

La Radiologia Medica - Radiol Med 107: 241-251, 2004  
Edizioni Minerva Medica - Torino

## Controllo percutaneo delle emorragie nelle fratture pelviche

Stefano PIERI - Paolo AGRESTI - Maurizio MORUCCI  
Lorenzo DE' MEDICI - Michele GALLUZZO\*  
Michel ORANSKY\*\*

**Scopo.** Riportare la nostra esperienza nella gestione percutanea delle emorragie pelviche da trauma chiuso.

**Materiale e metodi.** Nel periodo 1999-2001 sono giunti alla nostra osservazione 56 pazienti con importanti traumi pelvici. Quarantadue erano vittime d'incidenti stradali, 14 erano caduti da altezze elevate. Di questi ben 20 avevano un'importante sintomatologia acuta da trauma chiuso, con emorragia pelvica e significativo calo dell'ematocrito, non risolvibile con i farmaci e con la somministrazione di sacche di sangue. La diagnosi di emorragia pelvica era stata eseguita con TC. In presenza di emorragia ad elevato flusso, il paziente è stato inviato al trattamento percutaneo. L'embolizzazione è stata effettuata dopo aver eseguito l'arteriografia diagnostica, con approccio femorale bilaterale, e cateterismo selettivo di entrambe le arterie ipogastriche.

**Risultati.** Il successo tecnico nel riconoscere la fonte emorragica e nel trattare l'emorragia è stato ottenuto nel 100% dei casi (in un solo paziente, non avendo visualizzato la fonte emorragica per le condizioni di shock, si è lasciato l'introduttore valvolato in sede, per ripetere con successo l'esame il giorno dopo, con il miglioramento delle condizioni cliniche del paziente). L'arteria otturatoria era coinvolta in 5 casi, mentre l'arteria glutea in 11. In 18 casi è stato sufficiente impiegare il solo catetere angiografico per eseguire l'embolizzazione. Il controllo percutaneo delle emorragie è stato ottenuto con Ivalon, spongostan e spirali.

**Conclusioni.** Il controllo percutaneo delle emorragie da frattura pelvica, in mani esperte, è una procedura rapida, efficace, estremamente selettiva, da proporre in prima istanza nel paziente traumatizzato grave a livello pelvico, soprattutto se in presenza di emorragie ad elevato flusso.

PAROLE CHIAVE: Fratture pelviche - Emorragia - Controllo percutaneo delle emorragie - Embolizzazione.

### Introduzione

Le fratture della pelvi sono state considerate a lungo un dilemma, sia dal punto di vista diagnostico che terapeutico [1]. Rappresentano l'1,5% delle fratture delle articolazioni e includono un'ampia varietà di lesioni polimorfe [2]. Le fratture semplici, senza un grossolano spostamento dei segmenti ossei, si riscontrano specialmente nelle persone anziane e sono espressione dell'applicazione di deboli forze di accelerazione [3]. Con l'avvento della motorizzazione, il danno pelvico è aumentato d'incidenza e di complessità ed è la prima causa di morte nei pazienti politraumatizzati [4,5].

In passato, lo studio radiologico del paziente traumatizzato era complesso e limitato, perché alcune proiezioni non erano eseguibili, a causa delle condizioni del paziente [6,7],

### *Percutaneous management of hemorrhages in pelvic fractures*

**Purpose.** To report our experience in the control of haemorrhage with the transcatheter embolisation technique.

**Materials and methods.** Between 1999-2001, we treated 56 patients with important pelvic trauma. Forty-two were victims of car accidents and 14 of falls from great altitudes. Twenty presented acute symptoms due to blunt pelvic trauma, with massive bleeding, not treatable by drugs and blood transfusion. Diagnosis of pelvic haemorrhage was made with CT. When high-flow haemorrhage was found, the patient was referred for angiography. Embolisation was achieved after a diagnostic arteriography, with bilateral transfemoral approach and selective catheterisation of the internal iliac arteries.

**Results.** Technical success was achieved in 100% of cases: all the haemorrhagic sites were found and embolised. In only one patient with severe shock was it impossible to locate the site of contrast material extravasation on the first day; the patient was successfully treated on the second day with improvement of the clinical conditions. The obturator artery was involved in five cases, the gluteal artery in eleven. In eighteen patients, use of an angiographic catheter was sufficient to treat the haemorrhagic sites. Percutaneous control of the haemorrhage was obtained by using Gelfoam, Ivalon and coils.

**Conclusions.** Percutaneous haemorrhage control is safe and effective, and not as costly or dangerous as the surgical option. We regard it as the treatment of choice in multiple trauma patients with important and high-flow pelvic haemorrhage.

KEY WORDS: Pelvic fractures - Hemorrhage - Percutaneous therapy - Embolization.

### *Introduction*

*Pelvic fractures have long been regarded as a challenge in both diagnostic and therapeutic terms [1]. They represent 1.5% of joint fractures, and include a wide variety of different lesions [2]. Simple fractures, those not involving gross displacement of bone segments, mainly occur in elderly subjects, and they reflect the application of weak acceleration forces [3]. With the advent of motorization, pelvic injuries have increased in incidence and complexity, and now represent the leading cause of death in multiple trauma patients [4, 5].*

*In the past, the radiological study of trauma patients was difficult and limited, as some projections could not be used*

e questo poteva comportare una notevole limitazione diagnostica [8] e fonte di errori terapeutici, con conseguenti deformità e pseudoartrosi [9]. L'avvento della TC ha enormemente semplificato lo studio radiologico della pelvi e dell'acetabolo nei pazienti traumatizzati, perché offre informazioni diagnostiche maggiori e consente di avere uno studio di dettaglio delle fratture, uno studio panoramico sulla posizione dei frammenti ossei, dell'estensione della diastasi dell'articolazione sacroiliaca e della sinfisi pubica, dell'instabilità del cingolo pelvico; consente inoltre lo studio addominale e pelvico per la verifica delle complicanze associate (presenza di raccolte ematiche che giustifichino l'anemia o l'instabilità emodinamica) [10-12].

Nelle fratture pelviche l'emorragia è un'evenienza non rara perché una fitta rete di rami arteriosi e venosi decorre aderente alle ossa pelviche: nelle fratture, i vasi possono essere danneggiati per trazione o per lacerazione da parte delle stesse ossa fratturate [1, 13]. Il controllo dell'emorragia è di grande importanza per la vita del paziente. Le maggiori perdite di sangue sono legate ad una lesione dell'arteria glutea superiore o alle branche anteriori dell'arteria iliaca interna [14, 15].

Sebbene l'esplorazione chirurgica di un ematoma pelvico sia stata raccomandata da diversi autori, per scoprire e fermare la fonte di una emorragia o per legare direttamente le arterie iliache interne, l'invasività di questa procedura è stata ampiamente riconosciuta [16]. L'identificazione del punto del sanguinamento, in un retroperitoneo edematoso ed infarcito di sangue, è estremamente difficoltoso; l'apertura del retroperitoneo può alterare l'equilibrio che aveva consentito il tamponamento e dare il via ad una emorragia irrefrenabile; lo stesso dicasi per l'apertura del peritoneo che fa cessare la forza contenitiva, idonea a tamponare una emorragia venosa. Peraltro, le complicanze legate alla chirurgia d'urgenza dei sanguinamenti sono circa il 60% [15, 17].

L'angiografia quindi si presenta come metodica alternativa alla opzione terapeutica chirurgica, estremamente vantaggiosa per il minor traumatismo, estremamente celere per i tempi impiegati nel trovare e trattare la fonte emorragica, selettiva nella sede del trattamento [13].

In letteratura esistono diverse esperienze sul controllo percutaneo delle emorragie da fratture pelviche, sempre su casistiche non numerose; riportiamo la nostra esperienza nel controllo percutaneo delle complicanze emorragiche delle fratture pelviche, svolto in un periodo limitato di tempo, su un discreto numero di casi.

## Materiale e metodi

Nel periodo Gennaio 1999 - Dicembre 2001 sono giunti alla osservazione del Dipartimento di emergenza 56 pazienti con importanti traumi pelvici: 42 erano uomini e 14 erano donne, con età compresa tra i 18 e i 55 anni. A tutti i pazienti era stato precedentemente applicato un fissatore esterno. Quarantadue erano vittime di incidenti stradali; 14 erano caduti da elevate altezze, incidentalmente o consapevolmente, di cui 2 in alta montagna.

