



Società Italiana  
di Radiologia Medica

# IL GIORNALE ITALIANO DI RADIOLOGIA MEDICA

## Direttore Responsabile

Andrea Giovagnoni  
*Radiologia Generale e Pediatrica*  
*Università Politecnica delle Marche, Ancona*  
*e-mail: a.giovagnoni@univpm.it*

## Vice Direttori

Carlo Catalano, *Roma*  
Francesco Sardanelli, *Milano*

## Assistente Editoriale

Antonio Pinto, *Napoli*  
*e-mail: pintino1968@libero.it*

## Ufficio Relazioni Internazionali

Giuseppe Guglielmi, *Foggia*

## Comitato Editoriale

Vittorio Miele, *Roma*  
Palmino Sacco, *Siena*  
Patrizia Garribba, *Bari*  
Gianpaolo Carrafiello, *Varese*  
Roberto Lagalla, *Palermo*  
Nicoletta Gandolfo, *Genova*

## Comitato Scientifico Editoriale

### Sezioni d'Organo

**Cardioradiologia**  
F. Cademartiri, *Treviso*

**Neuroradiologia**  
A. Falini, *Milano*

**Radiologia Addominale  
Gastroenterologica**  
P. Cerro, *Roma*

**Radiologia  
Muscolo-Scheletrica**  
A. Bellelli, *Roma*

**Radiologia  
Odontostomatologica  
e Capo-collo**  
R. Maroldi, *Brescia*

**Senologia**  
F. Sardanelli, *Milano*

**Radiologia Toracica**  
R. Polverosi, *Venezia*

**Radiologia Uro-Genitale**  
M. Scialpi, *Perugia*

### Sezioni di Tecnica

**Tomografia Computerizzata**  
G. Ascenti, *Messina*

**Ecografia**  
R. Farina, *Napoli*

**Risonanza Magnetica**  
L. Grazioli, *Brescia*

### Sezioni Trasversali

**Radiologia Vascolare  
e Interventistica**  
A. R. Cotroneo, *Chieti*

**Radiologia d'Urgenza  
ed Emergenza**  
M. Bartolini, *Firenze*

**Radiologia Pediatrica**  
G. M. Magnano, *Genova*

**Diagnostica per immagini  
in Oncologia**  
L. Volterrani, *Siena*

### Sezioni di Particolare Interesse Societario

**Radioprotezione e  
Radiobiologia**  
F. Coppolino, *Catania*

**Etica e Radiologia Forense**  
A. Pinto, *Napoli*

**Mezzi di Contrasto**  
L. Romanini, *Brescia*

**Gestione delle Risorse  
ed Economia Sanitaria  
in Radiologia**  
P. Sartori, *Venezia*

**Radiologia Informatica**  
D. Regge, *Torino*

## Segreteria SIRM

Via della Signora, 2  
20122 Milano, Italy  
Tel.: +39-02-76006094/176006124  
Fax: +39-02-76006108  
*e-mail: segreteria@sirm.org*

# Ruolo dell'imaging TC nella valutazione post-mortem dei soggetti deceduti per caduta da altezze elevate: nostra esperienza

Salvatore Serraino, Laura Scopelliti, Elena Murmura, Ambra Di Piazza, Massimo Costanzo  
Federico Midiri, Giuseppe La Tona, Sergio Salerno, Livio Milone, Giuseppe Lo Re

DIBIMED, Dipartimento di Biopatologia e Biotecnologie Mediche, Sez. Scienze Radiologiche, A.O.U. Policlinico "Paolo Giaccone", Palermo, Italia

Indirizzo Autore: Salvatore Serraino, Azienda Ospedaliera Universitaria Policlinico "Paolo Giaccone", Via del Vespro 129, 90127 Palermo IT, Italia  
Tel.: +39-91-6551111, Fax: +39-91-6555611, e-mail: salvatoreserraino@hotmail.it

DOI 10.17376/girm\_3-1-01022016-8

## Riassunto

La Radiologia al giorno d'oggi sta sempre più divenendo una disciplina di riferimento nell'ambito delle scienze forensi; in particolare la TC, denominata CT-virtopsy (CT-v), ha assunto un ruolo di primo livello nell'esecuzione di una iniziale valutazione nei soggetti deceduti per varie cause, sia come complemento alla autopsia classica, che, talvolta, in sostituzione ad essa. Negli individui morti per cadute accidentali da altezze elevate, la metodica si è rivelata particolarmente sensibile nell'identificazione di tutte quelle lesioni di tessuti corporei e di organi interni correlate in modo diretto o indiretto all'evento traumatico, così da distinguere lesioni di varia gravità fino ad identificare persino la causa del decesso. Mediante l'esame CT-v, inoltre, si è in grado, con estrema accuratezza, di individuare la presenza di oggetti utilizzati in vita dal soggetto e di corpi estranei accidentalmente venuti a contatto con l'individuo, di identificare dei tratti peculiari, congeniti o acquisiti, a carico dei vari distretti anatomici, utili ai fini identificativi, così come la presenza di eventuali comorbilità, e di verificare la presenza dei normali fenomeni di decomposizione del cadavere. La CT-v può essere considerata, pertanto, una metodica efficace quale ausilio nella valutazione autopsica di individui deceduti per varie cause; in particolare, nel caso di morti per cadute accidentali da elevate altezze, è in grado di identificare la causa primaria del decesso e tutti gli epifenomeni dovuti alla precipitazione.

