



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

**Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche
CORSO DI LAUREA IN MEDICINA E CHIRURGIA**

Tesi di Laurea

Dipartimento di Medicina Interna e Specialità Mediche (DIMI)

**“Fattori predittivi di outcome sfavorevole nel trauma
toracico chiuso: studio prospettico osservazionale
multicentrico TRACTION”**

Relatore

Prof. Roberto Pontremoli

Correlatore/Correlatrice

Dott. Stefano Sartini

Candidata

Tatiana Rizzo

anno accademico 2025/2026

*“Alle stelle che ascoltano,
e ai sogni che si avverano”*

INDICE

1. INTRODUZIONE AL TRAUMA	5
2. IL TRAUMA TORACICO	8
2.1 Epidemiologia del trauma toracico	8
2.2 Eziologia e patogenesi del trauma toracico	9
2.2.1 Traumi chiusi	9
2.2.2 Traumi penetranti	10
2.2.3 Altre cause	10
2.3 Fisiopatologia del trauma toracico	11
2.4 Quadro clinico: classificazione delle lesioni toraciche	11
2.4.1. Lesioni della parete toracica	12
2.4.2. Lesioni pleuropolmonari	15
2.4.3 Lesioni cardiovascolari	18
2.4.4 Lesioni diaframmatiche	20
2.4.5 Lesioni esofagee	21
2.5 Complicanze del trauma toracico	22
2.5.1 Insufficienza respiratoria acuta	22
2.5.2 Sindrome da distress respiratorio acuto	24
2.5 Gestione pre-ospedaliera del paziente con trauma toracico	25
2.5.1 Allarme e attivazione della centrale operativa	25
2.5.2 Valutazione della scena	26
2.5.3 Triage	26
2.5.4 Strategie gestionali sulla scena	27
2.5.5 Valutazione del paziente	27
2.5.6 Immobilizzazione e trasporto	33
2.6 Gestione ospedaliera: diagnosi	35
2.6.1 Valutazione clinica	36
2.6.2 EGA	37
2.6.3 Diagnostica strumentale: E-FAST, RX e TC	38
2.7 Gestione ospedaliera: trattamento	42
2.7.1 Terapia farmacologica	42
2.7.2 Ossigenoterapia e supporto ventilatorio	42
2.7.3 Drenaggio toracico	44
2.7.4 Trattamento chirurgico	45

3. SCORE PER LA STRATIFICAZIONE DEL RISCHIO NEI PAZIENTI CON TRAUMA TORACICO	47
3.1 Abbreviated Injury Scale (AIS)	47
3.2 Injury Severity Score (ISS)	48
3.3 New Injury Severity Score (NISS)	49
3.4 Revised Trauma score (RTS)	49
3.5 Trauma Injury Severity Score (TRISS)	50
4. STUDIO CLINICO	52
4.1 Introduzione	52
4.2 Materiali e metodi	53
4.3 Risultati	56
4.4 Discussione	65
4.5 Conclusioni	68
5. BIBLIOGRAFIA	69

1. INTRODUZIONE AL TRAUMA

Con il termine trauma si intende, in medicina, una lesione prodotta da un'esposizione acuta a un'energia (meccanica, termica, elettrica, chimica o radiante).¹

I traumi rappresentano la principale causa di morte e di disabilità nella popolazione al di sotto dei 40 anni, costituendo il 20.2% dei decessi nella popolazione europea in età lavorativa, secondi solo alle neoplasie.

In Europa, più di un terzo di tutti i decessi tra gli individui di età compresa tra 15 e 19 anni è attribuibile a eventi traumatici.²

In base al meccanismo di lesione i traumi possono essere distinti in chiusi o penetranti. I traumi chiusi sono generalmente conseguenti a incidenti stradali (principale causa di trauma in Europa), cadute e aggressioni, mentre i traumi penetranti sono spesso legati all'uso di armi da fuoco e da taglio.

La mortalità da trauma presenta storicamente una distribuzione trimodale:

- Circa il 50% dei decessi avviene immediatamente dopo il trauma, a causa di emorragie massive o gravi danni neurologici; in questi casi, l'unico mezzo efficace per ridurre la mortalità è la prevenzione primaria;
- Circa il 30% dei decessi avviene entro le prime 48 ore, ed è dovuto all'evoluzione di gravi lesioni determinanti insufficienza respiratoria, shock o danno cerebrale severo;
- Circa il 20% dei decessi avviene a distanza di giorni o settimane ed è generalmente dovuto alle complicanze del trauma, come sepsi o insufficienza multiorgano.³

L'introduzione di programmi di formazione standardizzati, il miglioramento dell'assistenza pre-ospedaliera e la creazione di trauma center dotati di protocolli specifici per la gestione del paziente traumatizzato hanno modificato significativamente questo quadro, portando da una distribuzione trimodale a una bimodale (come illustrato nella figura 1).^{4,5}

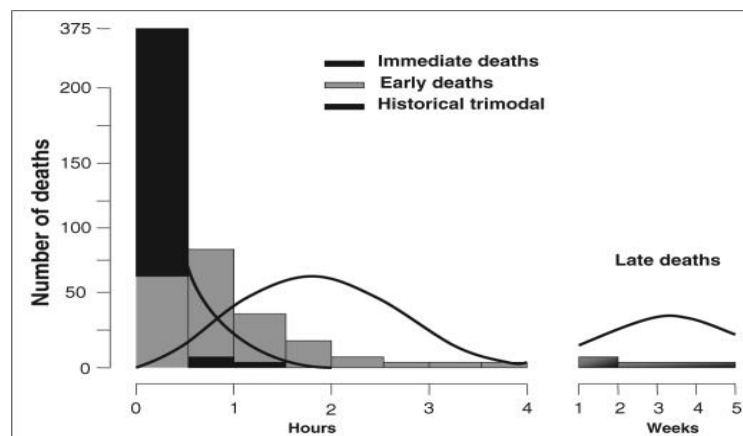


Figura 1

Trauma maggiore.

Non esiste una definizione standardizzata di trauma maggiore. La definizione predominante in letteratura si basa sull'utilizzo dell'Injury Severity Score (ISS): un punteggio ISS ≥ 15 è generalmente considerato indicativo di trauma maggiore.⁶

Tuttavia, l'ISS è uno score complesso e difficilmente applicabile in fase pre-ospedaliera, pertanto, sulla base di queste limitazioni, è stata proposta una definizione operativa più appropriata: si definisce trauma maggiore un evento traumatico che comporti una o più lesioni letali o lesioni significative tali da causare un rischio immediato o potenziale per la sopravvivenza del paziente.^{6,7}

Sul campo vengono convenzionalmente considerati colpiti da un evento traumatico maggiore i pazienti che presentano i seguenti criteri:

- Alterazione delle funzioni vitali: pressione arteriosa sistolica < 90 mmHg, Glasgow Coma Scale (GCS) < 14 , frequenza respiratoria < 10 o > 32 atti/minuto, Revised Trauma Score < 10 ;
- Ferite penetranti di testa, collo, torace, addome, arti prossimali a gomito o ginocchio; volet costale; paralisi di un arto; sospetto clinico di frattura di bacino o di due o più ossa lunghe prossimali; amputazione prossimale a polso o caviglia; associazione con ustione di 2° o 3° grado;
- Presenza di indicatori di evento traumatico ad alta energia: eiezione dal veicolo, morte di un occupante del veicolo, caduta da più di sei metri, investimento auto-pedone o auto-ciclista, rovesciamento del veicolo, estricazione di durata maggiore di 20 minuti, caduta di motociclista con separazione dal mezzo, alta velocità;
- Soggetti a rischio per età (bambini o pazienti > 70 anni), patologia cronica, gravidanza.⁷

Politrauma

Convenzionalmente, si utilizza il termine politrauma per descrivere pazienti con lesioni traumatiche multiple che coinvolgono più organi o apparati.⁸

Tuttavia, secondo la nuova “definizione di Berlino”, si definisce politrauma la presenza di lesioni con un punteggio AIS (Abbreviated Injury Scale) ≥ 3 in due o più regioni corporee diverse, associate ad almeno uno dei seguenti parametri: età >70 anni, ipotensione (PAS <90 mmHg), incoscienza, acidosi, coagulopatia.⁹

Il politrauma, pur rappresentando solo il 10% degli eventi traumatici, è responsabile del 30–50% dei decessi trauma-correlati, richiedendo cure mediche complesse, tempi di degenza prolungati, lunghi tempi di recupero, e un impatto socioeconomico rilevante.¹⁰

2. IL TRAUMA TORACICO

La regione toracica, ai fini del trauma, è definita come l'area delimitata superiormente dalle clavicole, inferiormente dal diaframma, e racchiusa dalla gabbia toracica formata dalle dodici paia di coste.

Le strutture in essa contenute possono essere lesionate, durante un evento traumatico, dalla trasmissione di energia derivante da forze esterne, attraverso meccanismi di compressione, di taglio o, meno comunemente, da esplosione.¹¹

A causa della sua localizzazione anatomica e dei suoi potenziali effetti su diversi sistemi, le lesioni toraciche nei pazienti traumatizzati dovrebbero essere identificate precocemente e richiedono particolare attenzione e un approccio multidisciplinare.^{12,13}

2.1 Epidemiologia del trauma toracico

Circa due terzi dei pazienti traumatizzati presentano lesioni toraciche di gravità variabile, che costituiscono, per frequenza, la seconda causa di morte per trauma dopo le lesioni cranioencefaliche e rappresentano la principale causa di decesso in circa il 25% dei casi.^{14,15} In Italia si stimano circa 4000 morti ogni anno legate a trauma toracico; i decessi avvengono più spesso nelle prime ore dopo il trauma o durante il trasporto in ospedale e sono principalmente dovuti a lesioni del cuore o dei grossi vasi, a tamponamento cardiaco o a ostruzione delle vie aeree.¹⁵

Il trauma toracico è più frequente nel sesso maschile, con una maggiore incidenza nella fascia di età compresa tra 21 e 50 anni. Gli incidenti stradali rappresentano la principale causa di trauma toracico, seguiti dalle cadute dall'alto, mentre cause meno frequenti includono aggressioni e traumi causati da animali.¹⁶

Esistono differenze significative nei pattern di lesione tra le diverse fasce d'età: nei pazienti più giovani prevalgono le lesioni degli organi toracici interni, spesso in seguito a meccanismi traumatici ad alta energia; mentre nei pazienti anziani sono più frequenti le lesioni della parete toracica, in particolare le fratture costali, spesso associate a cadute a bassa energia.^{13,17}

2.2 Eziologia e patogenesi del trauma toracico

Le lesioni toraciche possono essere causate da un trauma chiuso o penetrante. Convenzionalmente possiamo distinguere i traumi toracici in aperti e chiusi, in rapporto all'instaurarsi o meno di una abnorme comunicazione tra l'esterno e il cavo pleurico. Questa distinzione è particolarmente rilevante dal punto di vista eziologico, in quanto i due tipi di trauma riconoscono meccanismi di lesione differenti e sono associati a cause e pattern di danno diversi.¹⁵

2.2.1 Traumi chiusi

Il trauma toracico chiuso, definito come una lesione del torace in assenza di soluzione di continuo della parete toracica,¹⁸ rappresenta la forma più frequente di trauma toracico nei Paesi Occidentali, con un'incidenza stimata intorno al 70%. Sebbene possa associarsi a lesioni potenzialmente letali a carico di diversi organi e apparati, solo il 10% dei traumi toracici richiede interventi chirurgici di qualsiasi tipo.¹⁴

Il trauma toracico chiuso è generalmente determinato dalla trasmissione di energia ai tessuti, a seguito dell'azione di forze esterne quali decelerazione rapida, impatto diretto e/o compressione ed è più frequentemente associato ad incidenti stradali, cadute dall'alto, traumi da oggetti contundenti e aggressioni fisiche.^{15,18}

La decelerazione rapida, tipica degli incidenti stradali o delle cadute dall'alto, può determinare lesioni interne anche in assenza di segni esterni evidenti, dovute all'urto delle strutture intratoraciche mobili, come cuore o polmoni, contro le strutture scheletriche meno mobili, come sterno e colonna vertebrale rendendo necessario sospettare ed escludere un coinvolgimento cardiaco o vascolare.^{15,19}

L'impatto diretto può causare fratture localizzate di coste, sterno o scapola spesso associate a contusioni polmonari, contusione cardiaca o pneumotorace.

La compressione del torace da parte di un oggetto molto pesante può determinare asfissia traumatica, fratture costali, fratture clavicolari o dislocazione dell'articolazione sterno-clavicolare.¹⁵

Le lesioni legate alle cadute dipendono da vari fattori: età del paziente, altezza della caduta, prima parte del corpo a toccare la superficie di impatto e le caratteristiche della superficie di impatto stessa.²⁰

La valutazione della dinamica dell'evento è fondamentale in quanto aiuta a identificare potenziali lesioni e orienta la valutazione clinica.

I meccanismi di lesione ad alto rischio per trauma toracico chiuso includono:

- cadute da altezza superiore a 6 metri;
- incidenti stradali con espulsione parziale o completa dal veicolo, intrusione nell'abitacolo o decesso di un passeggero nello stesso compartimento;
- investimento di pedoni o ciclisti;
- incidenti motociclistici a velocità superiore a 32 km/h. ¹¹

2.2.2 Traumi penetranti

Il trauma toracico penetrante è caratterizzato da una perdita dell'integrità tissutale, con conseguente comunicazione tra l'ambiente esterno e le strutture intratoraciche. ¹⁸

Può essere causato da arma da taglio, arma da fuoco, schegge o corpi estranei di vario genere. L'azione lesiva è strettamente dipendente dal tipo di agente vulnerante (lama o proiettile), e dalla sua velocità. Il tragitto delle lesioni è estremamente variabile per direzione e profondità, e può interessare contemporaneamente più organi e strutture.

Spesso porta a pneumotorace aperto, emotorace, tamponamento cardiaco.

In presenza di corpo penetrante nel torace, i soccorritori non devono rimuoverlo, ma lasciarlo in sede, stabilizzandolo con una medicazione, e provvedere ad un rapido trasporto verso un centro di Chirurgia Toracica. ⁷

La mortalità correlata a questo tipo di trauma è significativamente più elevata rispetto a quella del trauma toracico chiuso; il 90% dei pazienti non riesce a raggiungere vivo l'ospedale. ²¹

2.2.3 Altre cause

Tra le cause meno frequenti di trauma toracico si annoverano le esplosioni, che possono causare lesioni per l'esposizione del corpo ad un'onda d'urto, con possibile proiezione di frammenti e impatto del corpo contro superfici circostanti.