Tutti i pazienti sono stati sottoposti ad indagine TC: i primi 36 hanno eseguito l'esame TC con apparecchiatura di tipo tradizionale Rhota CTW 950 SR, (Esaote Biomedica, Genova,

*due to the patient's condition [6, 7]; this could lead to significant diagnostic limitations [8], and the origin of possible treatment errors that could result in deformity and dysarthrosis [9]. The advent of computed tomography (CT) has markedly improved the radiological study of the pelvis and acetabulum in trauma patients, in that it provides more diagnostic information, as well as allowing for a detailed study of the fractures, a comprehensive view of the position of bone fragments, of the extension of the sacroiliac joint and pubic symphysis diastase, and of pelvic ring instability. Furthermore, CT allows an abdominal and pelvic study for the assessment of associated complications (presence of blood extravasation causing anaemia and haemodynamic instability) [10-12].*

*In pelvic fractures, haemorrhage is fairly common, given that a wide network of arterial and venous vessels adheres to the pelvic bones. When these fracture, the vessels can be damaged by either traction or laceration of the fractured bones [1, 13]. Management of fractures is very important for the patient's life. Blood loss is mostly related to lesions of the superior gluteal artery or the anterior branches of the internal iliac artery [14, 15].*

*Although surgical exploration of pelvic haematomas has been recommended by several authors to identify and block the source of the bleed or to ligate the internal iliac arteries directly, this procedure has been widely recognised as highly invasive [16]. The identification of the source of bleeding, within an oedematous, blood-filled retroperitoneum, is extremely difficult. Opening of the retroperitoneum may alter the conditions that allowed the tamponade, thus causing an unstoppable haemorrhage; opening of the peritoneum eliminates the compression needed to stop a venous haemorrhage. Moreover, complications connected with the emergency treatment of haemorrhage amount to 60% approximately [15, 17].*

*Angiography can therefore be used as an alternative to surgery, one that has the advantage of being less invasive, very fast in identifying and treating the source of bleeding, and highly selective in delivering treatment [13].*

*Several reports have been published on percutaneous control of haemorrhage caused by pelvic fractures, all of which based on small patient samples. We report our experience with the percutaneous control of haemorrhage related to pelvic fractures in a relatively large patient population over a limited period of time.*

## Materials and methods

*From January 1999 to December 2001, 56 patients with major pelvic trauma arrived at our emergency department: 42 were male and 14 female, age range 18-55 years. All patients had previously had external fixation. Forty-two were victims of road accidents; 14 had either accidentally or deliberately fallen from heights, two of whom in the mountains.*

*All patients underwent CT: the first 36 with a conventional Rhota CTW 950 SR scanner (Esaote Biomedica, Genova, Italy), and the remaining with volumetric GE HI*

Italia), mentre i rimanenti con TC volumetrica GE HI Speed Advantage (GE Medical Systems, Milwaukee, WI, USA).

Nel primo gruppo di pazienti sono stati utilizzati i seguenti parametri: preliminare acquisizione, senza mdc, dalle cupole diaframmatiche al margine inferiore della sinfisi pubica e successivo studio dello stesso segmento con iniezione di 140 ml di mezzo di contrasto per via endovenosa (Iopamiro 370, Bracco, Milano, Italia), con iniettore automatico programmato per 2-3 ml/s, con effettuazione delle scansioni dopo 40 secondi dall'inizio dell'iniezione, con spessore 10 mm, intervallo di ricostruzione 10 mm, pitch 1,5.

Nel secondo gruppo è stata eseguita una prima acquisizione senza iniezione di mdc, e una seconda dopo iniezione di 120 ml a 4-5 ml/s, dopo 25-30 secondi dall'inizio dell'iniezione, utilizzando uno spessore dello strato di 7 mm, intervallo di ricostruzione 7 mm, pitch 1,5. Una terza acquisizione è stata effettuata sulla regione anatomica d'interesse, lombare o pelvica, (spessore 5 mm, intervallo di ricostruzione 5 mm, pitch 1,5, ritardo di 180 secondi dall'iniezione del mdc).

Le immagini senza mdc hanno permesso di evidenziare la sede dell'ematoma, mentre quelle con mdc hanno consentito di differenziare le emorragie a basso e ad alto flusso. Sono state considerate emorragie a basso flusso quelle dove la densità dell'ematoma, dopo iniezione di mdc presentava un enhancement omogeneo, non presentando significative differenze di densità al suo interno. In questi pazienti, l'orientamento terapeutico è stato prevalentemente conservativo, con l'approccio ortopedico considerato prevalente su quello vascolare. Solo in caso di duplice localizzazione di emorragia (retroperitoneo a livello lombare e pelvico), o di notevole instabilità della frattura pelvica o di un ematocrito basso, il paziente è stato inviato al controllo angiografico dell'emorragia. Viceversa sono state considerate ad elevato flusso, quelle emorragie pelviche che presentavano uno stravasato libero di mezzo di contrasto, con una densità di parte dell'ematoma analoga a quella del sangue opacizzato, contenuto nei grossi vasi. I pazienti di questo gruppo sono stati condotti subito in sala angiografica per il controllo percutaneo dell'emorragia.

In questi pazienti è stata eseguita l'arteriografia digitale (Integris V5000, Philips Medical Systems, Dusseldorf, Germania). In anestesia locale, con tecnica Seldinger, sono state punte ed incannulate entrambe le arterie femorali, per eseguire sia lo studio panoramico aorto iliaco con un catetere angiografico pig-tail, sia il cateterismo selettivo di entrambe le arterie ipogastriche (per lo studio particolareggiato del lato lesso e per escludere rifornimenti controlaterali) e sistematicamente anche di altri rami arteriosi (arterie glutee, mesenterica inferiore, sacrale media), potenzialmente responsabili dell'emorragia in quel distretto anatomico, prima di passare alla fase terapeutica. Una volta che l'iniezione di mdc (Optiray 320, BYK Gulden, Cormano, Italia) aveva evidenziato la sede dell'emorragia, si è provveduto ad eseguire l'embolizzazione, utilizzando preferenzialmente il solo catetere angiografico dedicato, portato il più prossimalmente possibile alla sede dell'emorragia, utilizzando un microcatetere (SP 3 Fr, Terumo, Tokio, Japan), quando l'anatomia vascolare non consentiva un cateterismo selettivo molto periferico con il solo catetere angiografico.

Il materiale embolizzante impiegato è stato prevalentemente il Gelfoam, in microparticelle (ricavato frammentando artigianalmente un tampone di gelatina con la lama di bisturi),

*Speed Advantage CT (GE Medical Systems, Milwaukee, WI, USA).*

*In the first group of patients, the following parameters were used: unenhanced scout view from the diaphragmatic dome to the lower margin of the pubic symphysis, followed by study of the same segment with intravenous administration of 140 ml of contrast material (Iopamiro 370, Bracco, Milan, Italy), with automatic injector set at 2-3 ml/s, image acquisition 40 seconds after the beginning of administration, 10-mm thickness, 10-mm reconstruction interval, 1.5 pitch.*

*In the second group, a first acquisition was performed without contrast material administration, and a second after administration of 120 ml at 4-5 ml/s, 25-30 seconds after infusion onset, with 7-mm slice thickness, 7-mm reconstruction interval, 1.5 pitch. A third acquisition was performed of the region of interest, either lumbar or pelvic, (5-mm thickness, 5-mm reconstruction interval, 1.5 pitch, 180-second delay from contrast material administration).*

*The unenhanced images allowed us to identify the site of the haematoma, whereas the contrast-enhanced images helped distinguish between low- and high-flow haemorrhages. Low-flow haemorrhages were considered those in which the haematoma displayed homogeneous contrast-enhancement without significant differences in density. For these patients, the therapeutic approach was mainly conservative, orthopaedic treatment being preferred to the vascular option. Only in cases of double location of the bleed (lumbar and pelvic retroperitoneum), of significant instability of the pelvic fracture, or of low haematocrit, was the patient referred for angiography.*

*On the other hand, high-flow haemorrhages were considered to be all pelvic bleeds that presented a free extravasation of contrast material, with part of the haematoma displaying a density similar to that of the opacified blood in the great vessels. Patients in this group were immediately referred to angiography for the percutaneous study of the haemorrhage. These patients underwent digital arteriography (Integris V5000, Philips Medical Systems, Dusseldorf, Germany). Under local anaesthesia with the Seldinger technique, both femoral arteries were punctured and cannulated to allow both aorto-iliac panoramic examination with a pig-tail angiographic catheter and selective catheterisation of the hypogastric arteries (for a detailed study of the injured side and to rule out contralateral supply), as well as the study of other arterial branches (gluteal arteries, inferior mesenteric, middle sacral) that are potentially responsible for haemorrhages within that anatomical region. The therapeutic phase was then started. Once the site of the bleed had been identified by the injection of contrast material (Optiray 320, BYK Gulden, Cormano, Italy), it was embolised with a dedicated angiographic catheter advanced as close as possible to the site or, where vascular anatomy did not permit peripheral catheterisation with the angiographic catheter alone, with the aid of a microcatheter (SP 3 F, Terumo, Tokyo, Japan).*