**Parole chiave:** Radiologia Forense; Trauma; Morte Violenta; TC; CT-virtopsy.

## Introduzione

"The sad truth is that a century after the first X-ray was introduced as evidence in a law court, there is no general appreciation of the extent of the radiology potential in the forensic sciences" (1). Nonostante abbia fatto parte delle metodiche di indagine associate alle problematiche medico-legali quasi sin dall'inizio, la Radiologia è stata per tanto tempo sottostimata nell'ambito delle Scienze Forensi, e l'affermazione di Brogdon per come è riportata è rimasta veritiera per molto tempo, sino ai nostri giorni. Dall'applicazione della Radiologia alla Medicina Legale nell'ambito della patologia Forense, è stato coniato il termine anglofono di "virtopsy", con l'intento di identificare tutte quelle metodiche che potevano portare beneficio alle indagini medico-legali nei casi post-mortem. Il termine "virtopsy" è stato coniato a partire dalle parole "virtual" vocabolo derivato dal latino antico, con il significato di "utile", ed "autopsy", vocabolo derivato dalla fusione delle parole di origine Greca "autos" (proprio) ed "opsomei" (vedere con gli occhi), così da significare "vedere con i propri

occhi". Poiché l'obiettivo era quello di eliminare la soggettività dall'indagine, è stata eseguita la fusione dei due termini "virtual" ed "autopsy", eliminando "auto", così da formare "virtopsy". Tale neologismo avrebbe avuto così il compito di racchiudere, in ambito di indagine legale e relative prove fisiche, un processo analitico e una documentazione il più possibile oggettivi (2). La principale metodica radiologica applicata alle Scienze Forensi al giorno d'oggi risulta essere la multi-slice TC (CT-Virtopsy, MSCT-v), senza utilizzo di mezzi di contrasto; essa presenta numerosi vantaggi, quali la non-invasività, l'accuratezza, la riproducibilità, la rapidità di esecuzione e l'ampia possibilità di rielaborazione e ricostruzione delle immagini (MPR, MIP, VR, etc) per la valutazione anche di organi specifici, della superficie cutanea o delle ossa. Essa è inoltre, come già anticipato, una tecnica investigatore-indipendente, di facile accessibilità ed ampia disponibilità sul territorio e priva di controindicazioni assolute nella valutazione post-mortem dei cadaveri deceduti per varie cause. In alcuni centri specializzati è stata proposto l'utilizzo anche della RM, che però presenta alcuni svantaggi, tra cui,

in assoluto, i più alti costi di gestione, il tempo di esecuzione dell'esame, visti anche i fenomeni degenerativi che avvengono nel post-mortem specie a distanza di tempo dal decesso, e la minor diffusione sul territorio, oltre i problemi possibili derivanti dalla presenza, non nota, di schegge di materiale magnetico all'interno dei tessuti del cadavere, che potrebbero rivelarsi durante l'esame e risultare deleteri sia per il risultato dell'indagine che per il macchinario stesso. Quanto detto viene confermato da Thali et al, che raccomandano, in base a loro studi di fattibilità, l'utilizzo della MSCT come indagine di primo livello, per mezzo di un protocollo che prevede la rapida scansione di tutto il corpo al fine di identificare aree di particolare interesse medico-legale; solo successivamente la MRI, usata laddove una migliore risoluzione di contrasto consente una documentazione più dettagliata di reperti significativi a carico di determinati organi e tessuti. Grazie all'assenza di artefatti da movimento, specialmente in MRI, ed all'assenza di limitazioni di esposizioni a radiazioni ionizzanti in MSCT, entrambe le metodiche sono in grado di fornire immagini con eccellente risoluzione spaziale, talvolta superiore a quanto possibile nella pratica clinica (2). Un'importante campo di applicazione della CT-v si è rivelato lo studio su cadaveri di vittime di traumatismi, in particolare di soggetti caduti da luoghi particolarmente elevati, dove la metodica risulta particolarmente sensibile nell'identificazione delle lesioni organiche, dei tessuti molli e del sistema scheletrico dovute all'evento traumatico, riuscendo nella maggior parte dei casi ad identificare quali di queste possano avere causato il decesso, e differenziandole inoltre da eventuali alterazioni pregresse, congenite o acquisite, che invece potrebbero avere un ruolo importante, laddove necessario, nell'identificazione del soggetto, insieme a caratteristiche proprie, quali reperti odontologici (3) (dentatura, impianti), fratture saldate, morfologia dei seni paranasali, etc (4).



**Fig. 1** Ricostruzione MPR sul piano sagittale di frattura vertebrale con distasi dei somi di D4 e D5.

## Materiali e metodi

Nella nostra esperienza, in accordo con il Dipartimento di Medicina Legale della nostra Università, abbiamo effettuato la CT-v su 6 cadaveri di soggetti deceduti per precipitazione da altezze elevate; di questi 3 erano maschi e 3 femmine; non abbiamo dati relativi all'età dei soggetti, in quanto non resi noti per motivi medico-legali.

Tre dei corpi sono giunti alla nostra osservazione a relativa breve distanza dall'evento traumatico causa del decesso (48-72 h), uno è giunto invece in avanzato stato di decomposizione; i due rimanenti appartenevano invece a due soggetti giovani precipitati in mare da una scogliera e recuperati dopo meno di 24 ore di ricerche.