Le esplosioni possono essere il risultato di incidenti domestici o industriali, ma ormai, sono spesso il risultato di atti di terrorismo o di guerra.

Una vittima di esplosione in prossimità della sorgente esplosiva può presentarsi con ustioni, con uno stato di shock emorragico es. per amputazioni degli arti, con contusione

polmonare o pneumotorace, con lesioni perforanti multiple o lesioni da proiezione. A distanza, i feriti possono avere lesioni timpaniche e lesioni perforanti da proiettili.²²

2.3 Fisiopatologia del trauma toracico

Il trauma toracico può determinare una serie di alterazioni fisiopatologiche, che coinvolgono sia la funzione respiratoria sia quella emodinamica, che costituiscono una delle principali cause di mortalità e morbilità nei pazienti traumatizzati.

I meccanismi fisiopatologici variano in base alla dinamica dell'evento lesivo, alla sede e all'estensione del danno, all'intensità dell'energia trasmessa e alle caratteristiche del soggetto coinvolto.²³

Dal punto di vista respiratorio, si possono verificare alterazioni della ventilazione o degli scambi gassosi. Un danno alla struttura ossea del torace, dovuto a fratture costali o sternali, può compromettere la meccanica respiratoria; inoltre, il dolore contribuisce a ipoventilazione, ridotta clearance delle secrezioni e aumento del rischio di atelettasie e infezioni respiratorie. La contusione polmonare può determinare un aumento della permeabilità capillare, con alterazione del rapporto ventilazione/perfusione, fino all'insufficienza respiratoria. Lo pneumotorace o l'emotorace può determinare una riduzione dell'espansione polmonare con lo sviluppo di un quadro di ipossiemia progressiva.^{5,24}

Dal punto di vista emodinamico, il trauma toracico può compromettere la circolazione fino allo sviluppo di un quadro di shock. Ciò può essere una conseguenza di: sanguinamenti massivi; di una riduzione del ritorno venoso al cuore, ad esempio, per tamponamento cardiaco con conseguente aumento della pressione intrapericardica, o pneumotorace iperteso con aumento della pressione intratoracica e compressione delle strutture mediastiniche; o di un danno cardiaco diretto.^{23,24}

Nei pazienti traumatizzati può instaurarsi la cosiddetta "triade letale" costituita da acidosi metabolica, ipotermia e coagulopatia. Queste tre condizioni sono strettamente interconnesse e si autoalimentano, creando un circolo vizioso che aumenta la mortalità dei pazienti con trauma.²⁵

2.4 Quadro clinico: classificazione delle lesioni toraciche

La presentazione clinica di un paziente con trauma toracico è estremamente variabile: può spaziare da sintomi lievi, come dolore isolato, fino a quadri molto gravi di shock. Questa variabilità dipende dal meccanismo del trauma e dalle strutture coinvolte.²⁶

I sintomi più frequentemente riferiti dai pazienti sono: dolore toracico, che peggiora con la respirazione se è presente un coinvolgimento della parete toracica, e dispnea. Attraverso l'esame obiettivo si possono rilevare dolorabilità toracica, segni di contusioni o ferite aperte, movimenti asimmetrici del torace, enfisema sottocutaneo, deviazione tracheale, segni di tamponamento cardiaco (triade di Beck: ipotensione, turgore delle giugulati, toni cardiaci ovattati e distanti), ipossiemia, segni di distress respiratorio o di instabilità emodinamica.

La presenza di segni come ecchimosi, abrasioni o arrossamenti causati dalla cintura di sicurezza dopo un incidente stradale, è un indicatore di trauma toracico chiuso ad alta energia.

È necessaria l'auscultazione per la valutazione della presenza e della simmetria del murmure vescicolare, che può essere ridotto o assente in caso di pneumotorace o emotorace.^{18,23}

Le lesioni che si possono verificare in un paziente con trauma toracico possono essere distinte in lesioni parietali e lesioni viscerali, in base alle strutture coinvolte.

Va tenuto presente che possono verificarsi gravi lesioni intratoraciche anche in assenza di danni visibili a carico della gabbia toracica e di altri distretti corporei.⁷

2.4.1. Lesioni della parete toracica

Le lesioni della parete toracica sono le più frequenti nei pazienti con trauma toracico chiuso e comprendono principalmente contusioni e fratture, con quadri clinici di gravità variabile.

Contusioni della parete

Le contusioni della parete toracica rappresentano una delle manifestazioni più comuni del trauma toracico chiuso. Sono caratterizzate da un danno dei tessuti molli in assenza di discontinuità del rivestimento cutaneo o mucoso.²⁷

Si riscontrano spesso dopo traumi di scarsa entità e generalmente hanno un decorso favorevole. Possono causare dolore significativo, esacerbato da respirazione, tosse, movimenti del tronco, e possono mascherare la presenza di lesioni intratoraciche più

gravi. La gestione è principalmente conservativa e prevede l'introduzione di una terapia analgesica.⁷

Fratture costali

Le fratture costali sono le lesioni più frequenti nei pazienti con trauma toracico chiuso: uno studio condotto da Demirhan su 4205 pazienti ha dimostrato che sono presenti in circa il 36% dei casi.¹⁸ Tali lesioni sono dovute all'applicazione di una forza diretta o indiretta sull'osso e si localizzano più frequentemente nella zona di maggior curvatura dell'arco, sebbene possano verificarsi anche a livello della giunzione condrocostale.

Le fratture più comuni sono quelle a carico delle coste dalla quarta all'ottava. L'interessamento delle prime tre coste è un indicatore di trauma ad alta energia, poiché tali strutture sono normalmente protette da clavicola, scapola e parete muscolare. Inoltre, il loro coinvolgimento si associa più frequentemente a lesioni neuromuscolari o dei grossi vasi, oltre che a fratture delle vertebre cervico-dorsali.

Le fratture delle coste inferiori, invece, si possono associare a lesioni spleniche o epatiche, pertanto, in loro presenza, è fondamentale escludere il coinvolgimento viscerale.

Quando il numero delle coste fratturate è minore di 5, unilaterale, con parete stabile ed emogasanalisi normale, si parla generalmente di trauma toracico minore; al contrario, la presenza di più di cinque coste fratturate, e/o di un lembo parietale mobile, e/o di lesioni viscerali, è indicativa di trauma toracico maggiore.^{7,28}

Le fratture costali sono associate a significativa mortalità e morbilità, con una correlazione importante tra numero di coste fratturate e rischio di complicanze.

Le complicanze più comuni comprendono, pneumotorace o emotorace, dovuti alla lesione di pleura, polmoni o vasi da parte monconi scomposti. Sono inoltre frequenti contusioni polmonari e soprattutto polmoniti, secondarie spesso alla scarsa mobilizzazione e alla ridotta ventilazione secondaria al dolore.²⁹

Volet costale

Il volet costale o *flail chest* è una grave lesione traumatica della parete toracica, gravata da un'elevata morbilità e mortalità.

Pur trattandosi di una condizione relativamente rara (circa il 10% dei traumi toracici), si verifica tipicamente in traumi ad alta energia, come quelli correlati a incidenti automobilistici ad alta velocità.³⁰

Si definisce come la presenza di fratture in due o più punti, in almeno tre coste consecutive, con conseguente creazione di un segmento toracico mobile e instabile, separato funzionalmente dal resto della gabbia toracica.

Dal punto di vista clinico, i pazienti presentano dolore toracico intenso e dispnea che può evolvere fino a quadri di insufficienza respiratoria legata a contusioni polmonari sottostanti e alla riduzione dell'escursione ventilatoria secondaria al dolore. Nei casi più gravi, è possibile anche il coinvolgimento del mediastino, con conseguente ostacolo al ritorno venoso.

La caratteristica clinica più distintiva del volet costale è il cosiddetto “movimento paradoss”, caratterizzato da un'asincronia tra i movimenti del lembo costale e della restante parete toracica: durante l'inspirazione, il segmento instabile, attirato dalla negatività endotoracica, si introflette, mentre si estroflette nell'espirazione, spinto dal gradiente fra la pressione intra-toracica e quella atmosferica.^{5,7}

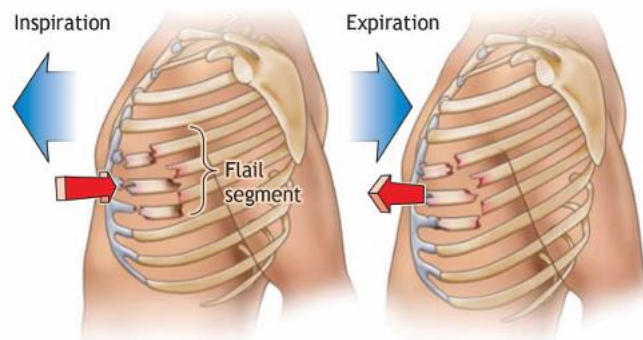


Figura 2 tratta da ATLS: Student Course Manual 2018

Il movimento paradoss non sempre è ben identificabile all'esame obiettivo, soprattutto nelle fasi iniziali dopo il trauma: la riduzione dell'atto respiratorio, associata a contusioni polmonari e/o atelettasie, può infatti limitare i movimenti della parete toracica. Inoltre, una muscolatura toracica particolarmente sviluppata può rendere meno evidente la sua osservazione.

La diagnosi richiede la valutazione del meccanismo di lesione, l'esame obiettivo e le indagini radiografiche, inclusa la radiografia standard del torace e la TC, utile anche per l'identificazione di eventuali lesioni associate.^{5,30}

L'obiettivo del trattamento è garantire un'adeguata ossigenazione, il controllo del bilancio dei fluidi e un trattamento analgesico efficace per ridurre il dolore e ottimizzare la ventilazione. Nei casi selezionati può essere indicata la ventilazione meccanica non

invasiva, inclusa la modalità CPAP, con finalità di stabilizzazione funzionale della parete toracica.

Il trattamento chirurgico è riservato a pazienti con volet costale con indicazione a toracotomia per altre lesioni intratoraciche, a pazienti che non riescono a essere svezzati con successo dalla ventilazione meccanica, a grave instabilità della parete toracica, a dolore persistente secondario, a consolidazione viziosa delle fratture o a perdita persistente o progressiva della funzione polmonare.^{5,30}

Fratture sternali

Le fratture sternali sono presenti in circa l'8% dei pazienti con trauma toracico chiuso. Il 90% di queste fratture è secondario a incidenti automobilistici, ed è legato al trauma provocato dalla cintura di sicurezza o dall'airbag.

Generalmente coinvolgono il corpo dello sterno e il manubrio sternale e spesso si associano a ematoma mediastinico, lesioni polmonari e lesioni cardiache o spinali.²⁸

I pazienti con fratture sternali presentano tipicamente dolore toracico anteriore che si accentua con colpi di tosse e starnuti. Può essere presente dispnea, soprattutto in presenza di contusione polmonari o emopneumotorace.

All'esame obiettivo si possono riscontrare ecchimosi sovrastanti o il cosiddetto "segno della cintura di sicurezza" (*seat belt sign*). La palpazione provoca marcata dolorabilità e può evidenziare crepitio osseo.

La TC rappresenta l'esame diagnostico ideale per la diagnosi, e permette, nei pazienti con frattura sternale traumatica, di identificare lesioni toraciche associate in oltre l'80% dei casi.³¹

Il trattamento in genere è conservativo e si basa principalmente sul controllo del dolore e sulla fisioterapia respiratoria.²⁸

2.4.2. Lesioni pleuropolmonari

Contusione polmonare

La contusione polmonare è una lesione focale del parenchima polmonare, in assenza di soluzioni di continuo del polmone stesso o dei vasi polmonari, caratterizzata dall'accumulo di sangue e altri fluidi nel tessuto polmonare, con conseguente compromissione della ventilazione e possibile insorgenza di ipossia.

È la più comune lesione toracica potenzialmente letale ed è presente in almeno il 25-35% di tutti i traumi toracici chiusi. Negli adulti si riscontra spesso in associazione a fratture o volet costali, ma, soprattutto nei pazienti più giovani e nei bambini, può verificarsi anche in assenza di fratture. ^{5,32}

Dal punto di vista clinico, una contusione lieve può essere asintomatica. Una contusione polmonare severa, invece, a causa dell'alterazione degli scambi gassosi a livello alveolare, può determinare una riduzione della concentrazione di ossigeno nel sangue arterioso. Il paziente si può presentare con cianosi, dispnea, difficoltà respiratoria, tachipnea e tachicardia. Nelle contusioni più gravi possono manifestarsi broncorrea ed emottisi. All'auscultazione possono essere rilevati rantoli e una riduzione dei rumori respiratori nell'area interessata dalla lesione. ³³

Il trattamento si basa principalmente su misure di supporto come la somministrazione di ossigeno e, quando necessario, il ricorso alla ventilazione meccanica. ³²

Pneumotorace

Lo pneumotorace è una condizione presente nel 30-39% dei traumi toracici chiusi, caratterizzata dall'accumulo di aria nello spazio pleurico.

Può essere distinto in chiuso e aperto: lo pneumotorace chiuso è spesso dovuto a un trauma contusivo che determina una comunicazione tra uno spazio aereo intrapolmonare e il cavo pleurico; lo pneumotorace aperto, invece, è tipicamente correlato a traumi penetranti della parete toracica che determinano una comunicazione diretta tra lo spazio pleurico e l'ambiente esterno. ^{28,34}

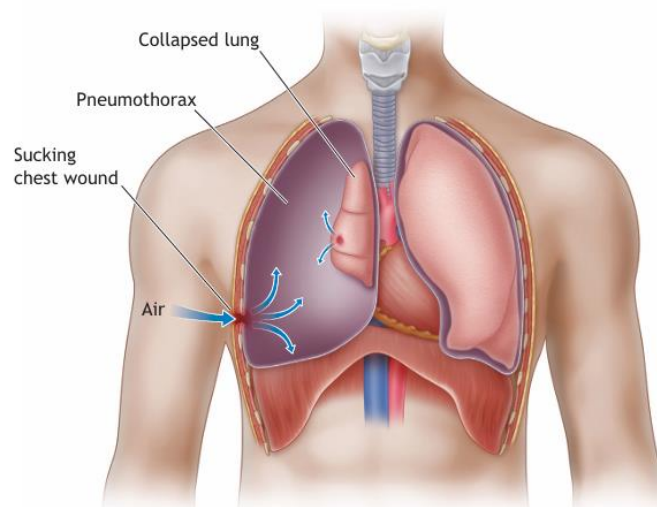


Figura 3 tratta da ATLS: Student Course Manual 2018:

Pneumotorace aperto

I polmoni normalmente aderiscono alla parete toracica grazie alle forze di tensione superficiale presenti tra la pleura viscerale e la pleura parietale. La presenza di aria nello spazio pleurico interrompe tali forze di adesione, con conseguente collasso parziale o completo del polmone. Tutto ciò determina un'alterazione del rapporto ventilazione/perfusione, poiché il sangue che perfonde le aree non ventilate non viene adeguatamente ossigenato.