*The embolising agent used was mainly microparticles of*

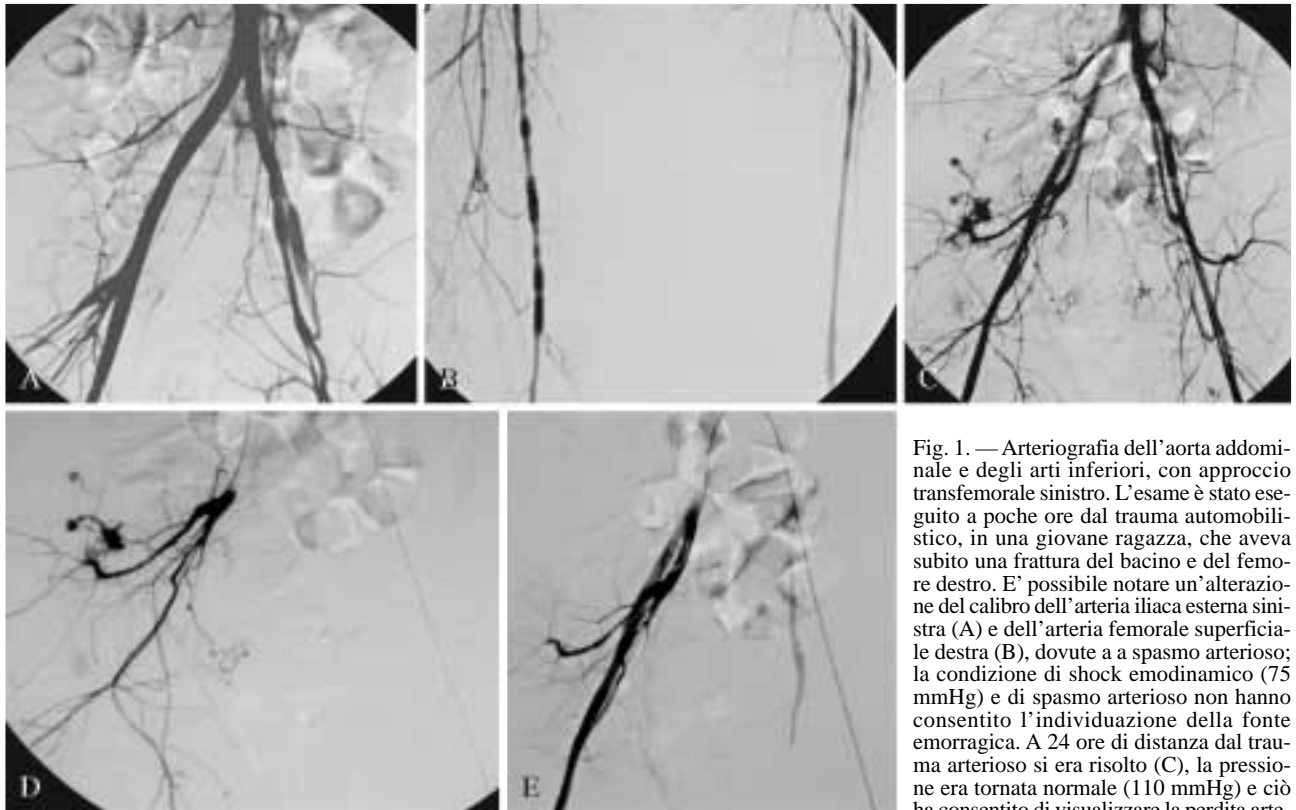


Fig. 1. — Arteriografia dell'aorta addominale e degli arti inferiori, con approccio transfemorale sinistro. L'esame è stato eseguito a poche ore dal trauma automobilistico, in una giovane ragazza, che aveva subito una frattura del bacino e del femore destro. E' possibile notare un'alterazione del calibro dell'arteria iliaca esterna sinistra (A) e dell'arteria femorale superficiale destra (B), dovute a a spasmo arterioso; la condizione di shock emodinamico (75 mmHg) e di spasmo arterioso non hanno consentito l'individuazione della fonte emorragica. A 24 ore di distanza dal trauma arterioso si era risolto (C), la pressione era tornata normale (110 mmHg) e ciò ha consentito di visualizzare la perdita arteriosa.

Il cateterismo selettivo dell'arteria iliaca interna destra, con approccio controlaterale e con il solo catetere angiografico, ha consentito di documentare bene la sede della lesione (D), di eseguire l'embolizzazione con il solo Gelfoam e di confermare l'avvenuto controllo dell'emorragia (E).

*Abdominal aorta and lower-limb arteriography, through a left transfemoral approach. The examination was performed within hours of a road accident in a girl who had suffered fracture of the pelvis and of the right femur. Note the alteration in the calibre of the left external iliac artery (A), and of the right superficial femoral artery (B), caused by arterial spasm. Haemodynamic instability (75 mmHg) and arterial spasm prevented us from identifying the source of bleeding. Twenty-four hours later, the arterial trauma had resolved (C) and pressure had returned to normal levels (110 mmHg), which allowed visualisation of the arterial extravasation. Selective catheterisation of the right internal iliac artery, with a contralateral approach and angiographic catheter alone, provided good visualisation of the site of the lesion (D), allowing us to perform embolisation with Gelfoam, and obtain confirmation that the haemorrhage had been completely controlled (E).*

in aggiunta ad un antibiotico a largo spettro e al mdc, per favorirne la visione durante il rilascio. L'iniezione di tale composto, abbondantemente miscelato, è stata preceduta da un'iniezione di mdc puro, per confermare la sede della punta del catetere e seguire la distribuzione del mdc, in modo da avere una conferma diretta delle massime condizioni di selettività e sicurezza. L'iniezione del composto è stata eseguita con una siringa da insulina, per dosare meglio il rilascio ed evitare una dispersione in rami arteriosi non desiderati. Al termine dell'iniezione di 1 ml di composto, dopo aver lentamente lavato il catetere angiografico con soluzione fisiologica, veniva effettuato il controllo angiografico, con iniezione manuale del mdc. Il confronto con le immagini precedenti consentiva di orientare le ulteriori decisioni terapeutiche. Solo nel caso di lesioni prossimali di arterie di grosso calibro è stata utilizzata la spirale, da 5 e 7 mm (Target, Boston Scientific, Cork, Irlanda).

Il controllo giornaliero dell'emocromo e il numero di sacche di sangue trasfuse nei giorni successivi sono stati impiegati come parametri per controllare nel breve tempo l'esito della nostra procedura. È stato impiegato un controllo Doppler degli arti inferiori, al termine dell'embolizzazione, per docu-

*Gelfoam (made by fragmenting a gelatin tampon with a scalpel blade), in addition to a broad-spectrum antibiotic and to the contrast material, so as to improve visualisation during release. The injection of this mix was preceded by an injection of pure contrast material to visualise the position of the catheter tip and follow the distribution of the contrast material, thereby obtaining confirmation that the greatest selectivity and safety was attained. The mix was then injected with an insulin syringe to ensure better control of the release and avoid dispersion in unwanted arterial branches. After injecting 1 ml of compound, and carefully rinsing the angiographic catheter with saline solution, angiography was performed with manual injection of the contrast material. Comparison with the previous images guided our therapeutic decisions. Only in lesions in proximal large arteries were 5 or 7 mm coils used (Target, Boston Scientific, Cork, Ireland).*

*Daily haematocrit levels and the number of blood bags received during the days after embolisation were used as parameters for a rapid assessment of the outcome of our proce-*