Il protocollo di studio da noi applicato ha previsto, dopo l'esecuzione della scanview, un'unica acquisizione a strato sottile (2.0 mm) di tutto il volume corporeo analizzabile con parametri per tessuti molli; è stata inoltre applicata una retro-ricostruzione con filtro per parenchima polmonare e, in sede di refertazione, diversi algoritmi di post-processing in base al distretto analizzato (filtro bone; MIP; VR con finestra per tessuti molli o per osso), di cui le più significative sono state mantenute in archivio.

Il nostro lavoro ha pertanto comportato l'analisi ottimale delle immagini al fine di individuare tutte le alterazioni presenti nei corpi e correlabili al decesso, nonché, tra queste, cercare di individuare quali abbiano potuto causare direttamente il decesso del soggetto.

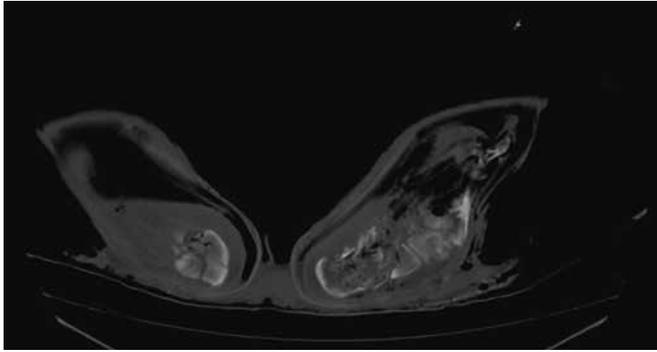
Inoltre si sono individuati e riportati ulteriori reperti, che possiamo definire come accessori, quali la presenza di protesi d'anca, eventuali protesi dentarie, etc, che, nel caso di mancata identificazione del cadavere, possono essere utili nel suo riconoscimento.



**Fig. 2** Ricostruzione Volume Rendering: multiple fratture scomposte pluri-frammentarie a carico di tibia e perone bilateralmente.

## Risultati

Oltre ai regolari fenomeni necrotico-degenerativi evolutivi post-mortem, numerosi sono stati i reperti individuati ed associati al traumatismo maggiore, che abbiamo pertanto suddiviso secondo il tessuto ed il distretto anatomico di pertinenza;



**Fig. 3** Fratture multiple scomposte a carico di entrambi i calcagni in trauma da caduta.



**Fig. 4** Ricostruzione MIP: multiple fratture pluriframmentarie scomposte di tutte le coste bilateralmente.



**Fig. 5** Ricostruzione MIP sul piano assiale: multiple fratture costali pluriframmentarie scomposte bilateralmente e dello sterno.

in almeno due casi, inoltre, è stato possibile definire, con ragionevole certezza, la causa del decesso del soggetto.

In particolare in un individuo si è dimostrata la diastasi dei somi vertebrali D5-D6, con distanza misurabile, sul piano sagittale, in 8,7 cm circa (Fig.1), con consensuale strappamento sia delle strutture parenchimali e vascolari del mediastino (interruzione dell'aorta toracica; anche il cuore si presentava dislocato e difficilmente identificabile perché collabito) che del midollo dorsale a questo livello. Un altro cadavere presentava la disarticolazione completa dell'articolazione atlo-occipitale, con distanza tra i due capi articolare di almeno 6 cm, con trascinarsi e frattura comminuta dello sfenoide e consensuale distacco della giunzione bulbo-midollare. Più difficile è stato invece diagnosticare la reale causa del decesso nei due soggetti caduti in mare da una scogliera, dove, oltre ai reperti relativi alla precipitazione, si è dovuto considerare anche i fenomeni conseguenti all'immersione del corpo. Possibile, ma necessaria di conferma autoptica, è stato invece il riconoscimento della causa del decesso nei restanti soggetti; in tale ottica i restanti rinvenimenti si sono rivelati particolarmente utili nel tentativo di definire le modalità della caduta, l'evoluzione dei vari fenomeni traumatici e il meccanismo ultimo della morte, così da fornire al medico legale, che ha lavorato di concerto con il radiologo, significativi indizi per la conferma della causa di morte.

A carico degli arti inferiori un soggetto presentava la frattura composta della base e della testa del I metatarso del piede destro; un soggetto presentava, a sinistra, le fratture di perone, composta, e dell'ala iliaca, pluriframmentaria e scomposta, con associata lussazione dell'articolazione sacro-iliaca, mentre a sinistra la frattura, comminuta, dell'emipiatto tibiale laterale e della faccetta articolare dell'ala iliaca; si associava lussazione del pube. Un altro soggetto mostrava le fratture pluriframmentarie scomposte di tibie e perone e di alcuna ossa tarso-metatarsali, bilateralmente (Fig.2). Sono state rilevate in un altro paziente anche multiple fratture scomposte a carico dei calcagni bilateralmente (Fig.3). Gli altri soggetti non mostravano segni traumatici recenti in tale distretto.

Gli arti superiori, invece, si sono spesso rilevate, da un punto di vista quantitativo, strutture solo marginalmente interessate in tali occasioni, ove si eccettui le scapole che, per la loro posizione anatomica, prossima agli archi costali, sono state frequenti sedi di riscontro di fratture, spesso scomposte (solo in un soggetto non si sono rilevate lesioni); reperti associati alle fratture delle ossa degli arti superiori si sono rivelate, in almeno due casi, le lussazioni delle relative articolazioni.