I pazienti con uno pneumotorace semplice generalmente si presentano con dolore toracico di tipo pleurítico, dispnea, tachipnea e tachicardia. All'esame obiettivo è fondamentale valutare i movimenti della parete toracica e valutare i rumori respiratori bilateralmente: in presenza di uno pneumotorace, i rumori respiratori sono spesso ridotti sul lato interessato. La percussione può evidenziare iperfonesi.⁵

Una forma particolarmente grave di pneumotorace è rappresentata dallo pneumotorace iperteso, che si verifica quando la lesione determina la formazione di un meccanismo a valvola unidirezionale, il quale consente l'ingresso di aria nel cavo pleurico ma ne impedisce l'uscita. Il volume di aria intrapleurica aumenta progressivamente ad ogni inspirazione, determinando un incremento della pressione nell'emitore interessato con conseguente collasso del polmone omolaterale, spostamento del mediastino verso il lato controlaterale, compressione del polmone controlaterale e della vena cava con riduzione del ritorno venoso al cuore.

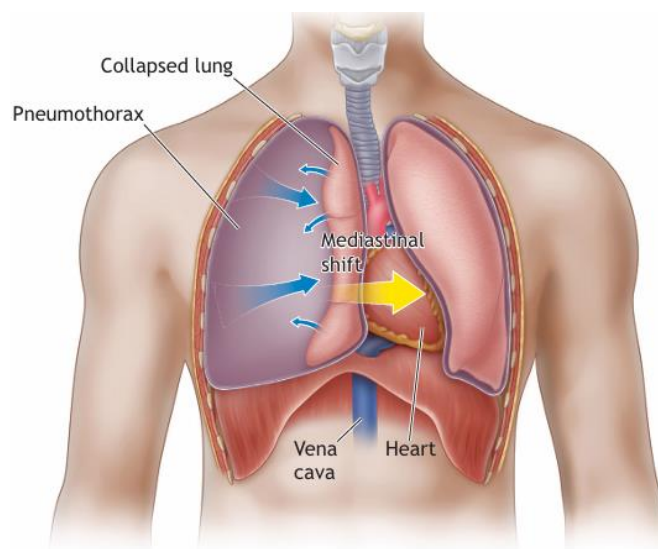


Figura 4 tratta da ATLS: Student Course Manual 2018:

Pneumotorace iperteso

La clinica è sovrapponibile a quella dello pneumotorace semplice, ma con l'aumento della pressione intratoracica, il paziente può sviluppare anche deviazione tracheale, turgore delle giugulari, ipotensione fino a shock, arresto cardiocircolatorio e morte. Si tratta dunque di una condizione potenzialmente letale che richiede un trattamento di decompressione tempestivo. ³⁴

Emotorace

L'emotorace è una condizione caratterizzata dall'accumulo di sangue nella cavità pleurica. È una delle principali complicanze emorragiche del trauma toracico e si associa frequentemente a fratture costali, pneumotorace o lesioni polmonari.

Nel contesto traumatico, è generalmente causato da una lacerazione del polmone, dei vasi intercostali o dell'arteria mammaria interna. Anche lesioni dei grossi vasi, quali la vena cava o l'aorta, possono portare a emotorace; tuttavia, tali lesioni sono spesso rapidamente fatali.

L'emotorace massivo è definito dal rapido accumulo di >1500ml di sangue nel cavo pleurico oppure da una perdita ematica persistente superiore a 200 mL/ora per 2–4 ore. Si tratta di una condizione potenzialmente letale, in quanto può rapidamente determinare instabilità emodinamica e compromissione respiratoria. ⁵

Mentre negli emotoraci di piccole dimensioni l'esame obiettivo può risultare scarsamente significativo, i pazienti con emotorace di notevole entità presentano frequentemente dispnea, riduzione del murmure vescicolare, ottusità alla percussione e segni di ipovolemia.

Il trattamento dipende dalla gravità della lesione toracica e dall'entità della perdita ematica e può variare dalla semplice osservazione clinica, al posizionamento di un drenaggio toracico, fino all'intervento chirurgico nei casi più gravi. ³⁵

2.4.3 Lesioni cardiovascolari

Lesioni cardiache da trauma contusivo

Con l'espressione lesioni cardiache contusive si fa riferimento ad uno spettro di lesioni cardiache conseguenti un trauma toracico chiuso, variabili dalla più comune contusione

del miocardio, alla rottura delle camere cardiache, alla dissezione o trombosi delle arterie coronarie, alle lesioni vascolari.

Da un punto di vista fisiopatologico, sono causate spesso da un impatto diretto del torace contro una superficie rigida, da forze di decelerazione, da compressione del cuore tra sterno e colonna o da brusche variazioni della pressione intratoracica.

La presentazione clinica è estremamente variabile, i pazienti possono essere asintomatici, o possono presentare dolore toracico, ipotensione, aritmie e/o anomalie della cinetica parietale. Nei casi più gravi può svilupparsi una compromissione emodinamica grave, fino alla morte.^{5,36}

La diagnosi si basa sulla valutazione di biomarcatori di danno miocardico come le Troponine, associata all'esecuzione di ECG, RX e ecocardiografia.

Il trattamento varia in funzione della gravità del quadro clinico e delle condizioni emodinamiche del paziente. L'obiettivo primario è la stabilizzazione del paziente, finalizzata a prevenire il peggioramento del danno miocardico, associata in caso di instabilità emodinamica, ad una rianimazione aggressiva e, nei casi selezionati, al ricorso a un intervento chirurgico. Il monitoraggio post-stabilizzazione rappresenta un aspetto fondamentale della gestione, in quanto consente di valutare l'evoluzione clinica e prevenire complicanze tardive.³⁶

Tamponamento cardiaco

Il tamponamento cardiaco è una emergenza pericolosa per la vita, caratterizzata dal rapido accumulo di sangue all'interno del sacco pericardico, con conseguente compressione cardiaca, diminuzione dell'output cardiaco e shock ostruttivo.

Nel contesto del trauma toracico chiuso, il tamponamento cardiaco è frequentemente secondario a lesioni cardiache contusive.

Clinicamente si manifesta in un 10-40% dei casi con la classica triade di Beck: aumento della pressione venosa, ipotensione arteriosa ed ottundimento dei toni cardiaci. Anche il polso paradossale è piuttosto tipico, sebbene non sempre sia facile da valutare. Possono essere presenti anche dispnea e segni di shock.^{7,37}

La diagnosi si basa principalmente sull'utilizzo della FAST (Focused Assessment with Sonography for Trauma). All'ECG si può notare una riduzione del voltaggio dei complessi QRS.

La gestione in urgenza prevede tipicamente la decompressione del sacco pericardico mediante pericardiocentesi oppure la toracotomia d'emergenza. La tempestività dell'intervento è determinante per la prognosi.³⁷

Rottura traumatica dell'aorta

La rottura dell'aorta è una causa frequente di morte improvvisa in traumi ad alta energia come incidenti stradali o cadute da grandi altezze.

La lesione avviene nella maggior parte dei casi a livello dell'istmo, zona di transizione tra l'arco aortico, relativamente mobile, e l'aorta toracica discendente, maggiormente fissa, ed è determinata da intense forze di decelerazione che agiscono sul vaso durante il trauma. La lesione inizialmente può interessare solo l'intima e la tonaca media dell'aorta, la successiva rottura dell'avventizia può verificarsi dopo un intervallo variabile di tempo, da pochi secondi ad alcuni anni. La maggior parte dei pazienti con rottura completa muore sul luogo dell'incidente.

La presentazione clinica è spesso aspecifica, possono essere presenti dolore toracico e/o interscapolare, dispnea, ipotensione tachicardia, polsi femorali iposfigmici e alterazione dello stato di coscienza.

La diagnosi richiede un elevato indice di sospetto basato sul meccanismo traumatico. La TC con mezzo di contrasto rappresenta l'esame diagnostico di riferimento, mentre la radiografia del torace può mostrare segni indiretti quali allargamento del mediastino, emotorace sinistro o alterazioni del profilo aortico.

Il trattamento prevede la riparazione endovascolare toracica se il paziente è emodinamicamente stabile o un intervento chirurgico urgente in caso di instabilità.^{5,38}

2.4.4 Lesioni diaframmatiche

La rottura diaframmatica riguarda circa l'1-7% dei pazienti con trauma toracico maggiore ed è in genere dovuta ad un aumento improvviso della pressione intratoracica o intraddominale. La maggior parte delle rotture diaframmatiche si verificano nella porzione posterolaterale del diaframma e interessano più frequentemente il lato sinistro, in quanto il lato destro è protetto dal fegato. Frequentemente la rottura diaframmatica si associa a lesioni di altri organi, in particolar modo della milza.

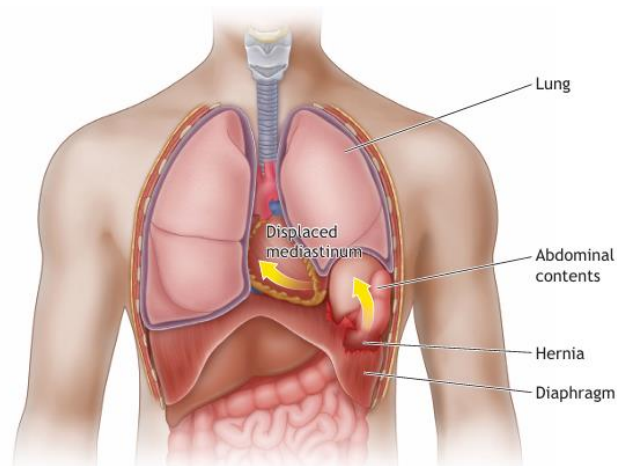


Figura 5 tratta da ATLS: Student Course Manual 2018:

Rottura diaframmatica

Si tratta di una lesione spesso non diagnosticata ma di grande rilevanza clinica, infatti, anche un piccolo difetto diaframmatico non riconosciuto nella fase acuta può successivamente aumentare di dimensioni e favorire la migrazione intratoracica di visceri addominali, con possibile sviluppo di insufficienza cardiorespiratoria.

L'esame di riferimento è la radiografia del torace, tuttavia essa evidenzia segni di rottura diaframmatica solo nel 20-40% dei casi, per cui bisogna spesso ricorrere ad ulteriori esami diagnostici.³⁹

2.4.5 Lesioni esofagee

Le perforazioni traumatiche dell'esofago in pazienti con trauma toracico chiuso sono estremamente rare; tuttavia, si accompagnano a elevata morbilità a causa della fuoriuscita di materiale alimentare nel mediastino, con conseguente sviluppo di mediastinite.

La presentazione clinica è per lo più aspecifica e può includere ematemesi, emottisi, raucedine o disfonia, odinofagia e disfagia. All'esame obiettivo si possono evidenziare enfisema sottocutaneo, ematoma cervicale e dolorabilità alla palpazione del collo e segno di Hamman positivo.

Generalmente il primo esame da eseguire è la radiografia del torace che può evidenziare la presenza di aria libera nel mediastino, in addome o nei tessuti molli del collo. Poiché questi segni non sono specifici, è necessario svolgere ulteriori approfondimenti diagnostici come TC, esofagogramma con mezzo di contrasto e esofagoscopia.

Il trattamento iniziale prevede il digiuno, il posizionamento di un drenaggio interno, terapia antibiotica a ampio spettro e somministrazione di fluidi. Successivamente sarà necessario sottoporre il paziente ad intervento chirurgico. ⁴⁰

2.5 Complicanze del trauma toracico

Le complicanze del trauma toracico rappresentano una causa rilevante di morbilità e mortalità nei pazienti traumatizzati. Si stima che circa il 30% dei decessi correlati al trauma toracico sia attribuibile a complicanze conseguenti a ritardi diagnostici e/o terapeutici. Nel 10–30% dei casi di trauma toracico chiuso si sviluppano, a distanza di giorni o anni, complicanze dovute a lesioni misconosciute, a trattamenti inadeguati o alla naturale evoluzione del danno traumatico.

Fattori correlati alle complicanze nel periodo post-traumatico sono: la tempistica della toracostomia, la presenza di un emotorace di grande volume, la mancata riespansione completa del polmone lesionato, la mancata oblitterazione completa tra le superfici pleuriche, il ritardo nel riconoscimento del danno diaframmatico, la presenza di contusione del parenchima polmonare, ematomi extra-toracici, volet costale e fratture costali multiple. ⁴¹

Nei prossimi paragrafi verranno trattate le complicanze più frequenti e clinicamente significative come l'insufficienza respiratoria acuta, la sindrome da distress respiratorio acuto (ARDS), nonché le sequele croniche rappresentate da fibrosi polmonare e dolore persistente.

2.5.1 Insufficienza respiratoria acuta

L'insufficienza respiratoria acuta è una condizione clinica caratterizzata dall'incapacità del sistema respiratorio di svolgere adeguatamente le proprie funzioni di scambio gassoso. Convenzionalmente, è definita da una $PaO_2 < 60$ mmHg o una $SpO_2 < 90\%$ in aria ambiente, oppure da un rapporto $PaO_2/FiO_2 \leq 300$ mmHg.

Possiamo distinguere l'insufficienza respiratoria in due tipi: ipossiémica detta anche di tipo 1, che indica specificamente un fallimento dell'ossigenazione e ipercapnica, detta

anche di tipo 2, caratterizzata da un fallimento ventilatorio e definita da una PaCO₂ superiore a 45 mmHg e pH inferiore a 7,35.⁴²

I meccanismi fisiopatologici che contribuiscono all'insorgenza dell'insufficienza respiratoria acuta in pazienti con trauma toracico chiuso sono molteplici e possono coinvolgere le vie aeree, il parenchima polmonare, le pleure e la parete toracica. I principali sono:

- Shunt intrapolmonare: è una condizione in cui una parte di sangue continua a perfondere aree polmonari non ventilate, raggiungendo la circolazione sistemica senza essere adeguatamente ossigenato. Ciò accade, ad esempio, in caso di pneumotorace o emotorace massivo, o nelle contusioni polmonari, in cui la presenza di edema ed emorragia intra-alveolare determina il riempimento degli alveoli e la perdita di superfici disponibili per gli scambi gassosi.

Lo shunt si associa a un aumento del gradiente alveolo-arterioso dell'ossigeno ed è caratterizzato da una ridotta responsività all'ossigenoterapia.