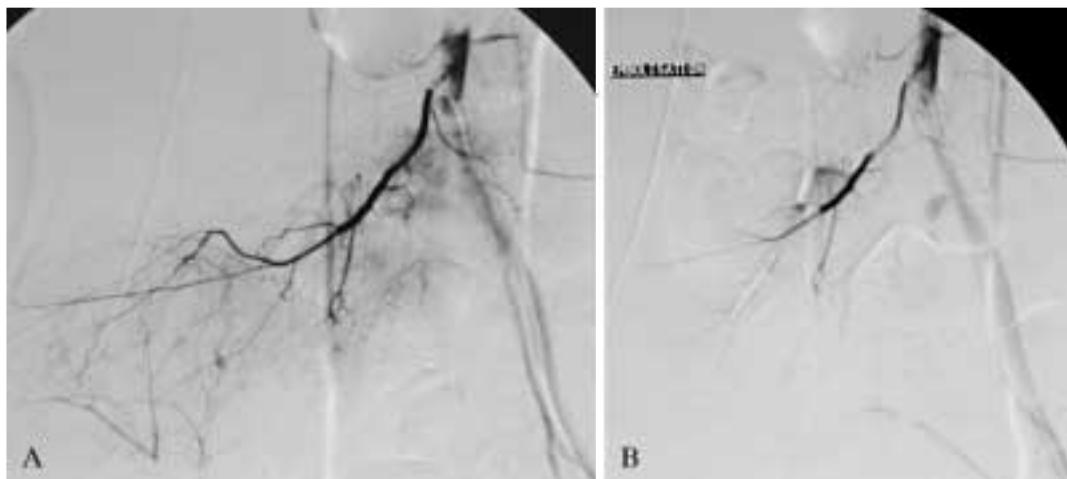


Fig. 2. — Il cateterismo selettivo dell'ultima arteria lombare destra, con un catetere cobra, ha consentito di documentare la presenza di un'abbondante vascolarizzazione verso i tessuti muscolari; alcuni rami non subiscono una progressiva riduzione del calibro andando in periferia; sono visibili alcuni accumuli puntiformi di mdc (A). Vista la coesistenza di un'altra lesione vascolare a carica dell'arteria glutea dx, trattata con il rilascio di una spirale, in questo caso, si è preferito ricorrere all'iniezione di Gelfoam (B).

*Selective catheterisation of the last right lumbar artery through a Cobra catheter confirmed the presence of extensive vascularisation towards muscular tissues. Some branches do not show a gradual decrease in diameter in calibre towards the periphery; a few spots of contrast material build-up are also visible (A). Considering the coexistence of another vascular lesion at the right gluteal artery, treated by coil release, in this case we opted for the injection of Gelfoam (B).*

mentare la presenza del segnale arterioso a livello delle arterie tibiali e quindi l'assenza di complicanze periferiche. La TC, eseguita alcuni giorni dopo l'intervento di chirurgia ortopedica, è stata impiegata per valutare la nuova stabilità del cingolo pelvico e per confermare o meno l'assenza di ulteriori fonti emorragiche.

## Risultati

Le indagini TC hanno evidenziato la presenza di 18 emorragie ad elevato flusso e 38 a basso flusso. Nel gruppo delle emorragie ad elevato flusso, solo 4 pazienti rientravano nel gruppo studiato con la TC tradizionale, mentre tutti gli altri erano stati studiati con la TC volumetrica. Nel gruppo dei pazienti con emorragia a basso flusso, solo 2 richiesero il trattamento percutaneo di embolizzazione, per la contemporanea presenza di una duplice fonte di emorragia; entrambi erano stati studiati con la TC volumetrica.

I pazienti destinati all'arteriografia sono stati 20.

All'indagine arteriografica, la fonte di emorragia è stata evidenziata nel 100% dei casi. In un paziente le condizioni di shock emodinamico e di spasmo arterioso non hanno consentito di visualizzare l'emorragia durante la prima arteriografia. Sono stati lasciati in situ gli introduttori vascolari eparinizzati. Il giorno dopo, con il miglioramento delle condizioni cliniche ed emodinamiche, è stato possibile ripetere l'indagine arteriografica e documentare la presenza di una lesione a carico dell'arteria glutea, che è stata trattata con successo (fig. A-E).

In 9 casi di emorragia ad elevato flusso, oltre alla lesione vascolare segnalata alla TC, erano presenti altre piccole soffiusioni emorragiche, a sede bilaterale nella metà dei casi, che sono state sottoposte a trattamento embolizzante, mediante gelfoam (fig. 2 A, B).

*dure. A Doppler examination of the lower limbs was used after embolisation to verify the presence of the arterial signal on the tibial arteries and the absence of peripheral complications. The CT scans performed within days of orthopaedic surgery were used to check the stability of the pelvic ring and to confirm or rule out the presence of further sources of bleeding.*

## Results

*The CT scans detected the presence of 18 high- and 38 low-flow haemorrhages. In the high-flow group, only 4 patients belonged to the group that had undergone conventional CT, while the rest of patients had undergone volumetric CT. In the low-flow group, only 2 patients required percutaneous embolisation, due to the presence of a double source of bleeding; both patients had undergone volumetric CT.*

*Arteriography was performed on 20 patients.*

*Arteriography detected the source of bleeding in 100% of cases. In one patient, haemodynamic instability and traumatic arterial spasm prevented visualisation of the bleed at the first arteriography; the heparin-coated vascular introducers were left in situ and arteriography was repeated the following day when the patient's clinical and haemodynamic conditions had improved; the presence of a gluteal artery lesion was confirmed and successfully treated (figs. A-E).*

*In 9 cases of high-flow haemorrhage, besides the vascular lesion identified at CT, other small haemorrhagic extravasations were present, with bilateral extension in half of the cases, which were then treated by gelfoam embolisation (fig. 2A, B).*