Per quanto riguarda le strutture ossee del rachide, oltre quanto già descritto come causa di decesso, molto frequenti si sono rivelate le fratture, spesso scomposte, dei processi trasversi dei metameri lombari; più rare, seppur presenti, le fratture dei processi spinosi, più frequenti in sede cervicale; in un soggetto si è evidenziata la frattura, a decorso trasversale del soma verosimilmente di D12 (soggetto con sacralizzazione di L5) con associata abbondante quota di tessuto iperdenso, verosimilmente emorragico, situato tra i due monconi vertebrali ed espanso all'interno dello speco vertebrale locoregionale. Altri reperti sono stati le fratture pluriframmentarie di coccige e dell'emisacro destro, scomposta ed irradiata al promontorio sacrale, nello stesso soggetto, ed una frattura lineare a decorso antero-posteriore del primo metamero sacrale in un altro individuo. Le fratture costali, ed in minor misura dello ster-

no, si sono rivelate in assoluto il reperto ad eziopatogenesi traumatica più frequente e complesso da quantificare, a causa del loro polimorfismo e dell'alterazione dei normali rapporti anatomici a seguito di lussazioni e scomposizioni dei monconi interessati; nonostante ciò, comunque, si è in grado di quantificare tali lesioni con un elevato grado di accuratezza (Fig.4, Fig.5). In un soggetto si è individuata la separazione del manubrio sternale dal corpo, con lesione fratturativa delle estremità costali corrispondenti (Fig.6).

Altro distretto osseo sede di lesioni traumatiche, spesso fatali per le conseguenze, è la scatola cranica, sia per la componente splanocranica (frequenti le fratture delle ossa proprie del naso, del setto nasale e dei distretti orbitario e zigomatico) che del neurocranio dove, in un caso, abbiamo rilevato multi-



**Fig. 6** Ricostruzione Volume Rendering: multiple fratture pluriframmentarie scomposte di tutte le coste bilateralmente e dello sterno con diastasi manubrio-corpo sternale (stesso soggetto della fig.4).



**Fig. 7** Ricostruzione Volume Rendering: multiple rime di frattura con decorso a raggiera con zona centrale depresso.

ple rima di frattura a decorso "a raggiera" a carico delle ossa parieto-fronto-temporale a destra, con porzione centrale depressa, a "fovea" (Fig.7, Fig.8). A livello cranico più frequentemente ed in maniera più copiosa, ma anche in altri distretti, si è rilevata la presenza di spandimenti emorragici sub-galeali/sottocutanei, segno inequivocabile di traumatismo recente in paziente vitale, perciò precedente o contestuale al decesso. Anche a livello del parenchima cerebrale sono stati rinvenuti segni di traumatismo, per la maggior parte con aspetto di emorragia subaracnoidea con sangue all'interno del sistema ventricolare, e, in un caso, come millimetrici focolai iperdensi, emorragici, più spesso effetto di traumatismo indiretto per meccanismo di trasmissione fisica dell'urto a distanza dalla sede d'impatto.

In sede toraco-mediastinica, eccettuato il soggetto con strappamento delle strutture mediastiniche, i reperti più significativi si sono rivelati i multipli focolai contusivi polmonari, evidenti come aree disomogeneamente iperdense, più spesso a disposizione subpleurica, tendenti alla confluenza; raro il pnx, mai massivo nonostante le fratture costali.

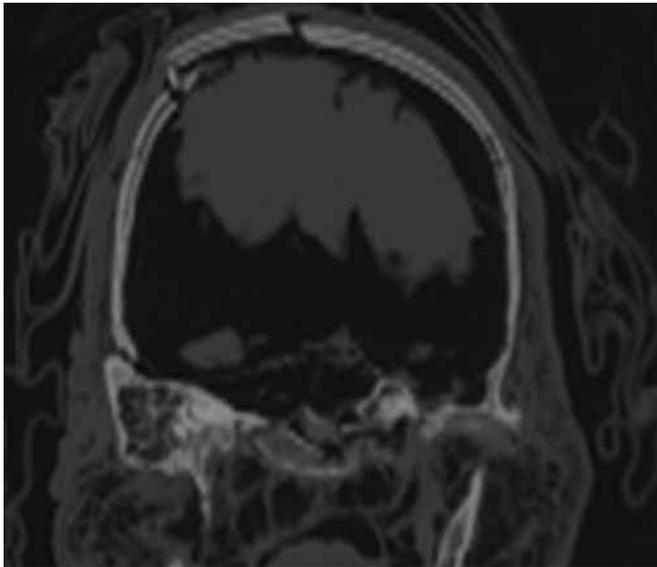
Gli organi addominali, cavi e parenchimatosi, sono sede meno frequenti di alterazioni dovute al trauma; in un individuo abbiamo riscontrato la pressoché totale eviscerazione delle anse intestinali (Fig.9), a mezzo di una ferita lacero contusa evidente in sede meso-ipogastrica, che si presentavano frammiste a materiale iperdenso, verosimilmente riferibile a residui di materiale contro il cui il corpo ha urtato durante la caduta; in questo stesso paziente non è stato rinvenuto il rene destro, mentre era visibile il sinistro (eviscerazione? Pregressa nefrectomia?). In uno dei pazienti, particolarmente significativo è stato il riscontro di una rima ipodensa a decorso antero-posteriore latero-mediale a carico del parenchima epatico (sesto segmento), con consensuale versamento a densità fluido-sovrafluida periepatico, segni di lacerazione del fegato con emorragia; immagine analoga, di minor entità, si apprezzava anche, nello stesso paziente, al parenchima splenico.