- Alterazione del rapporto ventilazione/perfusione (V/Q): contusioni polmonari, atelettasie, pneumotorace o emotorace possono determinare una distribuzione non uniforme della ventilazione, con la generazione di aree polmonari perfuse ma non adeguatamente ventilate, portando allo sviluppo di ipossiemia. Anche in questo caso si evidenzia un gradiente alveolo-arterioso dell'ossigeno (A-a O₂) aumentato, ma l'ipossiemia migliora con la somministrazione di ossigeno supplementare.
- Ipoventilazione: è legata frequentemente alla presenza di dolore toracico che favorisce una respirazione superficiale e la riduzione dell'espansione toracica, all'ostruzione delle alte vie aeree da secrezioni, sangue o edema post-traumatico o alla presenza di volet costale. In questo caso l'ipossiemia si associa all'aumento della PaCO₂ e a un normale gradiente alveolo-arterioso dell'ossigeno.⁴³

Clinicamente l'insufficienza respiratoria acuta può manifestarsi con dispnea, uso di muscolatura respiratoria accessoria, tachipnea, tachicardia, sudorazione profusa, cianosi, alterazione dello stato di coscienza, fino all'arresto respiratorio e la morte.

La diagnosi è prevalentemente clinica, integrata con l'emogasanalisi, il monitoraggio della saturazione capillare e la radiografia del torace.

Spesso l'insufficienza respiratoria acuta richiede il ricovero presso un'unità di terapia intensiva e il trattamento si basa sulla correzione del disturbo di base, somministrazione

supplementare di ossigeno e, se necessario, assistenza ventilatoria con ossigeno ad alti flussi, ventilazione meccanica non invasiva o ventilazione meccanica invasiva. ⁴⁴

2.5.2 Sindrome da distress respiratorio acuto

La sindrome da distress respiratorio acuto (ARDS) è una delle complicanze più gravi del trauma toracico e ne costituisce la principale causa di morbilità e mortalità.

Si tratta di una grave forma di insufficienza respiratoria acuta sostenuta da un intenso processo infiammatorio a carico di entrambi i polmoni. Tale condizione è caratterizzata da un danno diffuso della membrana alveolo-capillare, con aumento della permeabilità vascolare e sviluppo di edema polmonare, responsabili dell'alterazione degli scambi gassosi. Nel contesto del trauma toracico, l'ARDS può derivare da una complessa interazione tra danni polmonari diretti, come contusioni polmonari e fattori correlati alla ventilazione, e danni polmonari indiretti, legati a risposte infiammatorie sistemiche, a infezioni o a reazioni alle infusioni. ^{7,45}

Attualmente per l'identificazione e la classificazione dell'ARDS nei pazienti adulti, si utilizzano i criteri di Berlino, basati fondamentalmente su 4 parametri:

- Timing: insorgenza o peggioramento dei sintomi entro una settimana da un insulto clinico scatenante;
- Imaging toracico: presenza di opacità bilaterali non completamente spiegabili da versamenti, noduli o collasso polmonare;
- Origine dell'edema: l'insufficienza respiratoria non deve essere completamente attribuibile da insufficienza cardiaca o sovraccarico di fluidi. In assenza di fattori di rischio, è necessaria una valutazione oggettiva, ad esempio mediante ecocardiografia per escludere un edema di tipo idrostatico;
- Gravità dell'ipossiemia:
 - Lieve: $200 < PaO_2/FiO_2 \leq 300$ con PEEP o CPAP ≥ 5 cmH₂O^c
 - Moderata: $100 < PaO_2/FiO_2 \leq 200$ con PEEP ≥ 5 cmH₂O
 - Grave: $PaO_2/FiO_2 \leq 100$ con PEEP ≥ 5 cmH₂O. ⁴⁶

Da un punto di vista clinico, il paziente con ARDS può presentarsi all'esordio con ansia, dispnea, cianosi, tachipnea, tachicardia ed ipertensione, senza però particolari segni all'esame obiettivo del torace. Se invece il paziente giunge alla prima osservazione in una

fase avanzata, l'edema polmonare può essere così grave da causare esaurimento muscolare con necessità di supporto ventilatorio, compromissione del sensorio fino al coma e al collasso cardiocircolatorio.

La diagnosi si basa sull'esecuzione dell'EGA, che conferma la presenza di grave ipossiemia, e sulla radiografia del torace. ⁷

Il trattamento è principalmente di supporto ed è volto a garantire un adeguato trasporto di ossigeno ai tessuti. La correzione dell'ipossiemia non si ottiene aumentando solamente la FiO₂, ma è necessario aumentare la superficie di scambio, reclutando gli alveoli collabiti e impedendo la chiusura di quelli che tenderebbero a farlo. Ciò si può ottenere mediante la somministrazione di una PEEP positiva. Anche la postura del paziente è importante, in particolare è stato dimostrato che la posizione prona può contribuire a migliorare l'ossigenazione. Nei casi più gravi si può essere ricorrere alle tecniche di supporto extracorporeo (ECMO) per l'ossigenazione e la rimozione della CO₂. Accanto al sostegno della funzione respiratoria, è di fondamentale importanza il mantenimento dell'assetto emodinamico, la prevenzione e terapia delle infezioni nosocomiali e un'adeguata alimentazione.

2.5 Gestione pre-ospedaliera del paziente con trauma toracico

La gestione pre-ospedaliera del paziente con trauma toracico rappresenta una fase cruciale; molti decessi, infatti, avvengono spesso prima ancora dell'arrivo in ospedale. Gli obiettivi in questa fase sono sostanzialmente tre: individuare precocemente le lesioni a rischio vita, stabilizzare il paziente e trasportarlo rapidamente verso un trauma center. ⁷

L'approccio al paziente traumatizzato segue una sequenza specifica di fasi, dalla valutazione della scena alla gestione vera e propria del paziente, che verranno affrontate nei prossimi paragrafi.

2.5.1 Allarme e attivazione della centrale operativa

Il percorso assistenziale inizia con la chiamata alla centrale operativa. L'operatore che riceve la chiamata deve raccogliere informazioni relative al luogo, al tipo di trauma, al numero di feriti e alla loro gravità stimata, valutando inoltre la necessità di coinvolgere altri enti (ad esempio vigili del fuoco, forze dell'ordine, soccorso alpino etc.). L'obiettivo

è di individuare il mezzo più vicino e più adatto a gestire l'evento e inviarlo sul luogo del trauma nel minor tempo possibile, per ridurre il *therapy-free interval*, ovvero l'intervallo che intercorre tra il trauma e l'inizio del trattamento. Le informazioni raccolte vengono trasmesse all'équipe di soccorso, che le utilizza per prepararsi all'intervento già durante l'avvicinamento.⁴⁷

2.5.2 Valutazione della scena

Prima di avvicinarsi al paziente, è fondamentale eseguire un'accurata valutazione della scena e adottare le giuste misure di sicurezza, anche a costo di ritardare le manovre di soccorso. La priorità assoluta, in questa fase, è garantire l'incolumità dei soccorritori, dei pazienti e degli astanti: occorre riconoscere i pericoli presenti, mettere in sicurezza l'ambiente e, se necessario, allertare gli enti di soccorso non sanitario. Concorrono a una corretta gestione dello scenario anche l'uso dei dispositivi di protezione individuale (DPI), il posizionamento dei mezzi a protezione dell'area dell'evento, un contatto radiotelefonico continuo con la centrale operativa e la rapida individuazione dei pericoli, attuali ed evolutivi. È una regola assoluta non avvicinarsi al paziente finché la scena non è sicura: un soccorritore che si infortuni, infatti, non solo non è più in grado di prestare aiuto, ma diventa egli stesso una nuova vittima da gestire.

Una volta messa in sicurezza la scena, si procede con l'analisi dello scenario, che consente di inquadrare il tipo di evento, stimare il numero di feriti e valutare la complessità del contesto operativo.^{7,47}

2.5.3 Triage

Quando l'evento coinvolge più pazienti, è necessario effettuare il triage.

Si tratta di una valutazione molto rapida che permette di stabilire chi soccorrere per primo, in base alla necessità di assistenza e alle possibilità di sopravvivenza. L'obiettivo è garantire, con le risorse disponibili, le maggiori probabilità al maggior numero possibile di pazienti, assegnando a ciascuno di loro un diverso grado di priorità.

In linea generale, vengono trattati prima i pazienti con compromissione delle vie aeree, poi quelli con alterazione della funzione respiratoria, di seguito quelli con problemi

circolatori e quelli con deficit neurologici, e infine tutti gli altri. Si dà precedenza a chi presenta un problema già in atto rispetto a chi ne ha solo uno potenziale.⁴⁷

2.5.4 Strategie gestionali sulla scena

Il concetto di "golden hour" fu introdotto negli anni '80 dal chirurgo militare Adam Cowley, per indicare il periodo immediatamente successivo al trauma, durante il quale un intervento medico o chirurgico tempestivo offre le maggiori probabilità di sopravvivenza.⁴⁸ Questo principio, su cui è basata gran parte dell'organizzazione degli attuali sistemi trauma, implica che la morbilità e la mortalità aumentino in modo significativo se l'assistenza non avviene entro la prima ora dal trauma. Tuttavia, le evidenze a sostegno di una soglia temporale così rigida sono limitate e contrastanti, tanto che, ad oggi, più che un confine cronologico assoluto, la golden hour viene intesa come un principio che sottolinea l'importanza della tempestività dell'intervento.⁴⁹

Data l'importanza del fattore tempo, per anni si è discusso quale fosse la strategia migliore nel soccorso al traumatizzato. Le strategie più utilizzate sono due:

- "stay and play": prevede la stabilizzazione del paziente sul posto con manovre avanzate prima del trasporto. Privilegia l'intervento precoce ma allunga i tempi sulla scena;
- "scoop and run": prevede la riduzione al minimo delle manovre sul campo e il trasporto rapido verso il trauma center, dove il paziente riceve le cure definitive.

Nessuna delle due strategie è nettamente migliore dell'altra, ma la scelta su quale attuare dipende dalle situazioni e dalle condizioni del paziente.⁴⁷

2.5.5 Valutazione del paziente

La valutazione del paziente può essere divisa in tre fasi principali: impressione generale, valutazione primaria e valutazione secondaria.

Impressione generale

Questa fase è chiamata anche "colpo d'occhio" o "quick look". Si tratta di una valutazione rapida delle condizioni respiratorie, circolatorie e neurologiche del paziente

traumatizzato. Dovrebbe richiedere meno di un minuto e permette di stimare grossolanamente il livello di criticità del paziente. ⁴⁷

Valutazione primaria (ABCDE)

L'obiettivo della valutazione primaria è riconoscere e trattare subito le condizioni che mettono a rischio la vita, seguendo un ordine di priorità preciso, riassunto nell'acronimo ABCDE (Airway, Breathing, Circulation, Disability, Exposure). ⁵⁰ Questa sequenza nasce dal protocollo Advanced Trauma Life Support (ATLS), elaborato dall'American College of Surgeons, ed è oggi il riferimento nella gestione del traumatizzato. ⁵¹ L'ABCD prevede di "trattare prima ciò che uccide prima". Se viene individuato un problema in una fase, questo deve essere risolto prima di procedere allo step successivo, in modo da garantire che nessuna lesione critica o potenzialmente fatale venga trascurata. ⁵⁰

A - AIRWAY AND CERVICAL SPINE

La prima priorità è garantire la pervietà delle vie aeree, per assicurare l'ossigenazione e contrastare l'insorgenza di ipossia.

La valutazione iniziale dello stato di coscienza va eseguita chiamando la vittima, senza scuoterla, per evitare movimenti pericolosi del capo e del collo. Contestualmente, la prima manovra da attuare è l'immobilizzazione manuale del capo in posizione neutra, a protezione del rachide cervicale, la quale va mantenuta anche dopo il posizionamento di un collare cervicale di misura adeguata, e proseguita fino al termine dell'estricazione.

Successivamente si valuta la presenza di materiale nel cavo orale (denti, protesi, sangue). In caso di ostruzione delle vie aeree, a seconda dei casi, si può ricorrere ad aspirazione, manovre di sollevamento del mento o sublussazione della mandibola, uso di cannule oro-faringee, fino a intubazione tracheale o cricotiroidotomia nei casi più gravi. Fin da subito va somministrato ossigeno ad alti flussi con maschera e reservoir. ^{7,47}

B – BREATHING

In questa fase bisogna valutare la qualità e quantità del respiro. Se il paziente non è cosciente, non respira e non presenta segni di circolazione, bisogna procedere immediatamente con le manovre di rianimazione cardiopolmonare. Se invece il paziente respira, indipendentemente dallo stato della coscienza, si prosegue nella valutazione della B applicando lo schema OPACS:

- .O = Osservo: si osserva il respiro del paziente per circa 10 secondi, si ricerca la presenza di deviazione tracheale, ferite aperte del torace, movimenti paradossi e asimmetrie della parete toracica;
- P = Palpo: si palpa il torace per valutare la presenza di crepiti;
- A = Ascolto: si ausculta il torace bilateralmente per verificare la presenza o assenza del murmure vescicolare;
- C = Conto: si conta la frequenza respiratoria, che normalmente, in un adulto, dovrebbe essere compresa tra 12 e 24;
- S = Saturimetro. ^{7,51}

Ci sono alcune lesioni pericolose per la vita che devono essere identificate e trattate durante la valutazione primaria: lo pneumotorace iperteso o aperto e il volet costale.

Lo pneumotorace aperto va trattato immediatamente con una medicazione sterile impermeabile fissata solo su tre lati, che impedisce l'ingresso di aria nella cavità pleurica durante l'inspirazione ma ne permette l'uscita durante l'espiazione.

Lo pneumotorace iperteso richiede invece decompressione urgente attraverso agocannula, seguita dal posizionamento di un drenaggio toracico.

In presenza di volet costale con compromissione respiratoria è indicata la ventilazione a pressione positiva o nei casi più severi l'intubazione e la ventilazione meccanica, associate a terapia analgesica.

A tutti i pazienti in distress respiratorio va garantita l'ossigenoterapia supplementare e, se necessario, il supporto ventilatorio. ^{47,50}

C - CIRCULATION

Quando la circolazione è assente bisogna iniziare immediatamente le manovre di rianimazione cardiopolmonare. Le uniche eccezioni in cui la RCP è controindicata o inefficace sono: la presenza di lesioni incompatibili con la vita (decapitazione o carbonizzazione), di rigidità cadaverica o macchie ipostatiche, scenari di maxiemergenza che impongono scelte di triage, e vittime incarcerate in posizione seduta o semiseduta prima dell'estricazione. Durante la RCP è importante ricercare e trattare cause potenzialmente reversibili dell'arresto, come l'ipossiemia, lo pneumotorace iperteso e l'ipovolemia legata ad emorragia.