*Among the 18 patients with high-flow pelvic haemorrhage,*

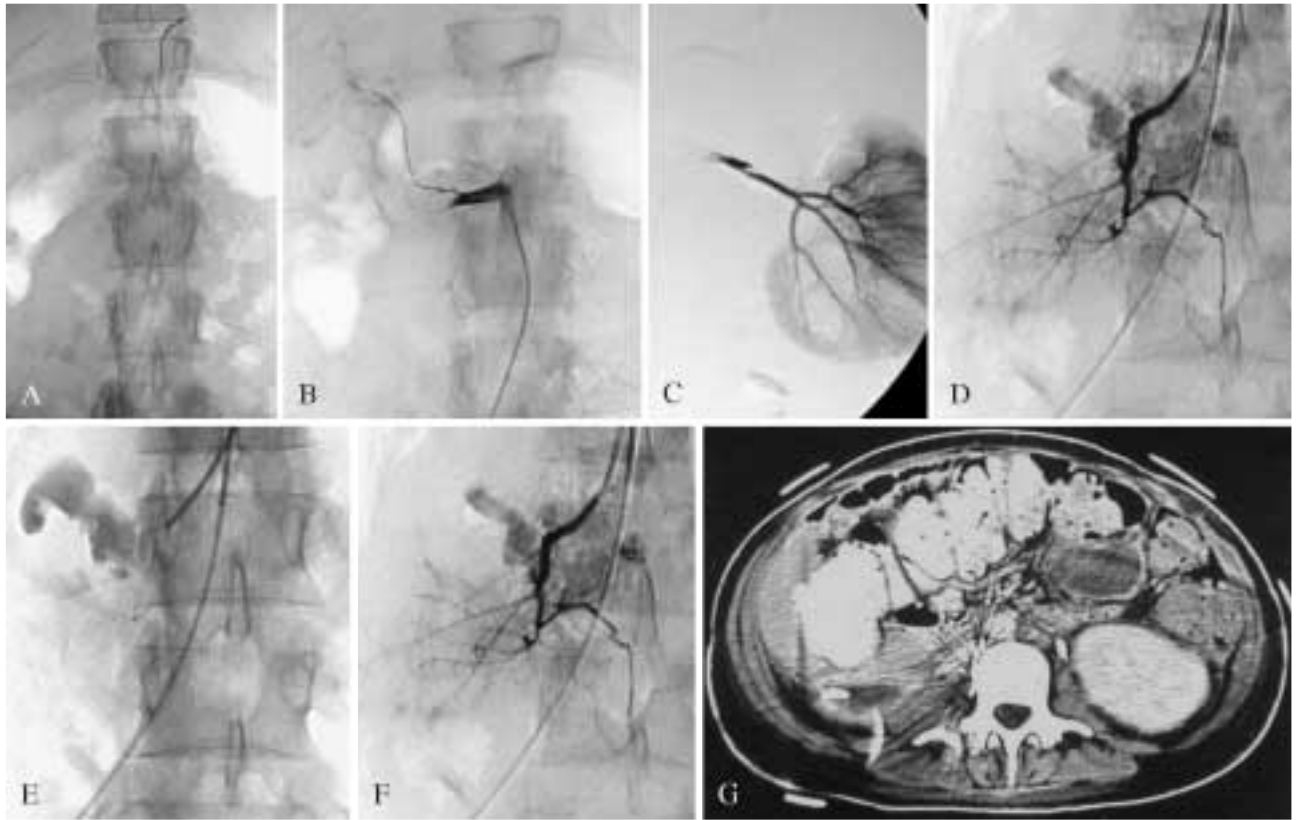


Fig. 3. — Radiografia diretta della colonna eseguita durante l'arteriografia, in una giovane vittima di incidente automobilistico. E' evidente la frattura del processo trasverso destro della terza vertebra lombare (A). Il cateterismo selettivo dell'arteria renale destra evidenzia la sezione completa del vaso (B). Il cateterismo selettivo dell'arteria renale controlaterale dimostra una dissezione del vaso (C). Il cateterismo selettivo della terza arteria lombare destra conferma l'esistenza di una lesione del vaso, da cui fuoriesce abbondante mezzo di contrasto (D). L'iniezione di mdc consente inoltre di valutare lo spazio idoneo al trattamento: la presenza di un ramo per l'arteria spinale anteriore ha sconsigliato l'impiego di particelle di Gelfoam o Ivalon. La persistenza di stravasato del mdc al termine della procedura diagnostica nei tessuti retroperitoneali (E), e il suo progressivo accumulo, hanno indotto l'operatore alla scelta della spirale, allo scopo di favorire l'attivazione di circoli collaterali dall'arteria lombare controlaterale. Il controllo angiografico dopo la procedura di embolizzazione con il rilascio delle spirali conferma l'avvenuto controllo della fonte emorragica. La seconda spirale ha il suo estremo prossimale ad 1 cm dall'origine della terza vertebra lombare. Il mdc si dirige ad opacizzare tenuemente l'aorta addominale (F). Il controllo TC eseguito a 1 mese di distanza dal controllo del sanguinamento, dimostra l'iperdensità di segnale generale dalle spirali; non si visualizza passaggio di mdc nei tessuti retroperitoneali (G).

*Plain radiography of spine performed during arteriography in a young victim of a car accident. The fracture of the right transverse process of the third lumbar vertebra is evident (A). Selective catheterisation of the right renal artery shows complete vascular section (B). Selective catheterisation of the contralateral renal artery shows vascular dissection (C). Selective catheterisation of the third right lumbar artery confirms the existence of a vascular lesion, with abundant extravasation of contrast material (D). The administration of contrast material allowed assessment of the portion to be treated: the presence of a branch for the anterior spinal artery did not recommend the use of Gelfoam or Ivalon particles. The persistence of contrast material extravasation after the end of the diagnostic procedure in the retroperitoneal tissues (E), and its progressive accumulation, led to opt for the coil to promote the activation of a collateral circulation from the contralateral lumbar artery. Angiographic follow-up after coil embolisation confirms complete control of haemorrhage. The second coil has its proximal extremity 1 cm from the origin of the third lumbar artery. The contrast material produces faint opacification of the abdominal aorta (F). Follow-up CT performed 1 month after the procedure shows that the coils have a hyperintense signal; contrast material is not seen to flow toward the retroperitoneal tissues (G).*

Nei 18 pazienti con emorragia pelvica ad elevato flusso, in 4 casi era coinvolta l'arteria otturatoria, in 11 l'arteria glutea superiore, in una l'arteria glutea inferiore, in 2 le arterie lombari; nei due pazienti con emorragie pelviche a basso flusso, risultarono colpite in un caso l'arteria otturatoria ed un'arteria lombare in periferia, mentre in una paziente risultarono lese l'arteria glutea superiore e la lombare, sempre perifericamente. In 18 pazienti, la fonte dell'emorragia è stata evidenziata nell'arco di 14-20 ore dall'evento traumatico; in una paziente (G.R.) l'emorragia dell'arteria lombare è stata evidenziata in terza giornata dall'incidente automobilistico (fig. 3A-G), mentre in un paziente 24 ore dopo la prima arteriografia.

*4 presented with involvement of the obturator artery, 11 of the superior gluteal artery, one of the inferior gluteal artery, 2 of the lumbar arteries. In the two patients with low-flow pelvic haemorrhage, the obturator artery and a peripheral lumbar artery were involved in one case, and the superior gluteal artery and peripheral lumbar artery in the other. In 18 patients, the source of bleeding was detected within 14-20 hours from the traumatic event; in one patient (G.R.), lumbar artery bleeding was identified on the third day after the car accident (fig. 3 A-G), and in another patient 24 hours after the first arteriography.*

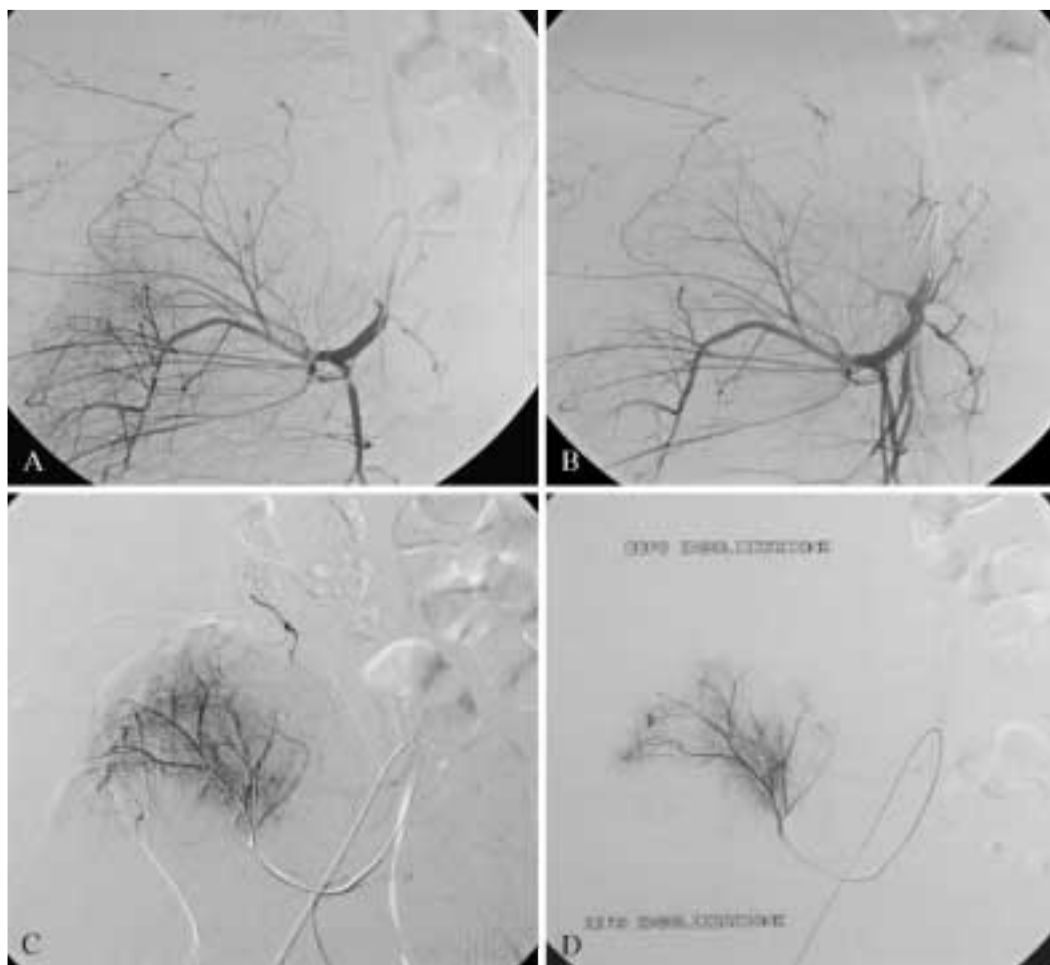


Fig. 4. — Cateterismo selettivo dell'arteria iliaca interna destra in un ciclista coinvolto in un tamponamento. E' visibile un aumento del calibro di un'arteria periferica, sostenuta dall'arteria glutea inferiore (A), confermata dall'iniezione con una minore forza d'infusione (B) e dal cateterismo ancora più selettivo (C). L'iniezione di particelle di Gelfoam ha consentito di controllare l'emorragia (D).

*Selective catheterisation of the right internal iliac artery in a cyclist involved in a collision. The increase may be seen in the diameter of a peripheral artery sustained by the inferior gluteal artery (A), confirmed by the injection with a slower infusion rate (B) and by a more selective catheterisation (C). Administration of Gelfoam particles allowed complete control of haemorrhage (D).*

Con il semplice catetere angiografico dedicato (Cobra, sidewinder I, o multipurpose 5 Fr) è stato possibile eseguire il trattamento embolizzante; solo in 2 casi si è dovuto ricorrere al microcatetere, per la presenza di un'angolatura sfavorevole dei vasi. Il catetere angiografico è stato portato in sede più vicina possibile alla sede di lesione, favorito in ciò dalle modificazioni emodinamiche indotte dal trauma e dalla situazione di emorragia (fig. 4A-D).