Oltre a questi significativi rinvenimenti, si è stato in grado di segnalare altri reperti particolarmente utili, laddove necessario, all'identificazione del soggetto o, più verosimilmente, a definirne lo stato di salute al momento dell'incidente; in questi rientrano i fenomeni degenerativo-artrosici a carico delle strutture osteo-articolari, assieme ad una valutazione quantitativa soggettiva del trofismo osseo (per lo più vertebrale), più o meno le deformità vertebrali su base acquisita, esiti di pregresse fratture, la presenza di malformazioni congenite (un rene grinzoso; cisti renali; una schisi degli archi vertebrali al primo metamero sacrale; ponti ossei intercostali; un caso di mega-apofisi trasverse di C7; angiomi ossei, etc.); segni di pregressi interventi chirurgici e/o odontostomatologici (una protesi d'anca, peraltro non in sede, quale verosimile conseguenza del trauma; piastra per protesi dentarie), alterazioni para-fisiologiche/patologiche di altri distretti (ateromasia calcifica dei vasi arteriosi; ernia iatale; sinusite; organi parenchimali ipotrofici; fibrosclerosi degli apici polmonari etc.).

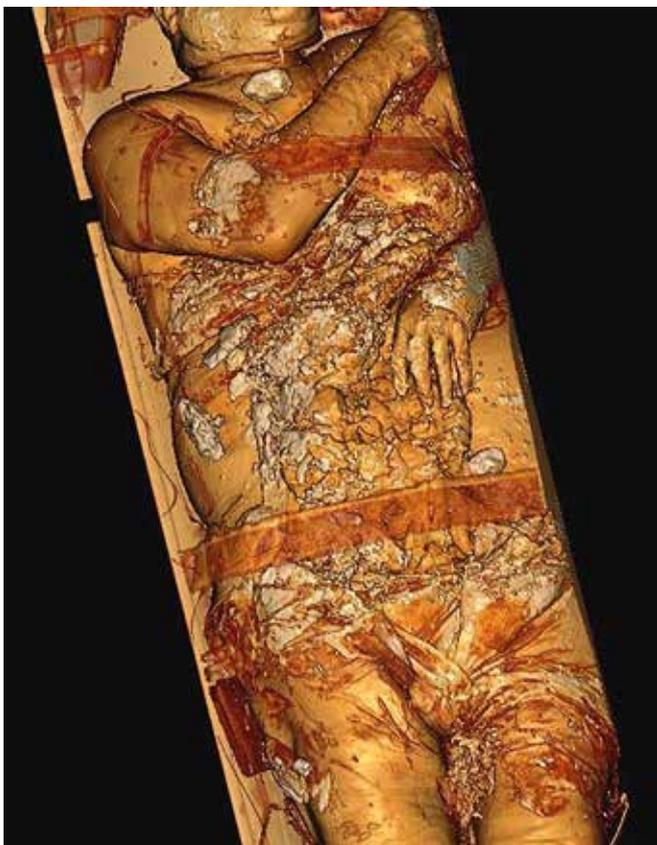
A questi vanno, inoltre, aggiunti, tutti quei reperti, per così dire, collaterali, quali la presenza di gioielli, di cui è possibile indicare la forma oltre alla posizione, o di frammenti di corpi estranei, e, in ultima analisi, la presenza di tutti quei fenomeni degenerativo-necrotici tipici della decomposizione di un cadavere (Fig.8), che spesso inficiano, purtroppo, la valutazione delle restanti alterazioni descritte.

## Discussione

L'evento traumatico è una delle principali cause di morte (5). Gli accidenti causano 5 milioni di morti all'anno in tutto il pianeta (9% circa della mortalità globale), con addirittura maggiore incidenza (16% circa) per quanto riguarda la comorbilità (6). Da diverso tempo il trauma mortale è riportato



**Fig. 8** Ricostruzione MIP sul piano coronale: evidenza di lesioni di decomposizione con sostituzione gassosa del parenchima cerebrale; coesistono multiple rime di frattura con decorso a raggiera con zona centrale depressa.



**Fig. 9** Ricostruzione Volume Rendering: soggetto con eviscerazione degli organi addominali.

in vari studi (7-15), dai quali si possono ricavare importanti nozioni sia di prevenzione delle morti da trauma, sia di gestione del paziente colpito da traumatismo maggiore.

In accordo a dati statici relativamente recenti ricavati dal sito ISTAT sulle principali cause di decesso in Italia (16) le cadute accidentali da luoghi elevati sono cause di morte relativamente rare (tot 0,5-0,6% circa); a queste vanno sommate quelle cadute che vengono considerate nel contesto di altre tipologie di decesso, quali atti suicidari e omicidari, con un'incidenza complessiva sulle morti totali comunque inferiore all'1%.