Quando la circolazione è presente, invece, l'obiettivo principale diventa la stabilizzazione emodinamica del paziente. ⁷

La valutazione del circolo comprende il controllo del polso radiale e il tempo di riempimento capillare (anomalo se >2 secondi), integrati, quando possibile, dalla misurazione della pressione arteriosa e dall'ECG. È importante anche l'esame delle vene del collo. Contestualmente, va allestito un doppio accesso venoso periferico per consentire la terapia infusioneale.

I problemi circolatori nei pazienti traumatizzati sono generalmente causati da un'emorragia, che può essere esterna o interna, con accumulo di sangue in cavità come il torace, l'addome o la pelvi. Il controllo del sanguinamento rappresenta quindi la prima azione da intraprendere. Per le emorragie esterne si ricorre alla compressione diretta o all'uso di un laccio emostatico, mentre per quelle interne le possibilità di intervento, in ambiente pre-ospedaliero, sono limitate. Fa eccezione il sospetto di frattura instabile di bacino, in cui l'applicazione di una cintura pelvica (o di un lenzuolo avvolto all'altezza dei grandi trocanteri) consente di ridurre temporaneamente la perdita ematica tamponando l'emorragia in attesa della stabilizzazione definitiva in ospedale.

Altre cause di squilibrio cardiocircolatorio che devono essere escluse e che richiedono un trattamento immediato sono: lo pneumotorace iperteso, il tamponamento cardiaco, la contusione miocardica e l'IMA.^{7,52}

L'accesso venoso va allestito rapidamente con due agocannule di grosso calibro su vene periferiche. Solo in casi selezionati si può ricorrere al cateterismo venoso centrale o alla via intraossea. La terapia infusioneale mira a ripristinare la perfusione degli organi, non a normalizzare la pressione arteriosa (ipotensione permissiva).

In assenza di trauma cranico è accettabile mantenere una pressione sistolica di 90 mmHg nel trauma chiuso e di 70-80 mmHg nel trauma penetrante. In presenza di trauma cranico, invece, l'obiettivo è mantenere una pressione media di almeno 90 mmHg, ricorrendo se necessario a farmaci vasopressori.

Nei pazienti con perdite ematiche importanti è raccomandata la somministrazione precoce di sangue ed emoderivati, per evitare l'emodiluizione e la coagulopatia legate all'infusione di grandi volumi di cristalloidi.

L'acido tranexamico è un antifibrinolitico che si è dimostrato efficace nel ridurre la mortalità da emorragia post-traumatica. Va somministrato il prima possibile, idealmente entro la prima ora e comunque entro tre ore dal trauma, alla dose di 1g in 10 minuti seguita da 1g in 8 ore.⁷

D – DISABILITY

In questa fase si esegue la valutazione neurologica del paziente traumatizzato attraverso la Glasgow Coma Scale. La GCS viene utilizzata in particolare per quantificare la gravità del danno cerebrale. Il punteggio viene calcolato valutando tre parametri: l'apertura degli occhi, la migliore risposta motoria e la migliore risposta verbale. Un paziente sveglio, che obbedisce ai comandi e risulta orientato, ottiene il punteggio massimo di 15, mentre il punteggio minimo è 3, corrispondente all'assenza di qualsiasi risposta. Un punteggio inferiore o uguale a 8 costituisce un'indicazione all'intubazione precoce. Una riduzione del GCS può essere espressione di lesioni focali, come l'ematoma epidurale, l'ematoma subdurale o la contusione cerebrale, ma anche di danni diffusi, come la contusione o, nei casi più gravi, la lesione assonale diffusa.⁵²

	Descrizione	Punteggio
Apertura occhi	Spontanea	4
	Allo stimolo verbale	3
	Allo stimolo doloroso	2
	Nessuna	1
Risposta verbale	Paziente orientato	5
	Paziente confuso	4
	Parole inappropriate	3
	Suoni incomprensibili	2
	Nessun suono	1
Risposta motoria	Obbedisce ai comandi	6
	Localizza lo stimolo doloroso	5
	Reagisce allo stimolo doloroso	4
	Flessione anomala allo stimolo doloroso	3
	Estensione anomala allo stimolo doloroso	2
	Nessuna risposta motoria	1

È importante valutare anche lo stato delle pupille, la motilità periferica e la sensibilità periferica.

Un altro metodo di valutazione della coscienza rapido ed efficace è lo score AVPU, facilmente applicabile anche dagli stessi soccorritori.⁷

E – EXPOSURE

In questa fase si procede con l'esposizione del corpo del paziente per cercare rapidamente possibili lesioni. Deve essere effettuata la manovra di log roll per valutare il dorso del paziente si immobilizzano eventuali fratture se non già fatto in precedenza e si conclude con la completa immobilizzazione su asse spinale rigido, seguita dalla protezione termica del paziente mediante coperte o metalline.^{7,47}

Valutazione secondaria

La valutazione secondaria ha lo scopo di identificare le lesioni che potrebbero essere sfuggite alla valutazione primaria e di raccogliere le informazioni necessarie a indirizzare il paziente verso la struttura ospedaliera più idonea. Viene condotta solo dopo aver stabilizzato il paziente e si svolge spesso durante il trasporto.

La valutazione secondaria è composta da:⁴⁷

- Valutazione della dinamica dell'evento: la tipologia di evento traumatico e gli elementi di "danno strutturale" ai veicoli coinvolti spesso correlano a lesioni ben precise del paziente;
- Raccolta delle informazioni anamnestiche del paziente: per raccogliere in modo rapido e completo le informazioni anamnestiche si ricorre all'acronimo AMPLE:
 - A = Allergie: si indaga la presenza di allergie note, in particolare a farmaci, vista la possibilità di doverne somministrare in urgenza.
 - M = Medicine: si indaga l'assunzione regolare o occasionale di farmaci, specificando, quando possibile, l'ora dell'ultima somministrazione.
 - P = Patologie pregresse: si indagano patologie pregresse rilevanti, interventi chirurgici, traumi precedenti o condizioni croniche.
 - L = Ultimo pasto (Last Meal): si indaga il contenuto e l'ora dell'ultimo pasto. Queste informazioni risultano particolarmente importanti in caso di necessità di intubazione o intervento chirurgico.
 - E = Eventi legati al trauma.

- Valutazione testa-piedi del paziente: si tratta di un esame obiettivo rapido e sistematico di ciascun distretto corporeo, comprensivo della funzione neurologica sensitivo-motoria;
- Rivalutazione continua dell'ABC. ^{47,53}

2.5.6 Immobilizzazione e trasporto

Nella gestione preospedaliera del paziente traumatizzato, la mobilizzazione atraumatica e l'immobilizzazione rivestono un ruolo di primaria importanza. Usare i presidi adeguati correttamente può fare la differenza nel prevenire l'aggravamento delle lesioni durante le manovre di soccorso e il trasporto. Si stima infatti che dal 3% al 25% delle lesioni midollari si verifichi dopo il trauma iniziale, durante il trasporto o nelle prime fasi di trattamento. ^{47,54}

I principali presidi utilizzati per la mobilizzazione sono la barella a cucchiaio e gli estricatori, mentre per l'immobilizzazione si usano il collare cervicale, l'asse spinale, il materassino a depressione. ⁴⁷

Collare cervicale

Il collare cervicale deve essere applicato sempre in caso di sospetto interessamento del capo o della colonna cervicale, in modo da immobilizzare il paziente in posizione neutra. Sono radiotrasparenti e possono essere formati da un pezzo unico o da due elementi separati. Sono presenti in diverse misure e sono regolabili in altezza, in modo da adattarsi pienamente al paziente.

Il collare non garantisce una stabilizzazione totale del rachide, che può essere raggiunta solo immobilizzando tutta la colonna, pertanto, necessita di due operatori per l'applicazione, uno dedicato al mantenimento dell'immobilizzazione manuale del tratto cervicale e l'altro all'effettivo posizionamento del collare. ⁷

Tavola Spinale

La tavola spinale è un piano rigido in materiale plastico dotato di fenestrature laterali per il fissaggio delle cinghie. Viene impiegata in tutti i traumi con sospetta lesione vertebrale e, in generale, nei traumatizzati gravi, garantendo stabilità e il mantenimento della posizione neutra.

È composta da tavola, cinture e fermacapo, tutti impermeabili, resistenti ai disinfettanti e ai liquidi organici, facilmente lavabili e radiotrasparenti. È costituita da polietilene ad alta densità, pesa solo 6 kg e ha una capacità di carico di 159 kg.

È dotata di fermacapo, generalmente costituito da due blocchi di materiale plastico morbido e due cinghi per immobilizzare la fronte e il mento.

Sono inoltre presenti cinque cinghie, utilizzate per immobilizzare il paziente: la prima forma una "X" con la cintura toracica bloccando le spalle, la seconda passa sotto le ascelle fissando il tronco, la terza blocca il bacino a livello delle creste iliache, la quarta blocca le gambe sopra le ginocchia e la quinta blocca le caviglie. Tutte le cinghie sono unite da una cinghia centrale longitudinale detta "ragno", che serve a distribuire uniformemente la trazione su tutti i punti e le strutture bloccate.



Figura 6 tratta da "Chiaranda - Urgenze ed emergenze"

Il posizionamento del paziente sulla spinale può avvenire in diversi modi: con la barella a cucchiaio (minimo 2 soccorritori) o con la mobilizzazione manuale (log-roll) (minimo da tre soccorritori).⁷

Evidenze recenti invitano a riconsiderare l'impiego sistematico dell'asse spinale. Infatti, il suo uso prolungato, specie nei trasporti di lunga durata, può associarsi a dolore, ulcere e necrosi da pressione, e può determinare anche una riduzione media della funzione respiratoria.⁵⁵ Per questo motivo, oggi le linee guida ATLS raccomandano di abbandonare l'uso routinario in tutti i pazienti traumatizzati e di limitarne l'utilizzo ai soli casi con indicazione specifica: GCS inferiore a 15, intossicazione, dolorabilità vertebrale, deficit neurologici focali o deformità spinale.⁵⁶

Materasso a depressione

Viene definito anche materassino a conchiglia, si tratta di un dispositivo in PVC impermeabile, resistente ai disinfettanti e radiotrasparente, riempito internamente con palline di polistirene. Quando il paziente viene adagiato sopra, le palline si spostano

modellandosi attorno al corpo; i lembi laterali vengono sollevati e l'aria viene aspirata tramite una pompa, irrigidendo il calco e creando una vera e propria conchiglia protettiva. È particolarmente indicato nei politraumi, nei pazienti con aneurisma dell'aorta e nei trasporti di lunga durata con gravi fratture.

Per il posizionamento sono necessari almeno tre soccorritori, e come per tutti gli altri presidi, vanno prima completate tutte le procedure previste dalla valutazione primaria, inclusa l'applicazione del collare cervicale. A differenza della tavola spinale, non offre un supporto rigido alla colonna vertebrale, dunque è necessario utilizzarlo insieme a una barella a cucchiaio per le manovre di sollevamento e spostamento. Il suo utilizzo richiede inoltre tempi di applicazione più lunghi, spesso incompatibili con situazioni di urgenza.⁷

2.6 Gestione ospedaliera: diagnosi

Il passaggio di consegne costituisce una fase fondamentale nella presa in carico del paziente traumatizzato, poiché permette il trasferimento delle informazioni tra il personale del soccorso extra-ospedaliero e quello ospedaliero. La comunicazione deve essere strutturata e comprendere gli elementi essenziali relativi all'evento traumatico, alle condizioni cliniche del paziente e agli interventi effettuati. Per ridurre il rischio di omissioni o incomprensioni si utilizza il modello SBAR:

- Situation = breve descrizione della situazione;
- Background = quadro clinico generale;
- Assessment = valutazione clinica;
- Recommendation = raccomandazioni per la gestione successiva.^{7,57}

La gestione ospedaliera del trauma toracico richiede un approccio multidisciplinare: medicina e chirurgia d'urgenza, chirurgia toracica, anestesia e radiologia interventistica devono integrarsi in modo coordinato per riconoscere tempestivamente le lesioni pericolose per la vita, stabilizzare il paziente e prevenire le complicanze respiratorie e sistemiche. L'approccio è sequenziale e segue il principio del "trovo e tratto": ogni funzione vitale compromessa viene identificata e trattata immediatamente, senza attendere il completamento della valutazione complessiva.^{47,58} Nella fase iniziale, gli obiettivi sono la protezione del parenchima polmonare, il mantenimento di una ventilazione e ossigenazione adeguate e la riduzione del rischio infettivo. Il paziente con

trauma toracico va monitorato strettamente nel tempo, poiché il deterioramento può essere tardivo e le complicanze possono manifestarsi anche a distanza dall'evento acuto.
58,59

2.6.1 Valutazione clinica

Dopo il passaggio di consegne, il paziente viene nuovamente sottoposto alla valutazione primaria, basata sulla sequenza ABCD (le valutazioni primarie e secondarie sono state trattate nel capitolo 2.5). In ospedale potranno essere perfezionate o completate alcune procedure rispetto alla fase pre-ospedaliera.

Nella fase A (Airway) deve essere valutata la necessità di intubazione tracheale, eventualmente sostituendo i dispositivi extraglottici usati in fase preospedaliera. Nei pazienti che giungono già intubati, bisogna controllare il corretto posizionamento del tubo endotracheale, ed eseguire un'adeguata toilette tracheobronchiale. I dispositivi di immobilizzazione utilizzati per la protezione della colonna non devono essere rimossi fino all'esclusione di una lesione del tratto cervicale.⁷

Nella fase B (Breathing) è fondamentale iniziare o continuare la somministrazione di ossigeno ed eseguire, appena possibile, un'emogasanalisi su sangue arterioso.

Nella fase C (Circulation) è importante il monitoraggio continuo di ECG e pressione arteriosa. È essenziale verificare la presenza del tamponamento mediante ecografia e, se viene confermata, eseguire immediatamente la toracotomia (la pericardiocentesi può servire come provvedimento ponte). In caso di shock, è raccomandato di iniziare il trattamento con la somministrazione rapida EV di soluzioni elettrolitiche (ad es, Ringer lattato o soluzione fisiologica), mentre la somministrazione precoce di emazie è indicata solo in caso di grave perdita di sangue.

Durante o al termine della valutazione primaria vengono generalmente effettuate manovre aggiuntive di fondamentale importanza: il posizionamento del sondino gastrico e del catetere vescicale, l'ECG, il monitoraggio della FR e dell'EGA, il monitoraggio continuo di tutti i parametri vitali e l'esecuzione della diagnostica standard.

La valutazione primaria va ripetuta ogni volta che si verifica un peggioramento delle condizioni del paziente.