Il Gelfoam è stato impiegato nelle 2 emorragie a basso flusso e in 12 casi di emorragie ad elevato flusso, con completo controllo della perdita ematica.

Il rilascio della sola spirale è stato effettuato in 5 casi, quando la lesione vascolare aveva interessato un'arteria di grosso calibro (2 arterie lombari e 2 arterie glutee superiori), nella sua porzione prossimale, per cui si è reso necessario interrompere bruscamente il flusso arterioso, senza per questo coinvolgere altri rami arteriosi. Il controllo arterio-

*We were able to perform embolisation using only a dedicated angiographic catheter (Cobra, sidewinder I, or multipurpose 5 Fr); in 2 cases we had to use a microcatheter, due to the presence of an unfavourable vessel position. The angiographic catheter was drawn as close as possible to the lesion site, taking advantage of the haemodynamic alterations induced by trauma and of the concomitant haemorrhage (fig. 4A-D).*

*Gelfoam was used in the 2 low-flow haemorrhages, and in 12 cases of high-flow haemorrhage, with a complete control of blood loss.*

*Coil release was performed in 5 cases, when the vascular lesion involved the proximal portion of a large artery (2 lumbar arteries, and 2 superior gluteal arteries). In these cases, it was necessary to quickly interrupt the arterial flow without involving other arterial branches. Arteriography*

grafico, dopo 10 minuti dal termine della procedura di rilascio della spirale, ha sempre documentato l'avvenuto controllo della fonte di emorragia.

Il controllo Doppler degli arti inferiori, al termine della procedura, ha confermato l'assenza di episodi di embolizzazione distale, in tutte le procedure di embolizzazione eseguite.

Nei giorni successivi, la risalita dell'ematokrito, la diminuzione del numero di trasfusioni ematiche, comunicate verbalmente dai colleghi anestesisti, sono state le conferme indirette della cessazione dell'emorragia in tutti i pazienti. Il controllo TC, eseguito nei giorni successivi, anche per verificare l'esito dell'intervento di chirurgia ortopedica, ha confermato direttamente l'assenza di ulteriori emorragie pelviche. Nessun paziente si è dovuto sottoporre a nuova indagine arteriografica per comparsa di recidive emorragiche nell'arco di 72-96 ore.

## Discussione

Le fratture del bacino rappresentano circa l'1,5-2,5% di tutte le lesioni dello scheletro [1]. Sono però in costante aumento d'incidenza per l'incremento della motorizzazione. L'importanza delle fratture pelviche risiede nelle elevate percentuali di complicanze e di mortalità che si verificano nel 24% di tutti gli incidenti, con punte del 45% nei pedoni; la mortalità oscilla tra il 20 e il 50%, in relazione all'età del paziente, alla gravità della lesione e alla presenza di lesioni associate. La sepsi e l'insufficienza renale da ipovolemia possono essere responsabili di un ulteriore 15% di mortalità [4].

La pelvi ossea è una struttura morfologicamente complessa, orientata in senso obliquo, postero-anteriore, la cui stabilità dipende dall'integrità delle componenti ossee, ma anche delle strutture legamentose, che intervengono nella complessa opera di stabilizzazione. Le arterie iliache, e i rami di suddivisione, decorrono sulla superficie più profonda della pelvi, passando da una porzione posteriore ad una anteriore. A quel livello inoltre esiste una fitta rete di rami venosi, la cui rottura può essere una sicura fonte di emorragia retroperitoneale [18-20].

La distruzione dell'anello pelvico è causata da ingenti forze di accelerazione e decelerazione, che possono essere applicate in 3 diverse direzioni (anteroposteriore-laterale-dall'alto). Se consistente, ognuna è in grado di determinare la frattura dei vari segmenti ossei e una instabilità della pelvi. Parallelamente, ogni tipo di frattura può comportare anche delle lesioni vascolari [20-24].

Un danno vascolare può essere il risultato di una lacerazione o di un'angolatura di un vaso arterioso o venoso, da parte di un frammento osseo pelvico, oppure esito di una contusione o di una lacerazione per applicazione diretta della forza esterna, che causa un'improvvisa distensione e rotazione del vaso. Nei traumi penetranti, il vaso viene direttamente leso per il contatto con l'elemento aggredente, arma da taglio o proiettile [20].

Le arterie maggiormente coinvolte sono l'arteria glutea superiore e l'arteria sacrale laterale. Una dislocazione posteriore dell'anello pelvico (fratture a libro aperto open book), da compressione o da taglio verticale con separazione della sinfisi pubica e rotazione laterale dell'emipelvi, comporta in genere un danno alle arterie iliache interne, o ai loro

*performed 10 minutes after ending the coil release procedure confirmed that the bleed had been controlled in all cases.*

*A Doppler analysis of the lower extremities, performed at the end of the procedure, confirmed the absence of distal embolisation in all cases treated with embolisation.*

*On the following days, rising haematocrit levels and a fall in the number of blood transfusions, verbally communicated by the anaesthetists, provided indirect evidence that bleeding had ceased in all patients. CT scans performed on the following days to check the outcome of the orthopaedic surgical intervention directly confirmed the absence of further pelvic haemorrhages. None of the patients had to undergo repeat arteriography due to the recurrence of haemorrhage during the following 72-96 hours.*

## Discussion

*Pelvic fractures account for approximately 1.5-2.5% of all skeletal lesions [1]. However, their incidence is increasing due to a rise in motorization. The importance of pelvic fractures lies in the high rate of complications, which occur in 24% of all accidents, reaching 45% in pedestrians. Mortality ranges from 20% to 50%, according to the patient's age, lesion severity, and the presence of associated lesions. Sepsis and hypovolaemic renal failure may be responsible for a further 15% rise in mortality [4].*

*The pelvic bone is a morphologically complex structure obliquely orientated in an anteroposterior direction; its stability depends on the integrity of its bone components and ligaments. Iliac arteries and their branches lie on the deeper pelvic surface, going from a posterior to an anterior position. At that level, there is a thick network of veins, whose rupture can be a source of retroperitoneal haemorrhage [18-20].*

*Pelvic ring disruption is mainly caused by great acceleration and deceleration forces, which may be exerted in three different directions (anteroposterior-lateral-from above). When these forces are particularly strong, each of them is able to cause the fracture of the bone segments and pelvic instability. At the same time, each fracture may also involve vascular lesions [20-24].*

*Vascular damage may be caused by a laceration or angulation of an artery or vein by a fragment of pelvic bone, or be caused by a contusion or tear due to direct application of the external force, which causes sudden stretching and twisting of the vessel. In penetrating traumas, the vessel is directly damaged by the contact with the assaulting object, sharp weapon or bullet [20].*

*Commonly involved arteries are the superior gluteal artery and the lateral sacral artery. Posterior dislocation of the pelvic ring (open-book fractures), caused by compression or by a vertical cut with separation of the pubic symphysis and lateral rotation of the hemipelvis, normally involves injury of the internal iliac arteries or their branches; a "butterfly" fracture involves rupture of the inferior pudendal artery; anterior compressive forces may damage the external iliac artery or the femoral arteries [25].*

rami; una frattura a “farfalla” comporta un danno all’arteria pudenda inferiore; forze compressive anteriori possono causare danni sull’iliaca esterna o sulle arterie femorali [25].

Le varie fratture pelviche, da sole o in associazione, possono causare uno spettro di emorragie, che variano da quella che si autolimita, senza causare disturbi emodinamici, a quelle che possono provocare la sezione del vaso e la perdita dell’arto. In generale i danni alle arterie sono molto pericolosi, perché la pressione del sangue eccede di molto la naturale capacità di tamponamento dei tessuti pelvici. Nel caso poi di una frattura aperta la capacità di tamponamento è persa: in questi casi la percentuale di mortalità supera il 50%. Maggiore è il danno pelvico, maggiori sono le possibili fonti emorragiche [26].

Il più importante aspetto nella gestione delle emorragie, associate alle fratture pelviche è il loro riconoscimento. Una volta che la frattura viene riconosciuta, lo stato clinico del paziente al momento dell’accettazione è in grado di predire l’evoluzione del quadro clinico. I pazienti che si presentano con una frattura pelvica in condizioni d’instabilità emodinamica presentano una percentuale di mortalità del 42%; quelli che non presentano uno stato di shock hanno una mortalità del 3,4%. Per cui appare chiaro come il primo gradino terapeutico è di riportare il paziente in condizioni emodinamiche stabili [4].

