccorso
della Regione Friuli Venezia Giulia
Ospedale S. Maria della Misericordia
Piazzale S. Maria della Misericordia, 1
33100 Udine UD
Tel. 0432/552367
Fax 0432/554917
E-mail: daniemassarutti@libero.it*