Quando il paziente è stabile, si procede con la valutazione secondaria, che consiste nella rivalutazione “testa piedi”, attraverso un esame obiettivo dettagliato e la raccolta di un’anamnesi completa del paziente (vedi capitolo 2.5).^{7,47}

2.6.2 EGA

L'emogasanalisi (EGA) è un esame diagnostico estremamente utile nel paziente traumatizzato, in quanto permette di valutare le alterazioni respiratorie, circolatorie e metaboliche, attraverso l'analisi dell'equilibrio acido-base e della pressione parziale dei gas nel sangue (PaO_2 e la PaCO_2). Il prelievo può essere effettuato sia su sangue arterioso sia su sangue venoso, tuttavia, l'emogasanalisi arteriosa è generalmente più informativa. Il campione arterioso viene generalmente ottenuto mediante puntura dell'arteria radiale o in casi particolari dell'arteria femorale.^{7,60}

I parametri dell'EGA permettono di valutare la compromissione degli scambi gassosi nei pazienti con contusione polmonare, pneumotorace ed emotorace, contribuendo all'identificazione precoce del danno polmonare da trauma toracico.⁶¹ In particolare, i parametri più importanti da valutare nel paziente con trauma toracico sono: la PaO_2 , la PaCO_2 , il rapporto $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ (P/F), i lattati e il base excess.

La PaO_2 è rappresentativa dello stato di ossigenazione del paziente: una $\text{PaO}_2 < 60$ mmHg in aria ambiente è indicativa di insufficienza respiratoria acuta, cioè dall'incapacità del sistema respiratorio di svolgere adeguatamente le proprie funzioni di scambio gassoso.^{42,60} L'insufficienza respiratoria può essere di due tipi: ipossiémica detta anche di tipo 1, che indica specificamente un fallimento dell'ossigenazione (come nello pneumotorace, emotorace o contusioni polmonari); e ipercapnica, detta anche di tipo 2, caratterizzata da un fallimento ventilatorio (ad esempio il dolore può causare una diminuzione dei movimenti della parete toracica e dolore acuto) e definita da una PaCO_2 superiore a 45 mmHg.^{42,43}

Il rapporto $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, (rapporto tra la PaO_2 misurata e la frazione inspirata di Ossigeno) è un indice della gravità dell'ipossiémia. In un soggetto adulto che respira in aria ambiente normalmente PaO_2/FiO ha un valore superiore a 400. Valori inferiori a 200-250 predicono l'imminente necessità di un supporto ventilatorio.⁶²

I valori di lattati, eccesso di basi (BE) e ph rappresentano predittori indipendenti della mortalità a 72 ore nei pazienti politraumatizzati. I lattati sembrano possedere il maggiore valore predittivo, seguiti dal base excess e, infine, dal pH. ⁶³

2.6.3 Diagnostica strumentale: E-FAST, RX e TC

L'imaging riveste un ruolo fondamentale nella valutazione del trauma toracico, permettendo l'identificazione precoce delle lesioni potenzialmente letali e guidando le decisioni terapeutiche. Le principali metodiche utilizzate sono: l'ecografia mediante protocollo eFAST, la radiografia del torace (RX) e la tomografia computerizzata (TC), considerata il gold standard nel paziente stabile. ^{64,65}

E-FAST

L'ecografia FAST (Focused Assessment Sonography for Trauma) è una metodica rapida utilizzata per l'identificazione di versamenti liberi in sede pericardica, pleurica e peritoneale nel paziente traumatizzato. È divisa in quattro scansioni ecografiche:

- Sottocostale: consente la valutazione del pericardio e di un eventuale versamento pericardico;
- Quadrante superiore destro dell'addome: valuta la presenza di versamento nella tasca di Morison;
- Quadrante superiore sinistro dell'addome: valuta la presenza di versamento nell'area perisplenica e nel seno costodiaframmatico sinistro;
- Scavo pelvico: valuta la presenza di versamento nello spazio rettovescicale di Douglas. ⁷ (Figura 7⁶⁶)

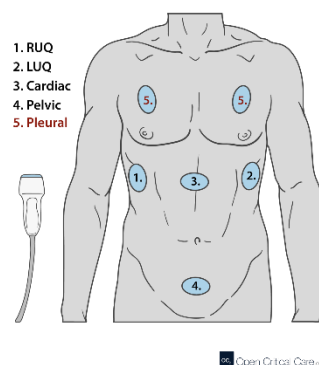


Figura 7

L'E-FAST (Extended-FAST) rappresenta l'evoluzione della FAST. L'E-FAST, infatti, oltre alla ricerca di emoperitoneo ed emopericardio, valuta anche il polmone e la pleura per valutare la presenza di pneumotorace, emotorace e contusione polmonare.⁶⁷

La FAST è un esame facile, rapido, non invasivo, eseguibile in pochi minuti al letto del paziente. Non espone a radiazioni ionizzanti ed è sicuro anche per il paziente critico. Tuttavia, la sua accuratezza diagnostica è fortemente influenzata dall'esperienza dell'operatore e risulta limitata nella rilevazione di piccoli sanguinamenti intraddominali. Per questo motivo, un esito negativo non consente di escludere con certezza la presenza di lesioni e può rendere necessari ulteriori approfondimenti diagnostici, come la tomografia computerizzata.⁶⁸

Ecografia polmonare e LUS score

L'ecografia toracica risulta essere particolarmente utile nel trauma toracico in quanto permette di identificare alterazioni pleuropolmonari come pneumotorace, emotorace e contusioni polmonari.⁶⁷

L'ecografia toracica può essere eseguita sull'intera superficie del torace posizionando la sonda negli spazi intercostali. Inizialmente si orienta la sonda in senso longitudinale in modo da identificare la linea pleurica grazie al "bat sign" (le due coste appaiono come le ali e la linea pleurica, rappresenta il corpo del pipistrello). Una volta individuata la pleura, la sonda può essere ruotata in asse obliquo lungo lo spazio intercostale, consentendo una visualizzazione più ampia e continua della linea pleurica.⁶⁹

Normalmente, l'unica struttura identificabile è la linea pleurica: appare come una sottile linea iperecogena orizzontale, caratterizzata dal movimento di sliding, un movimento orizzontale dovuto allo scivolamento delle due pleure durante la respirazione. In associazione, possono essere osservati artefatti orizzontali ripetitivi, le cosiddette linee A. Mediante l'uso dell'ecografia polmonare si possono identificare:

- Edema, essudato o sangue: in loro presenza compaiono le cosiddette linee B, artefatti verticali iperecogeni che originano dalla linea pleurica, si estendono fino al margine inferiore dello schermo e seguono i movimenti respiratori. La loro presenza è espressione di sindrome interstiziale polmonare.
- Consolidazioni polmonari: il polmone diventa ecograficamente denso, assumendo un aspetto simile a quello di organi parenchimatosi come fegato o milza.

- Pneumotorace: caratterizzato dall'assenza dello sliding pleurico. La conferma ecografica della diagnosi si basa sull'identificazione del "lung point", cioè del punto di transizione tra area con sliding presente e area in cui lo sliding è assente.
- Versamento pleurico: caratterizzato dalla presenza di uno spazio anecogeno tra pleura parietale e viscerale, può essere presente anche il *sinusoid sign*, ovvero il movimento del polmone dentro in versamento. ⁶⁹⁻⁷¹

Il Lung Ultrasound Score (LUS score) è un sistema che permette di valutare in modo semiquantitativo l'aerazione dei polmoni tramite ecografia toracica. Il torace viene diviso in 12 aree, 6 per ciascun emitorace. A ogni area viene assegnato un punteggio in base ai reperti ecografici osservati:

- 0 = polmone normale;
- 1 = linee B non confluenti, occupanti meno del 50% dello spazio intercostale;
- 2 = linee B confluenti, occupanti più del 50% dello spazio intercostale;
- 3 = consolidazione > 1 cm.

La somma dei punteggi delle singole regioni costituisce il LUS score. ⁷²



Figura 8: LUS 0



Figura 9: LUS 1



Figura 10: LUS 2

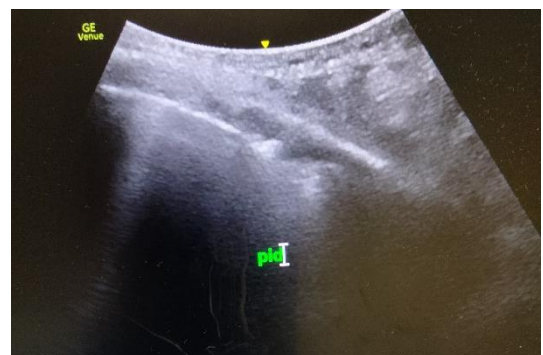


Figura 11: LUS 4

Radiografia del torace

La radiografia del torace rappresenta l'esame diagnostico iniziale più utilizzato nella valutazione d'urgenza del paziente politraumatizzato. Si tratta di un esame semplice da eseguire, rapido, economico e ampiamente disponibile nella maggior parte dei contesti clinici. È utile per l'identificazione di condizioni gravi e potenzialmente letali, come lo pneumotorace iperteso, l'emotorace, il volet costale o per valutare il malposizionamento di presidi endotracheali, drenaggi e cateteri.

La radiografia del torace è fortemente raccomandata in tutti i pazienti con trauma maggiore, soprattutto in presenza di trauma toracico, non è invece obbligatoria nei traumi minori soprattutto in assenza di coinvolgimento toracico e in assenza di segni clinici suggestivi.^{73,74}

Nonostante il suo ampio utilizzo, bisogna ricordare che la radiografia del torace presenta delle importanti limitazioni diagnostiche, con una sensibilità ridotta nell'identificazione delle principali lesioni traumatiche rispetto alla TC. In particolare, circa il 50% delle fratture costali può non essere evidenziato all'esame radiografico, così come una quota significativa di pneumotoraci e gli emotoraci di piccola entità.^{75,76}

Tomografia Computerizzata

La tomografia computerizzata (TC) rappresenta la metodica diagnostica più specifica nella valutazione del trauma toracico e trova indicazione nei pazienti politraumatizzati emodinamicamente stabili, nei casi in cui i reperti alla radiografia del torace e/o all'ecografia risultino dubbi o non conclusivi. Nel 71% casi può evidenziare lesioni in pazienti con RX torace normale e, circa il 37,5% di queste lesioni possono necessitare di interventi salvavita.⁷⁴

I protocolli di TC total body nel trauma includono uno studio iniziale dell'encefalo e del rachide cervicale senza mezzo di contrasto, seguito dall'acquisizione delle immagini di torace, addome e pelvi, con scansioni in fase arteriosa e portale. Questa metodica consente una valutazione completa del paziente politraumatizzato, permettendo l'identificazione e la caratterizzazione delle lesioni d'organo e l'evidenziazione di segni di sanguinamento arterioso attivo.⁷⁷

La tomografia computerizzata (TC) consente una valutazione dettagliata del trauma toracico, con una precisa definizione del numero, della sede e del grado di dislocazione delle fratture costali. È considerata la metodica più affidabile per la diagnosi di rottura diaframmatica e presenta una sensibilità superiore rispetto alla radiografia del torace

nell'identificazione di pneumotorace ed emotorace. Inoltre, permette una accurata localizzazione delle lesioni vascolari e una valutazione estremamente dettagliata del parenchima polmonare, risultando particolarmente utile nei casi di contusione polmonare. Inoltre, è fondamentale per la preparazione ad interventi chirurgici. ^{74,75}

2.7 Gestione ospedaliera: trattamento

Il trauma toracico dovrebbe essere gestito da un team multidisciplinare. I sistemi di emergenza devono essere adeguatamente organizzati e preparati ad affrontarne tutti gli aspetti, al fine di evitare una sottostima della gravità delle lesioni e della loro possibile evoluzione. L'obiettivo primario nella gestione del trauma toracico è la stabilizzazione del paziente, successivamente, l'approccio terapeutico viene guidato dalla tipologia e dalla severità delle lesioni riscontrate. ⁷⁴

2.7.1 Terapia farmacologica

La terapia farmacologica si basa soprattutto sul controllo del dolore.

Il dolore porta all'assunzione di un atteggiamento antalgico involontario che limita l'espansione toracica e può portare all'insorgenza di complicanze respiratorie importanti come polmoniti o alterazioni dell'equilibrio acido-base. È stato dimostrato che una gestione adeguata del dolore può determinare una riduzione della morbilità e della mortalità. Nella fase acuta possono essere somministrati boli di oppioidi a breve durata d'azione. Altre opzioni terapeutiche comprendono i blocchi nervosi intrapleurici, i cerotti transdermici, l'analgesia endovenosa (paracetamolo, oppioidi deboli o forti) e l'analgesia epidurale. ⁷⁸

2.7.2 Ossigenoterapia e supporto ventilatorio

Uno degli obiettivi principali, soprattutto nelle fasi iniziali del trattamento, nella gestione delle lesioni polmonari nei pazienti traumatizzati è garantire un'adeguata ossigenazione, ventilazione. Non esiste una strategia unica applicabile a tutti i pazienti con trauma toracico, ma è fondamentale modulare il trattamento in base al tipo di danno

polmonare e alla presentazione clinica del singolo paziente, al fine di impostare una terapia approccio mirata e personalizzata. ^{74,79}

Le modalità di supporto respiratorio al paziente traumatizzato sono diverse e vanno dalla ventilazione invasiva, alla ventilazione non invasiva, che comprende l'ossigenoterapia, l'ossigenoterapia ad alti flussi nasali (NHF) e la ventilazione non invasiva (NIV). ⁸⁰

Il primo livello di supporto respiratorio è rappresentato dalla semplice somministrazione di O₂. È indicata tipicamente nei pazienti con trauma torico minore che presentano segni di lieve ipossia. L'ossigeno può essere somministrato mediante cannule nasali, maschere semplici o con reservoir e maschera di Venturi. Il target di saturazione di ossigeno è tra 94 e 98%, mentre, nei pazienti a rischio di insufficienza respiratoria ipercapnica (es. BPCO), il target è inferiore, tra 88% e 92%. ^{7,81}

L'ossigenoterapia ad alti flussi nasali (HFNO) fornisce ossigeno umidificato e riscaldato a flussi elevati, fino a 60 L/min, rappresentando un'alternativa alla terapia convenzionale. Rispetto ai sistemi tradizionali, consente una somministrazione più accurata della FiO₂, migliora la clearance delle secrezioni ed è maggiormente tollerata dai pazienti. ⁸²

La ventilazione non invasiva (NIV) eroga pressione positiva attraverso maschere nasali, facciali o caschi. Può essere utilizzata in pazienti collaboranti, emodinamicamente stabili, in assenza di traumi facciali o di rischio elevato di aspirazione.