Un cenno va però fatto all'impatto che questo tipo di fatalità ha in ambiente lavorativo, specie nei cantieri, dove assume un ruolo tutt'altro che marginale, rappresentando la principale causa di decesso (17) ed invalidità a carico dei lavoratori stessi. Fatte queste doverose premesse, appare opportuno indicare quelle che sono le conseguenze più significative di un evento traumatico, sia che rientri nell'ambito dei "grandi traumatismi" che in quello delle "precipitazioni"; essi sono infatti i campi di applicazione delle conoscenze medico-legali e, nel caso specifico, della Radiologia ad esso applicata.

### Grandi Traumatismi

La definizione "grandi traumatismi" è correntemente utilizzata in ambito medico-legale in riferimento ad eventi di notevole intensità lesiva, a carico di uno o più individui, che hanno come comune denominatore la molteplicità, il polimorfismo e la polidistrettualità (anche in sedi molto distanti tra loro; più raramente si concentrano in un unico distretto) delle lesioni (18). Queste rientrano nell'ambito degli "effetti lesivi da energia meccanica", dipendenti in maniera proporzionale dalla velocità, dal peso e dalla massa degli oggetti impattanti; le lesioni più frequentemente riscontrate sono: - *lesioni da corpi contundenti* (solidi, liquidi o gassosi), quali compressione-percussione, sfregamento e trazione; - *escoriazioni*, che racchiudono escoriazioni figurate, unghiate, graffiature ed escoriazioni su sfondo ecchimotico, e che sono classificate in base al coinvolgimento dei differenti strati cutanei (I grado: epidermide; II grado: derma papillare; III grado: derma reticolare); *lesioni da compressione cutanea*, che possono essere transitorie o stabili/permanenti, con l'associazione, più o meno costante, di fini punteggiature o piccole creste emorragiche, e di vescichette sierose; *ecchimosi cutanee*, lesioni vitali superficiali o profonde dovute alla rottura dei vasi venosi del derma e/o del sottocute, distinte per sede, forma, colore, dimensione, in petecchie, ecchimoni ed ematomi. Le alterazioni finora descritte, nonostante siano di grande importanza in ambito autoptico, non sono il più delle volte rilevabili ad un accertamento radiologico post-mortem.

Alterazioni che possono essere rinvenute sia in ambito autoptico classico che mediante metodiche radiologiche, e che quindi costituiscono un territorio di confine tra i due approcci, sono le *ferite lacero-contuse e lacere*, lesioni recidenti la cute anche estese ai piani profondi ed alle parti molli sottostanti, dovute all'azione di un corpo contundente che agisce con combinazione di meccanismi di compressione-schiacciamento e trazione-strappamento/strisciamento; esse presentano margini irregolari, frastagliati (ove si eccettuino le ferite da scoppio), di colorito bruno-nerastro, diastasati, sottominati, nel cui contesto si possono rinvenire anche tracce di materiali di diversa natura (terriccio, vetro, grasso, etc.); tali lesioni

possono mostrare ponti di tessuto o tralci fibrosi nel contesto dovuti ad una maggiore resistenza all'evento traumatico (da differenziare con le ferite da taglio); utile si rileva anche l'analisi del fondo di tali lesioni, in genere irregolare, anfrattuosità, possibilmente ricoperto da detriti tissutali e/o coaguli ematici. In tale ambito rientrano le ferite *da fenditura, su cresta mucosa e da morso di uomo o animale*. Le metodiche di indagine radiologiche post-mortem risultano invece particolarmente indicate, talvolta con ruolo di primaria importanza, nella descrizione delle seguenti alterazioni su base traumatica:

- ▲ *Contusioni profonde*, in particolare lacerazioni/ rotture di organi, versamenti ematici in cavità preformate, dislocazione di viscere;
- ▲ *Lussazioni articolari e fratture scheletriche* (anche come fissurazioni, infrazioni o depressioni); in quest'ambito le fratture craniche possono assumere diverse entità e morfologia a seconda dell'estensione dell'oggetto impattante laddove un mezzo contusivo a superficie ampia può portare alla formazione di rime "meridianiche" (a raggiera), rime "equatoriali" (ad anelli o semicerchi) e fratture a mappamondo (miste), mentre un mezzo di piccola estensione si associa alla presenza di frattura "a stampo", con la sensazione di "scalino osseo", di "infossamenti della teca" o di "brecce ossee" vere e proprie; da considerare è anche l'eventualità di fratture *indirette*, distanti dalla sede del trauma, generate per trasmissione meccanica dell'energia di impatto. Le fratture della gabbia toracica, anch'esse particolarmente frequenti, che possono essere limitate o diffuse, in asse, ingranate o scomposte, fino ad assumere l'aspetto di "volet toracico", ossia la depressione del profilo di una porzione più o meno ampia della gabbia toracica; si può associare la presenza di aria nel sottocute (classico crepitio palpatorio), fino a configurare, se associate, il torace cosiddetto "*a sacco di noci*". Frequente anche la presenza di fratture del bacino, che possono presentare varia morfologia e coinvolgimento di una o multiple strutture ossee, e del femore, cui talora si associa lo sfondamento della cavità cotiloidea con risalita della testa femorale addirittura fino in sede perineale.

### Precipitazione

Al giorno d'oggi, in ambito medico-legale, si distinguono, in maniera semplificativa, due tipologie di cadute in relazione all'altezza: le *cadute al suolo* (comuni caduta da stazione eretta) e le *cadute dall'alto* (corpo libero in caduta da altezze variabili – fall from height) (18).