Per lungo tempo, nei pazienti, nei quali il tentativo farmacologico di normalizzare il quadro emodinamico non riusciva, l’atto operatorio era l’unica opzione terapeutica in grado di offrire una possibilità di sopravvivenza. Se il paziente era in grado di arrivare alla sala operatoria, doveva essere tentato il controllo di tutte le fonti emorragiche, anche se i risultati erano sempre inferiori alle aspettative.

Il controllo percutaneo delle emorragie pelviche, ottenuto con l’embolizzazione transcateretere è un’opzione terapeutica universalmente riconosciuta rapida, precisa, efficace e conclusiva [13-15, 18, 20, 24, 26]. L’arteriografia evidenzia il sanguinamento post-traumatico nel 85-90% dei casi. I risultati sono influenzati dalla presenza di vasospasmo, dalla vaso-occlusione di un’arteria sanguinante da parte di un trombo, o da un’interpretazione erronea delle immagini. L’arteriografia deve prevedere l’iniezione di mezzo di contrasto in aorta addominale, per documentare le arterie iliache e la porzione distale dell’aorta. Il cateterismo selettivo di entrambe le arterie iliache interne dovrebbe essere necessariamente effettuato di routine, in quanto permette di completare lo studio delle terminazioni arteriose periferiche con una maggiore quantità di mdc: nella maggior parte dei casi le emorragie per fratture pelviche sono sostenute da vasi secondari, a partenza da una o entrambe le arterie iliache interne. A nostro avviso, l’esigenza del cateterismo selettivo di entrambe le arterie ipogastriche nasce da diversi fattori: escludere la sovrapposizione di altri rami arteriosi, a partenza da altri distretti, che inevitabilmente si sovrappongono sullo studio panoramico; focalizzare l’attenzione solo sui rami di pertinenza dell’arteria cateterizzata per evidenziare i minimi segni diretti ed indiretti di emorragia; confermare o escludere la presenza di rami collaterali o di varianti anatomiche; poter verificare la fattibilità tecnica della prosecuzione dell’esame con il solo catetere angiografico.

Il segno patognomonico diretto per identificare l’emorragia in atto è lo stravasamento di mdc, che residua nel tempo e si accumula con nuove acquisizioni. I segni indiretti di emor-

*Pelvic fractures, whether isolated or associated, may produce a wide range of haemorrhages, ranging from a self-limiting bleed that does not lead to haemodynamic instability, to haemorrhages that cause vascular resection and the loss of the extremity. Generally speaking, arterial lesions are very serious, in that blood pressure significantly exceeds the natural tamponade effect pelvic tissues have. Furthermore, in open fractures the tamponade effect is lost: in this case, the mortality rate rises to over 50%. The greater the pelvic damage, the greater the number of possible sources of bleeding [26].*

*The most important aspect in the management of haemorrhages associated with pelvic fractures is their detection. Once the fracture is recognised, the patient’s clinical condition on admission is able to predict the clinical evolution. Patients presenting with haemodynamically unstable pelvic fractures have a 42% mortality rate; patients not in a state of shock have a 3.4% mortality rate. Hence, it is clear that the first therapeutic step involves re-establishing the patient’s haemodynamic stability [4].*

*In the past, for patients not responding to pharmacological attempts to stabilise their haemodynamic patterns, surgery was the only option capable of offering some chance of survival. If the patient arrived in the operating room, control of all the sources of haemorrhage had to be attempted even though the results tended to be disappointing.*

*Percutaneous control of pelvic haemorrhages, obtained through transcatheter embolisation is universally recognised as a rapid, precise, effective and definitive therapeutic option [13-15, 18, 20, 24, 26]. Arteriography identifies post-traumatic bleeding in 85-90% of cases. The results are influenced by the presence of vasospasm, by vascular occlusion of a bleeding artery on the part of a thrombus, or by mis-interpretation of the images. Arteriography must include administration of contrast material in the abdominal aorta, so as to visualise the iliac arteries and the distal aorta. Selective catheterisation of both internal iliac arteries should be routinely performed, in that it allows the study of the peripheral arterial branches to be completed by using a greater amount of contrast material: in most cases, haemorrhages caused by pelvic fractures involve secondary vessels, originating from one or both internal iliac arteries. In our opinion, the need for selective catheterisation of both hypogastric arteries is determined by several requirements: to rule out the overlap of other arterial branches originating from other districts, which are inevitably superimposed on the panoramic view; to focus the radiologist’s attention only on branches belonging to the catheterised artery, in order to evidence any direct or indirect sign of haemorrhage; to confirm or rule out the presence of collateral branches or anatomical variants; to assess the technical feasibility of the examination with an angiographic catheter alone.*

*The most direct pathognomonic sign to identify active bleeding is contrast material extravasation, which remains over time and builds up with each new acquisition. Indirect*

ragia sono lo spasmo arterioso, la sezione del vaso arterioso, le irregolarità parietali o il flap intinale [13-15, 18, 20, 24, 26], un ramo che, anziché diminuire di calibro, tende ad aumentare di dimensioni andando verso la periferia.

Il secondo aspetto della gestione percutanea delle emorragie pelviche, dopo averle correttamente identificate, è quindi quello di trattarle. La scelta del materiale da impiegare è determinata dalla lunghezza del periodo di tempo che si intende chiudere l'arteria, dalla sede dell'arteria lesa e dalle dimensioni del vaso che sanguina. A differenza di quanto accade nelle fistole artero venose o nei tumori, dove si desidera ottenere un'occlusione permanente, in questi casi si preferisce chiudere l'arteria temporaneamente, in modo che i naturali e fisiologici meccanismi della coagulazione riprendano il sopravvento e siano in grado di provvedere alla formazione del trombo e alla riparazione del vaso lesa. Anche a nostro avviso quindi, le particelle di gelatina riassorbibile (Gelfoam) sono quindi il materiale da preferire per controllare l'emorragia, nei casi di fratture pelviche. Economico, facile da usare, può essere adattato a qualsiasi tipo di vaso da embolizzare e tiene chiusa l'arteria per 15-20 giorni [24].

L'estensione dell'embolizzazione è in funzione dell'anatomia del paziente. In genere si cerca di embolizzare solo quei vasi, responsabili dell'emorragia. Spesso bisogna ricorrere ad una embolizzazione bilaterale, a causa delle numerosi anastomosi tra le due vascolarizzazioni pelviche.

L'impiego del solo catetere angiografico dedicato è il più delle volte sufficiente. Alle lesioni vascolari indotte dal trauma pelvico fanno seguito delle modificazioni vascolari, tese a salvaguardare il circolo vascolare dalle perdite di sangue. È presente un vasospasmo generalizzato, quale risposta difensiva all'emorragia. I vasi responsabili dell'emorragia non rispondono a tale controllo, forse perché la lesione traumatica ha compromesso i meccanismi neurologici di risposta; inoltre l'indagine arteriografica viene effettuata in genere diverse ore dopo l'evento traumatico, per cui questa condizione di assenza di vasospasmo risulta ancor più marcata, tanto da rendere nettamente visibile il calibro ed il comportamento del vaso lesionato, se confrontato con gli altri. Il flusso preferenziale sembra richiamare il filo guida idrofilico, su cui è in genere facile far scorrere un catetere angiografico (5 a 4 Fr senza fori laterali) per la successiva embolizzazione.

Il successo di una embolizzazione nei casi di sanguinamento da fratture pelviche raggiunge il 85-95%, se con l'angiografia si riesce a localizzare il punto da cui fuoriesce il sangue [26]. L'insuccesso è in relazione alla presenza di multiple alterazioni vascolari, che precludono l'arrivo del catetere vicino alla fonte dell'emorragia (stenosi di grado elevato a livello iliaco), arresto cardiocircolatorio, che obbliga ad interrompere lo studio angiografico. Il nostro unico insuccesso temporaneo è stato legato ad un insufficiente pressione nel circolo arterioso, idonea a far evidenziare la fonte emorragica.

Le possibili complicanze legate all'embolizzazione possono essere precoci, come l'ischemia, o tardive, come l'infarto muscolare, l'impotenza. Gli unici rimedi sono preventivi: l'accertamento che la punta del catetere sia quanto più possibile vicino alla lesione da trattare, che venga effettuata un'iniezione di mdc per saggiare l'accoglienza del vaso, che il mdc vada unicamente nella sede desiderata e che l'iniezione di farmaco embolizzante avvenga con una siringa di piccolo calibro, in modo da poter iniettarne solo piccolissime quantità.