Nel trauma toracico, la NIV si associa a una riduzione delle complicanze maggiori, della degenza in terapia intensiva e dei tempi di ventilazione rispetto alla ventilazione invasiva. L'efficacia può essere limitata da problemi dell'interfaccia, come perdite d'aria o insorgenza di lesioni cutanee, e dall'assenza di protezione delle vie aeree. In caso di mancata risposta o di deterioramento respiratorio, bisogna ricorrere all'intubazione con ventilazione invasiva. ²⁴

La ventilazione meccanica invasiva rappresenta la prima scelta in caso di trauma toracico associato a grave insufficienza respiratoria, soprattutto quando è necessario anche garantire la protezione delle vie aeree, in presenza di alterazioni dello stato di coscienza o di instabilità emodinamica. Inoltre, è d'obbligo il ricorso alla ventilazione invasiva in caso di mancata risposta a fallimento a strategie di supporto respiratorio non invasive.

La scelta del tubo endotracheale dipende dal tipo di lesione e dalle eventuali necessità chirurgiche successive. Nei pazienti traumatizzati con lesioni facciali, stomaco pieno, instabilità del rachide cervicale, ematoma del collo, lesioni laringee o distress respiratorio può essere necessario un approccio di gestione delle vie aeree più complesso ed avanzato.

79,83

2.7.3 Drenaggio toracico

Il drenaggio toracico rappresenta una delle principali procedure attuate nella gestione del trauma toracico, indicata nei casi di pneumotorace ed emotorace. Il suo obiettivo è l'evacuazione di aria, sangue o altri fluidi dalla cavità pleurica, consentendo la riespansione polmonare e prevenendo lo sviluppo di complicanze.^{74,84}

Il drenaggio toracico è considerato il trattamento di prima scelta nei pazienti con pneumotorace semplice, pneumotorace iperteso ed emotorace traumatico. Nei pazienti stabili con pneumotorace ≤ 2 cm si può adottare un approccio conservativo basato solo sull'osservazione. Nei pazienti emodinamicamente stabili con emotorace è indicato il monitoraggio clinico se la raccolta è <300 mL, e il drenaggio se >500 mL; se invece il paziente è emodinamicamente instabile, deve essere sempre posizionato un drenaggio di grosso calibro, indipendentemente dal volume della raccolta.⁷⁴

Generalmente il drenaggio toracico viene posizionato nell'area delimitata anteriormente dal margine del muscolo grande pettorale, posteriormente dal margine del muscolo gran dorsale, inferiormente dalla linea orizzontale a livello del 4°-5° spazio intercostale e superiormente dalla base dell'ascella. Questo accesso è generalmente considerato il più sicuro per ridurre il rischio di complicanze. La scelta del punto di inserzione può tuttavia variare in base all'indicazione clinica, ad esempio, nel caso di pneumotorace apicale, il drenaggio può essere posizionato nel secondo spazio intercostale sulla linea emiclaveare.

85

I drenaggi sono di varie taglie (misurati in French) e di vari materiali e vengono scelti in base alle caratteristiche del paziente. In genere i drenaggi più piccoli sono utilizzati per il trattamento dello pneumotorace, mentre quelli più grandi vengono spesso utilizzati in caso di emotorace (in questo caso, i tubi più sottili, tendono a lasciare sangue residuo in cavità, con il rischio di successivo sviluppo di un empiema). È stato dimostrato che

l'utilizzo di drenaggi di piccolo calibro è associato a una minore incidenza di complicanze e a una riduzione della durata del drenaggio stesso e della degenza ospedaliera.^{74,85}

2.7.4 Trattamento chirurgico

Solo il 10% dei pazienti con trauma toracico va incontro a un intervento chirurgico, il restante 90%, infatti, può essere trattato con un approccio meno invasivo, basato sul mantenimento della pervietà delle vie aeree, sul supporto con ossigeno, sulle manovre di stabilizzazione e sul drenaggio toracico. Inoltre, bisogna ricordare che un adeguato controllo del dolore rappresenta talvolta il trattamento più semplice e più efficace.⁷⁶

Toracotomia d'emergenza

La toracotomia d'emergenza può essere definita come una toracotomia eseguita immediatamente sul luogo dell'evento traumatico, oppure in Pronto Soccorso o in sala operatoria, facente parte del processo di rianimazione iniziale. Le indicazioni a questa procedura sono in continua evoluzione e, soprattutto nel trauma chiuso, permangono ancora aspetti controversi. La toracotomia d'emergenza permette l'evacuazione di un tamponamento cardiaco, il controllo di un'emorragia intratoracica, la gestione di una massiva embolia gassosa, il massaggio cardiaco a torace aperto e il clampaggio dell'aorta toracica discendente. La procedura non è indicata nei pazienti privi di segni di vita o in condizioni fisiologiche agoniche. Dopo toracotomia d'emergenza, i tassi complessivi di sopravvivenza nei traumi contusivi sono di circa l'1-2%.⁸⁶

La scelta dell'incisione nella toracotomia d'emergenza dipende dal tipo di lesione sospettata e dalla presentazione clinica del paziente. Le due principali vie di accesso sono la via anterolaterale sinistra e la via anterolaterale destra.

La via anterolaterale sinistra, grazie alla sua rapidità e facilità di esecuzione, viene utilizzata soprattutto in caso di arresto cardiaco o rapido deterioramento emodinamico.

Inoltre, permette un'eventuale estensione controlaterale mediante tecnica "clamshell", garantendo un'esposizione più ampia delle strutture intratoraciche.

L'incisione anterolaterale destra, meno rapida, è indicata nei traumi penetranti del lato destro del torace e può essere estesa a livello sternale quando è necessario un accesso più ampio.⁸⁶

VATS (video-assisted thoracic surgery)

La VATS (video-assisted thoracic surgery) è una tecnica mini-invasiva indicata nei pazienti emodinamicamente stabili e in grado di tollerare la ventilazione monopolmonare, utile sia per la diagnosi sia per il trattamento di lesioni specifiche (ad esempio, lesioni diaframmatiche), per il controllo di sanguinamenti o nella stabilizzazione chirurgica delle fratture costali.⁷⁴

3. SCORE PER LA STRATIFICAZIONE DEL RISCHIO NEI PAZIENTI CON TRAUMA TORACICO

Oltre alla valutazione clinica iniziale, nella gestione del paziente traumatizzato rivestono un ruolo importante anche gli strumenti prognostici, utilizzati per stimare la gravità del trauma e la probabilità di sopravvivenza

3.1 Abbreviated Injury Scale (AIS)

L' Abbreviated Injury Scale (AIS) è un sistema di classificazione della gravità delle singole lesioni traumatiche nelle diverse regioni del corpo. Ogni lesione è identificata in base alla regione corporea interessata:

1. Testa e collo;
2. Faccia;
3. Torace;
4. Addome e contenuti pelvici;
5. Estremità e cintura pelvica;
6. Superficie esterna.

Per ciascuna lesione viene attribuito un punteggio viene assegnato un punteggio di gravità che può andare da 1 (assenza di lesione) a 6 (lesione non compatibile con la sopravvivenza). Insieme all' AIS è stato pubblicato un dizionario che al momento contiene la descrizione di più di 500 lesioni.

L' AIS permette quindi una descrizione standardizzata e accurata delle lesioni, ma permette la valutazione di una sola lesione, quindi, non riflette la severità del danno in un paziente con un trauma multiplo. Per questo motivo, partendo dall' AIS si sono sviluppati sistemi più complessi di valutazione come l' Injury Severity Score (ISS).⁸⁷

Abbreviated Injury Scale (AIS) number	Injury Severity
1	No Injury
2	Minor

3	Serius
4	Severe
5	Critical
6	Maximum Injury (cannot be survived)

88

3.2 Injury Severity Score (ISS)

L' Injury Severity Score (ISS) è uno degli indici di gravità più utilizzati in traumatologia. È stato sviluppato nel 1974 per valutare le vittime di incidenti stradali con lesioni multiple. Le osservazioni che portarono alla sua elaborazione furono tre:

- la mortalità aumentava con il grado AIS della lesione più grave;
- la relazione tra grado AIS più grave e mortalità non era lineare ma quadratica;
- la presenza di lesioni in una seconda e terza regione corporea, in pazienti con lo stesso grado AIS per la lesione principale, aumentava ulteriormente il rischio di morte.

Queste osservazioni indicarono la necessità di sviluppare un indice che tenesse che valutasse la gravità complessiva del paziente politraumatizzato, tenendo conto non solo della lesione più grave ma del numero delle regioni corporee coinvolte.

Il calcolo si basa sulla suddivisione del corpo in sei regioni:

1. Testa e collo;
2. Faccia;
3. Torace;
4. Addome e contenuti pelvici;
5. Estremità e cintura pelvica;
6. Superficie esterna.

A ciascuna regione viene assegnato il punteggio AIS della lesione più grave. L'ISS si ottiene sommando i quadrati del grado AIS più alto nelle tre regioni corporee più gravemente colpite.

$$ISS = AIS_1^2 + AIS_2^2 + AIS_3^2$$

Il punteggio varia da 1 a 75, ricordando che un AIS = 6 in qualsiasi regione corporea porta direttamente a ISS=75, indipendentemente dalla gravità delle altre lesioni. Un ISS superiore a 15 identifica convenzionalmente il trauma maggiore.

Dalla sua introduzione, numerosi studi hanno dimostrato la forte correlazione di questo indice con la morbilità e la mortalità, tuttavia, va considerato che si tratta di uno strumento retrospettivo, e che non tiene conto di parametri fisiologici (come l'età o le comorbidity), che possono influenzare significativamente la prognosi.⁸⁷

3.3 New Injury Severity Score (NISS)

Nonostante l'ISS sia l'indicatore di gravità più utilizzato in traumatologia, presenta un limite importante: per ciascuna regione corporea viene preso in considerazione solo il valore AIS della lesione più grave e questo può portare, questo può portare a una sottostima della reale gravità del quadro clinico, soprattutto nei pazienti con lesioni multiple concentrate in una singola regione.

Per correggere questo problema, è stato introdotto il New Injury Severity Score (NISS): a differenza dell'ISS, il NISS somma i quadrati dei valori AIS delle tre lesioni più gravi in assoluto, senza tener conto della regione corporea di appartenenza. Quando le lesioni principali si trovano in regioni diverse, i due punteggi coincidono; la differenza emerge nei casi in cui lesioni gravi si concentrano nella stessa area anatomica, in questo caso, il NISS riesce a catturare meglio la complessità del quadro traumatico.^{89,90}

3.4 Revised Trauma score (RTS)

Il Revised Trauma Score (RTS) è uno degli score più utilizzati per la valutazione prognostica del paziente traumatizzato. È uno score semplice da applicare in quanto non richiede esami strumentali né dispositivi particolari, risultando particolarmente utile in ambito preospedaliero e in pronto soccorso.

Il punteggio, che varia da 0 a 12, si basa su tre parametri fisiologici: la Glasgow Coma Scale (GCS), la pressione arteriosa sistolica (PAS) e la frequenza respiratoria (FR). A ciascun parametro viene assegnato un valore da 0 a 4.

GCS	PAS	FR	Punteggio
13-15	>89	10-29	4
9-12	76-89	>29	3
6-8	50-75	6-9	2
4-5	1-49	1-5	1
3	0	0	0

Esiste anche la versione pesata dell'RTS, nota come RTSc (coded RTS), usata per la predizione prognostica e il calcolo del TRISS. A differenza del T-RTS, in cui i valori codificati vengono semplicemente sommati, nell'RTSc ciascun parametro viene moltiplicato per un coefficiente derivato da regressione logistica, secondo la formula:

$$\text{RTSc} = (0.9368 \times \text{GCS}) + (0.7326 \times \text{PAS}) + (0.2908 \times \text{FR})$$

Il punteggio varia da 0, corrispondente alla massima compromissione, a 7.84, indicativo di parametri vitali nella norma. Il peso maggiore è attribuito alla GCS.

Il New Trauma Score (NTS) rappresenta una revisione dell'RTS: è sempre basato su parametri neurologici, circolatori e respiratori, ma utilizza il valore effettivo della GCS (anziché convertirli in un punteggio da 0 a 4), rivede gli intervalli di pressione arteriosa sistolica e sostituisce la frequenza respiratoria con la saturazione periferica di ossigeno (SpO₂).

Anche l'RTS presenta dei limiti, in particolare, può sottostimare la gravità del quadro clinico in pazienti con lesioni anatomiche gravi ma parametri vitali inizialmente conservati. Per questo motivo, è consigliata la sua integrazione con altri score come l'ISS, in modo da ottenere una stima prognostica più completa e accurata.^{91,92}

3.5 Trauma Injury Severity Score (TRISS)

Il Trauma Injury Severity Score (TRISS) è uno degli strumenti prognostici più utilizzati per la predizione della sopravvivenza nel paziente traumatizzato. Lo score nasce dalla combinazione di parametri fisiologici, forniti dall'RTS, e anatomici, forniti dall'ISS, integrati con l'età del paziente e stratificati in base al meccanismo del trauma, chiuso o penetrante. Rispetto all'RTS da solo, il TRISS ha dimostrato un potere predittivo significativamente superiore.

Il TRISS rimane il predittore di sopravvivenza più consolidato, ma la sua complessità di calcolo e la scarsa applicabilità come strumento di triage sul campo, ne limitano ampiamente l'uso.⁹¹

4. STUDIO CLINICO

4.1 Introduzione

Circa il 60% dei pazienti politraumatizzati presenta lesioni toraciche di gravità variabile, associate a morte nel 25% dei casi.

Il trauma toracico chiuso, definito come una lesione del torace in assenza di soluzione di continuo della parete toracica, rappresenta la forma più frequente di trauma toracico nei Paesi Occidentali, con un'incidenza stimata intorno al 70%.

Sebbene possa associarsi a lesioni potenzialmente letali a carico di diversi organi e apparati, solo il 10% dei traumi toracici richiede interventi chirurgici.¹⁸

Si stima che circa il 30% dei decessi correlati al trauma toracico sia attribuibile all'insorgenza di complicanze precoci o tardive, legate a diagnosi scorrette, a trattamenti inadeguati o alla naturale evoluzione del danno traumatico.⁴¹

L'insufficienza respiratoria è una delle complicanze più temute, può presentarsi in modo insidioso e può evolvere rapidamente fino a necessitare di supporto ventilatorio invasivo.

L'identificazione precoce dei pazienti ad alto rischio di intubazione orotracheale è fondamentale anche per orientare le decisioni assistenziali. In particolare, il riconoscimento di questi soggetti potrebbe permettere un più rapido invio verso centri trauma di livello superiore oppure il ricovero in aree a maggiore intensità di cura o nei centri di terapia intensiva. Tuttavia, al momento non sono disponibili criteri semplici e affidabili per predire precocemente il rischio di intubazione.