Come già anticipato, la tipologia e l'estensione delle lesioni da caduta è prevalentemente determinata dal peso del corpo in caduta e dalla sua velocità, oltre che dalla tipologia della superficie dell'impatto, dalla sua forza e dall'orientamento reciproco dei due corpi collidenti, oltre che dalle caratteristiche intrinseche dei tessuti corporei direttamente coinvolti nell'urto; in concordanza a tali considerazioni, le lesioni da impatto a carico dei tessuti sono riconducibili ad un duplice meccanismo patogenetico: l'impatto diretto e la decelerazione, con seguente ritrasmissione dell'energia cinetica al corpo in caduta sotto forma prevalentemente di energia meccanica. È inoltre necessario sottolineare come vadano considerati altri fenomeni meccanici, come ad esempio i movimetri di rotazione/avvitamento, che, in percentuale variabile, parzialmente

dissipano l'energia cinetica del corpo in caduta libera.

Non esiste, pertanto, un quadro patognomonico delle lesioni da precipitazione, che generalmente si configurano come un'associazione di tipo variabile tra alterazioni cosiddette "esterne", in genere non eccessivamente estese e di tipo contusivo/escoriativo o sotto forma di soluzioni di continuo, e lesioni, invece, diffuse e spesso massive a carico delle strutture viscerali ed osteo-muscolari.

A seguito di alcuni studi statistici precedentemente condotti su un ampio campione di soggetti deceduti a seguito di precipitazione, si è identificato un "pattern" di lesioni relativamente frequenti in tale ambito (19).

Più di un terzo delle vittime presentano lacerazioni a carico del parenchima cerebrale, generalmente in associazione a fratture delle ossa del neurocranio, le quali assumono morfologia diversa a seconda dell'energia dell'impatto e dell'orientamento del corpo; in un terzo dei pazienti con trauma cranio-facciale si rileva la presenza di emorragia subdurale acuta, in genere associata ad emorragia subaracnoidea. Particolarmente frequenti sono le fratture costali, generalmente multiple e bilaterali; ciò per lo più in presenza di traumi per caduta da altezze superiori ai 40 metri, e spesso si trovano associate a lesioni dei corpi vertebrali e dello sterno; in genere concomitano lesioni di organi interni adiacenti, in particolare i polmoni, più o meno diffusamente tumefatti, mostrano lacerazioni parenchimali più o meno estese, mono o bilaterali, con o senza (un terzo delle vittime) emotorace; insieme a queste si documentano, in una variabile percentuale di casi, lesioni di diaframma, esofago e trachea.

In conseguenza di una precipitazione da luoghi particolarmente elevati sono di frequente riscontro anche multiple e differenti lesioni degli organi addominali, come lacerazioni parziali o complete di fegato, milza e reni, con possibile associazione di lesioni a carico di vena cava inferiore, vene e/o arterie epatiche, vena porta, aorta; rotture di pancreas, vescica e surreni sono osservate solo in caso di cadute da altezza maggiori di 40 metri.

Particolarmente frequenti (circa un terzo delle vittime) sono le fratture, con o senza dislocazione, a carico dei metameri vertebrali (più frequentemente dorsali), le fratture del cingolo pelvico, con associata distasi della sinfisi pubica, e delle ossa proprie del bacino.

È importante sottolineare come spesso non vi è una corrispondenza diretta tra sede di impatto e grado di gravità delle lesioni. In ambito medico-legale diventa poi importante definire il motivo della precipitazione: evento omicidiario (raro); evento suicidiario (più frequente; donne e anziani); evento accidentale/incidenti sul lavoro.

### Conclusioni

Nelle indagini forensi si cerca sempre di stabilire chi sia il deceduto, perché e quando sia avvenuto il decesso e con quali modalità. La CT-v si è rivelata utile complemento nell'identificazione del corpo e nello stabilire la causa del decesso. (20) Le fasi investigative, spesso dipendenti dalla tempistica dei primi rilevamenti, possono giovare delle indicazioni preliminari fornite dalla CT-v in quanto metodica di immediata disponibilità, veloce esecuzione e caratterizzata da riproducibilità. La nostra esperienza non ha previsto il riconoscimento

dei corpi, già identificati dagli inquirenti. Tuttavia appare evidente il ruolo che la CT-v può giocare in questa fase dell'indagine. La ricostruzione dell'arcata dentaria tramite post-processing, la presenza di impianti orali e device di varia natura, gli esiti di pregressi interventi chirurgici ed i rilievi che possono essere ottenuti dalle ricostruzioni dei segmenti scheletrici in Volume Rendering (questi ultimi atti a sostituire l'utilizzo dei residui scheletrici scarificati nello studio di antropologia forense) sono dati facilmente ottenibili da un'unica scansione CT. Nel caso dei grandi traumatismi, assume un ruolo ancor più importante lo studio dei segmenti scheletrici, delle fratture dovute ai multipli eventi traumatici e delle loro conseguenze organiche. Nei quattro/sei casi da noi esaminati è stato possibile determinare, in accordo con l'esame autoptico, che le fratture riscontrate erano dovute alla caduta da precipitazione

essendo contestualmente causa del decesso. Potrebbe essere interessante, con una casistica più ampia, anche di revisione e in accordo con i dati clinico-anamnestico-laboratoristici raccolti in sede di indagine, cercare delle associazioni tra stato di salute del paziente ed alterazioni avvenute nell'evento traumatico. Un'ultima riflessione va dedicata all'importanza della conservazione di tali esami; come si può, inoltre, intuire da quanto detto riguardo il protocollo di acquisizione, una CT-v prevede la generazione, diretta ed indiretta, di un'elevata mole di dati occupanti una quantità di spazio non indifferente negli archivi PACS. In quest'ottica, e considerato anche che questi esami, una volta eseguiti e visualizzati, hanno anche una valenza legale, sarebbe auspicabile, per le strutture radiologiche che li eseguono, essere in possesso di un sistema di archiviazione delle immagini dedicato.