*signs of haemorrhage are arterial spasm, arterial vessel dissection, wall irregularity, or intimal flap [13-15, 18, 20, 24, 26], a branch that, instead of decreasing in calibre, tends to rise in dimensions at the periphery.*

*After correct identification, the second aspect of percutaneous management of pelvic haemorrhages consists in their treatment. The choice of the material to be used is dictated by how long one wants the artery to remain closed, by the position of the artery, and by size of the bleeding vessel. Unlike what happens with arteriovenous fistulas or with tumours, where a permanent occlusion is attempted, in this case the artery is preferably closed temporarily, so as to allow the natural and physiological coagulation mechanisms to take place and form a thrombus to repair the damaged vessel. Therefore, we believe re-absorbable gelatin (Gelfoam) to be the most suitable material to control haemorrhage in pelvic fractures. This inexpensive, easy-to-use material may be adjusted for any kind of vessel, and closes the artery for 15-20 days [24].*

*The extent of embolisation depends on the patient's anatomy. Normally, we only try to embolise those vessels involved with the bleeding. Bilateral embolisation is often required, due to the anastomoses present between the two pelvic vascularisations.*

*The use of a dedicated angiographic catheter is usually more than enough. Vascular lesions caused by pelvic trauma are often followed by vascular alterations, meant to protect the vascular circulation from blood loss. A generalised vasospasm is also present, as a defensive response to bleeding. The vessels involved in the bleeding do not respond to this treatment, possibly because the traumatic lesion compromises the neurological response mechanisms. Furthermore, arteriographic examinations are usually performed several hours after the traumatic event; therefore, the absence of vasospasm is even more marked, and the calibre and conditions of the damaged vessel are clearly appreciable, when compared with other vessels. The main flow seems to follow the hydrophilic guide wire, through which an angiographic catheter can easily slide (5 to 4 F, without side-holes) to perform embolisation.*

*The success of embolisation in case of bleeding caused by pelvic fractures reaches 85-95%, if the angiographic study manages to localise the source of bleeding [26]. Failure of the procedure is caused by the presence of multiple vascular alterations, that prevent the catheter from approaching the source of bleeding (high-grade stenosis at the iliac level), and by cardiac arrest forcing to interrupt the angiographic examination. The only temporary failure we had was caused by low pressure in the arterial circulation, which was ideal to evidence the source of bleeding.*

*The possible complications linked with embolisation may be early, such as ischaemia, or late, such as myocardial infarction and impotence. The only remedy is prevention: the tip of the catheter must be as close as possible to the lesion, contrast material must be administered to test vessel adaptability, it must only flow in the required site, and embolisation must be performed with a small-calibre syringe, so as to introduce only tiny amounts.*

## Conclusioni

In conclusione, nella nostra esperienza, la localizzazione topografica delle emorragie nelle fratture pelviche e la loro caratterizzazione, resa possibile con l'impiego della TC, trovano il naturale completamento terapeutico nell'arteriografia. Il controllo percutaneo delle emorragie pelviche si è dimostrato essere una valida opzione terapeutica. L'embolizzazione arteriosa transcatheter presenta infatti le caratteristiche di rapidità, sicurezza, efficacia, mininvasività ed economicità estremamente utili in questi pazienti, dove l'evoluzione clinica e la prognosi sono legate al raggiungimento di un equilibrio emodinamico.

## Conclusions

*In conclusion, arteriography appears to be the natural therapeutic complement to the localisation and characterisation of haemorrhages in pelvic fractures made possible by CT. Percutaneous control of pelvic haemorrhages is a valuable therapeutic option. Transcatheter arterial embolisation is a rapid, safe, effective, minimally invasive and inexpensive technique, features that make it very useful in this setting, where the clinical course and prognosis are related to the achievement of haemodynamic stability.*

## Bibliografia/References

- 1) Ben-Menachem Y, Coldwell DM, Young JW, Burgess AR: Hemorrhage associated with pelvic fractures: causes, diagnosis and emergent management. *AJR* 157: 1005-1008, 1991.
- 2) Melton LJ, Sampson JM, Morrey FB, Ilstrup DM: Epidemiologic features of pelvic fractures. *Clin Orthop* 155: 43-47, 1981.
- 3) Pohlemann T, Bosch U, Gansslen A, Tschernke H: The Hannover experience in management of pelvic fractures. *Clin Orthop* 305: 69-80, 1994.
- 4) Eastridge BJ, Burgess AR: Pedestrian pelvic fractures: 5-year experience of a major urban trauma center. *J Trauma* 42: 695-700, 1997.
- 5) Pohlemann T, Richter M, Otte D *et al.*: Mechanism of pelvic girdle injuries in street traffic. Medical-technical accident analysis. *Unfallchirurg* 103: 267-274, 2000.
- 6) Mayo KA: Fractures of the acetabulum. *Orthop Clin North Am* 18: 43-57, 1987.
- 7) Young JW, Burgess AR, Brumback RJ, Poka A: Pelvic fractures: value of plain radiography in early assessment and management. *Radiology* 160: 444-451, 1986.
- 8) Berg EE, Chebuhar C, Bell RM: Pelvic trauma imaging: a blinded comparison of computed tomography and roentgenograms. *J Trauma* 41: 994-998, 1996.
- 9) MacLeod M, Powell JN: Evaluation of pelvic fractures: clinical and radiologic. *Orthop Clin North Am* 28: 299-319, 1997.
- 10) Leone A, Oranski M, Priolo F, Marano P: Le fratture pelviche. *Radiol Med* 83: 602-607, 1992.
- 11) Udekwa PO, Gurkin B, Oller DW: The use of computed tomography in blunt abdominal injuries. *Am Surg* 62: 56-59, 1996.
- 12) Chaumoitre K, Portier F, Petit P *et al.*: CT imaging of pelvic injuries in poly-trauma patients. *J Radiol* 81: 111-122, 2000.
- 13) Katz MD, Teitelbaum GP, Pentecost MJ: Diagnostic arteriography and therapeutic transcatheter embolization for post traumatic pelvic hemorrhage. *Semin Interv Radiol* 9: 4-8, 1992.
- 14) Agolini SF, Shah K, Jaffe J *et al.*: Arterial embolization is a rapid and effective technique for controlling pelvic fracture hemorrhage. *J Trauma* 43: 395-399, 1997.
- 15) Wolinsky PR: Assessment and management of pelvic fracture in the hemodynamically unstable patient. *Orthop Clin North Am* 28: 331-334, 1997.
- 16) Judet R, Judet J, Letournel E: Fractures of the acetabulum: classification and surgical approaches for open reduction. Preliminary report. *J Bone Joint Surg* 46: 1615-1646, 1964.
- 17) Gruen GS, Leit ME, Gruen RJ, Peitzman AB: The acute management of hemodynamically unstable multiple trauma patients with pelvic ring fractures. *J Trauma* 36: 706-713, 1994.
- 18) Matalon TS, Athanasoulis CA, Margolies MN *et al.*: Hemorrhage with pelvic fractures: efficacy of transcatheter embolization. *Am J Radiol* 133: 859-864, 1979.
- 19) Martin JS, Marsh JL: Current classification of fractures. Rationale and utility. *Radiol Clin N Am* 35: 491-506, 1997.
- 20) Panetta T, Sclafani SJ, Goldstein AS *et al.*: Percutaneous transcatheter embolization for massive bleeding from pelvic fractures. *J Trauma* 25: 1021-1029, 1985.
- 21) DiGiacomo JC, McGonigal MD, Haskal ZJ *et al.*: Arterial bleeding diagnosed with CT in hemodynamically stable victims of blunt trauma. *J Trauma* 40: 249-252, 1996.
- 22) Yellin AE, Lundell CJ, Finck EJ: Diagnosis and control of posttraumatic pelvic hemorrhage. Transcatheter angiographic embolization technique. *Arch Surg* 118: 1378-1383, 1983.
- 23) Wholey M, Peterson S, Silvestri B: Pelvic fracture with tear of the left internal pudendal artery. *AJR* 171: 847, 1998.
- 24) Jander HP, Russinovich NA: Transcatheter gel foam embolization in abdominal, retroperitoneal and pelvic hemorrhage. *Radiology* 136: 337-344, 1980.
- 25) Tile M: Acute pelvic fractures: I. Causation and classification. *J Am Acad Orthop Surg* 4: 143-151, 1996.
- 26) Dondelinger RF, Trotteur G, Ghaye B, Szapiro D: Traumatic injuries: radiological hemostatic intervention at admission. *Eur Radiol* 12: 979-993, 2002.

*Dott. S. Pieri*  
Via F. Algarotti, 8  
00137 Roma RM  
Tel. 06/86896690 - 349/1946942  
E-mail: stepieri@excite.it