## BIBLIOGRAFIA

1. Brodgon BG (1998) Forensic radiology. Boca Raton: CRC Press
2. Thali MJ, Yen K, Schweitzer W, Vock P, Boesch C, Ozdoba C, Schroth G, Ith M, Sonnenschein M, Doernhoefer T, Scheurer E, Plattner T, Dirnhofer R. (2003) Virtopsy, a New Imaging Horizon in Forensic Pathology: Virtual Autopsy by Postmortem Multislice Computed Tomography (MSCT) and Magnetic Resonance Imaging (MRI)—a Feasibility Study\*. *J Forensic Sci*, Vol. 48, No. 2. Paper ID JFS2002166\_482
3. Thali MJ, Markwalder T, Jackowski C, Sonnenschein M, Dirnhofer R. (2006) Dental CT imaging as a screening tool for dental profiling: advantages and limitations. *J Forensic Sci*; 51: 113–19. doi: 10.1111/j.1556-4029.2005.00019.x
4. Ruder TD, Kraehenbuehl M, Gotsmy WF, Mathier S, Ebert LC, Thali MJ, et al. (2012) Radiologic identification of disaster victims: a simple and reliable method using CT of the paranasal sinuses. *Eur J Radiol*; 81: e132–38. doi: 10.1016/j.ejrad.2011.01.060
5. Boerma T, Abou-Zahr C, Kinfu Y (2008) World health statistics 2008. [http://www.who.int/whosis/whostat/EN\\_WHS08\\_Full.pdf](http://www.who.int/whosis/whostat/EN_WHS08_Full.pdf) World Health Organization, Geneva. Accessed 23
6. Mock C, Lormand JD, Goosen J, Josphipura M, Peden M (2004) Guidelines for essential trauma care. World Health Organization, Geneva
7. Baker CC, Oppenheimer L, Stephens B, Lewis FR, Trunkey DD (1980) Epidemiology of trauma deaths. *Am J Surg* 140:144–150
8. Trunkey DD (1983) Trauma. Accidental and intentional injuries account for more years of life lost in the US than cancer and heart disease. Among the prescribed remedies are improved preventive efforts, speedier surgery and further research. *Sci Am* 249:28–35
9. Teixeira PG, Inaba K, Hadjizacharia P, Brown C, Salim A, Rhee P, Browder T, Noguchi TT, Demetriades D (2007) Preventable or potentially preventable mortality at a mature trauma center. *J Trauma* 63:1338–1346
10. Hajar M, Chu LD, Kraus JF (2000) Cross-national comparison of injury mortality: Los Angeles County, California and Mexico City, Mexico. *Int J Epidemiol* 29:715–721
11. Cothren CC, Moore EE, Hedegaard HB, Meng K (2007) Epidemiology of urban trauma deaths: a comprehensive reassessment 10 years later. *World J Surg* 31:1507–1511
12. Soreide K, Kruger AJ, Vardal AL, Ellingsen CL, Soreide E, Lossius HM (2007) Epidemiology and contemporary patterns of trauma deaths: changing place, similar pace, older face. *World J Surg* 31:2092–2103
13. Yagmur Y, Kiraz M, Kara IH (1999) Looking at trauma and deaths: Diyarbakir city in Turkey. *Injury* 30:111–114
14. Tien HC, Spencer F, Tremblay LN, Rizoli SB, Brennehan FD (2007) Preventable deaths from hemorrhage at a level I Canadian trauma center. *J Trauma* 62:142–146
15. Stewart RM, Myers JG, Dent DL, Ermis P, Gray GA, Villarreal R, Blow O, Woods B, McFarland M, Garavaglia J, Root HD, Pruitt BA Jr (2003) Seven hundred fiftythree consecutive deaths in a level I trauma center: the argument for injury prevention. *J Trauma* 54:66–70
16. Le principali cause di morte in Italia, 03/12/2014 – <http://www.istat.it/it/archivio/140871>
17. Slips & Trips and Fall from Height in Great Britain, 2014 – <http://www.hse.gov.uk/statistics/causinj/slips-trips-and-falls>
18. Pomara C.: Patologia forense. In: Norelli GA, Buccelli C, Fineschi V – Medicina Legale e delle Assicurazioni, Piccin Nuova Libreria S.p.A. – Padova, 2009, pag. 236-353
19. Mason JK (2000) – BN Purdue. The Pathology of Trauma, Third Edition, Arnold – London
20. Morgan B, Adlam D, Robinson C, Pakkal M, Ruddy GN. Adult post-mortem imaging in traumatic and cardiorespiratory death and its relation to clinical radiological imaging. *Br J Radiol* 2014;87:20130662.