In questo contesto, lo studio TRACTIONs (ThoRACiC Trauma IntubatiON risk Score for blunt trauma) si pone l'obiettivo di sviluppare uno score predittivo di intubazione orotracheale nei pazienti con trauma toracico chiuso che non abbiano richiesto intubazione in fase preospedaliera e che non presentino indicazioni immediate all'intubazione secondo la GCS, basandosi sull'analisi di dati clinici, radiologici e laboratoristici valutati nelle prime 6 ore dall'ingresso in Pronto Soccorso.

Questa tesi si pone un obiettivo più ampio, cioè la valutazione di fattori predittivi di outcome sfavorevole nei pazienti con trauma toracico chiuso, considerando come outcome sfavorevole:

- Decesso
- Necessità di ventilazione meccanica non invasiva (NIV);

- Necessità di ventilazione meccanica invasiva (IMV);
- Sviluppo di sindrome da distress respiratorio acuto (ARDS);
- Ricovero in terapia intensiva (ICU).

4.2 Materiali e metodi

Lo studio TRACTION è uno studio prospettico, osservazionale, multicentrico, condotto in diversi centri del Nord Italia (Bologna, Cesena, Genova, Novara, Pisa, Rozzano e Varese). Sono stati considerati eleggibili per l'arruolamento tutti i pazienti con trauma toracico chiuso giunti presso il Pronto Soccorso dei centri partecipanti. Nel presente lavoro, tuttavia, sono stati analizzati esclusivamente i dati dei pazienti reclutati presso il Pronto Soccorso dell'Ospedale San Martino di Genova nel periodo compreso tra il 21/02/2023 e il 01/04/2026.

Criteri di inclusione

- Trauma toracico chiuso con lesione documentabile (T-AIS \geq 2);
- Età \geq 18 anni;
- Glasgow Coma Scale (GCS) $>$ 8 al momento dell'ingresso in PS;
- TC total body eseguita entro 6 ore dall'accesso in PS.

Criteri di esclusione

- Trauma toracico penetrante;
- Età $<$ 18 anni;
- GCS \leq 8 all'accesso in PS;
- Paziente già intubato all'arrivo in PS;
- Indicazione a non intubare, per qualsiasi motivo;
- Intubazione per chirurgia urgente nelle prime 24 ore dall'arrivo in PS.

Dati raccolti

Dopo aver verificato la presenza dei criteri di eleggibilità, i pazienti venivano arruolati entro 24 ore dall'accesso in Pronto Soccorso. Al momento dell'arruolamento, in seguito all'acquisizione del consenso informato scritto, venivano raccolti i seguenti dati:

- Variabili antropometriche: età, sesso, peso e altezza;

- Comorbidità;
- Terapia con farmaci antiaggreganti e/o anticoagulanti;
- Dati pre-ospedalieri:
 - Data e ora del trauma;
 - Dinamica e intenzionalità del trauma;
 - Pressione arteriosa sistolica, frequenza cardiaca, frequenza respiratoria e punteggio GCS.
- Dati rilevati nelle prime 6 ore dall'accesso in Pronto Soccorso:
 - Livello di intensità di cura: OBI, degenza ordinaria, medicina d'urgenza, terapia semi-intensiva, terapia intensiva (ICU)
 - Emogasanalisi arteriosa (considerare i valori peggiori nelle prime 6h);
 - Parametri vitali (considerare i valori peggiori nelle prime 6h);
 - Capacità di tossire (assente, solo se stimolata, spontanea e valida);
 - Stato infettivo da SARS-CoV-2 al momento del ricovero;
 - Referti radiologici (FAST, ecografia toracica e TC del torace);
 - LUS score (punteggio ecografico polmonare);
 - Trasfusioni di emocomponenti e cristalloidi somministrati nelle prime 6 e 24 ore;
 - Somministrazione di acido tranexamico e/o fibrinogeno;
 - Posizionamento di drenaggio toracico nelle prime 24 ore;
 - Terapia analgesica somministrata (paracetamolo e/o FANS, oppioidi deboli/forti, catetere epidurale, blocco paravertebrale con/senza catetere, blocchi anteriori, PCA);
 - Necessità di intervento chirurgico in urgenza o emergenza nelle prime 6 e 24 ore;
 - Necessità di ossigeno e massima FiO₂ necessaria;
 - Necessità di ventilazione non invasiva e relativi parametri (FiO₂, supporto pressorio, PEEP);
 - Intubazione oro-tracheale nelle prime 24 ore;
 - Lesioni toraciche identificate (emotorace, pneumotorace, fratture costali, lesioni cardiache);
- Durante il ricovero, dal giorno dell'accesso fino al settimo giorno (o fino alla dimissione in caso di degenza più breve) i pazienti sono stati sottoposti

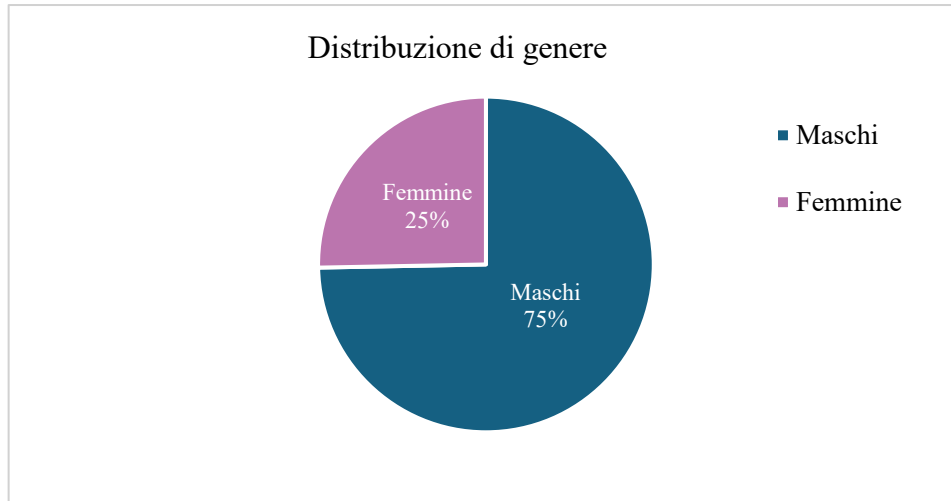
quotidianamente a valutazione ecografica polmonare. Per ciascun emitorace sono stati acquisiti sei campi ecografici (anteriore superiore, anteriore inferiore, laterale superiore, laterale inferiore, posteriore superiore e posteriore inferiore) e le immagini acquisite sono state utilizzate per il calcolo del LUS SCORE regionale e globale. Oltre al LUS SCORE, nei primi 7 giorni di degenza sono stati raccolti giornalmente anche i seguenti dati:

- Peggior valore giornaliero di dolore (NRS);
 - Peggior punteggio GCS;
 - Capacità di tossire (assente, solo se stimolata, spontanea e valida);
 - Terapia analgesica somministrata (paracetamolo e/o FANS, oppioidi deboli/forti, catetere epidurale, blocco paravertebrale con/senza catetere);
 - Necessità di drenaggio toracico;
 - Necessità di intervento chirurgico (con o senza intubazione, 24 h);
 - Necessità di ossigenoterapia o ossigeno ad alti flussi o ventilazione non invasiva o intubazione e durata della ventilazione invasiva;
 - Numero totale di rescue doses somministrate (in equivalenti di morfina);
- Infine, alla dimissione del paziente o al termine dei 7 giorni di ricovero sono stati analizzati gli outcome del ricovero, in particolare:
- Durata della degenza e dell'eventuale ricovero in terapia intensiva;
 - Sviluppo di ARDS;
 - Massimo valore di LUS score registrato;
 - Abbreviated Injury Scale (AIS) (testa, torace, addome, estremità);
 - Injury Severity Score (ISS)
 - Revised Trauma score (RTS);
 - Durata della ventilazione non invasiva;
 - Durata della ventilazione invasiva;
 - Esito alla dimissione (sopravvivenza o decesso).

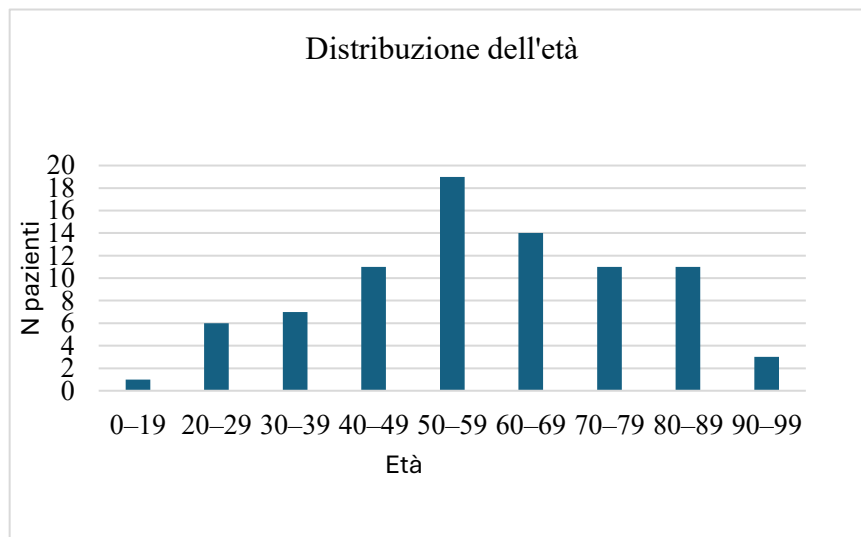
A ciascun paziente è stato assegnato un codice identificativo progressivo, associato al centro di arruolamento, che ha consentito la registrazione dei dati in forma anonima sulla piattaforma REDCap, accessibile a tutti i ricercatori coinvolti nello studio.

4.3 Risultati

Nel periodo compreso tra il 21/02/2023 e il 01/04/2026 sono stati arruolati 83 pazienti, di cui 62 uomini (74,70%) e 21 donne (25,30%).



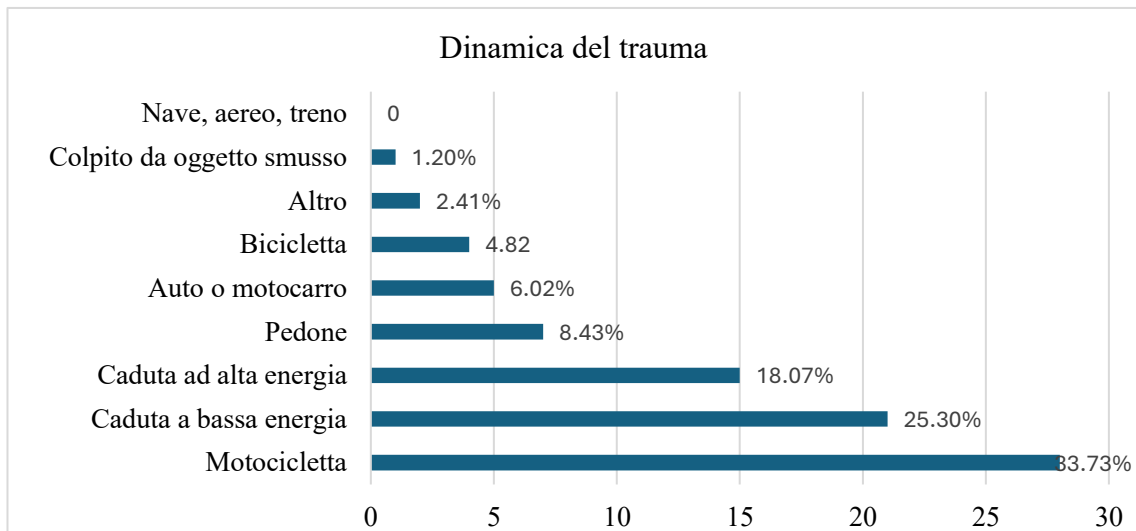
L'età media è risultata di 58,3 anni ($\pm 18,7$). La fascia più rappresentata è quella tra i 50 e i 59 anni, che comprende il 22,9% dei pazienti ($n=19$). Complessivamente, i pazienti con età ≥ 65 anni costituiscono il 34,9% del campione ($n=29$), mentre le fasce più giovani risultano meno rappresentate: solo il 16,9% ($n=14$) ha meno di 40 anni.



Per quanto riguarda la dinamica del trauma, nella maggior parte dei casi è legata agli incidenti motociclistici che rappresentano circa un terzo dei casi (33,73%, $n=28$). Al secondo posto si trovano le cadute a bassa energia (25,3%, $n=21$), seguite dalle cadute ad

alta energia (18,1%, n=15); complessivamente, le cadute costituiscono il 43,4% del campione (n=36), rendendole la categoria eziologica più rappresentata.

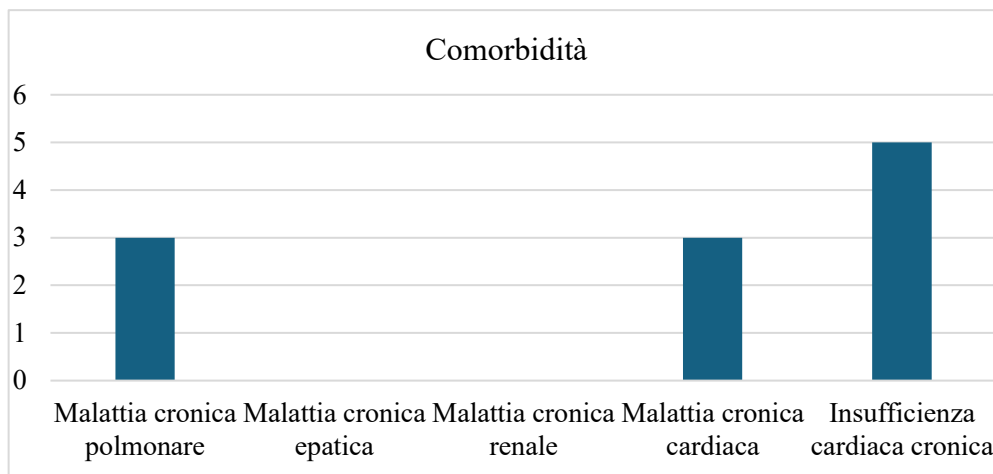
L'8,4% dei casi (n=7) sono correlati a investimenti pedonali, mentre gli incidenti con auto sono solo il 6,0% (n=5). Le dinamiche più rare sono il trauma da impatto con oggetto smusso (1,2%, n=1) e la categoria "altro" (2,4%, n=2). Nessun paziente ha riportato un trauma da mezzo di trasporto aereo, navale o ferroviario.



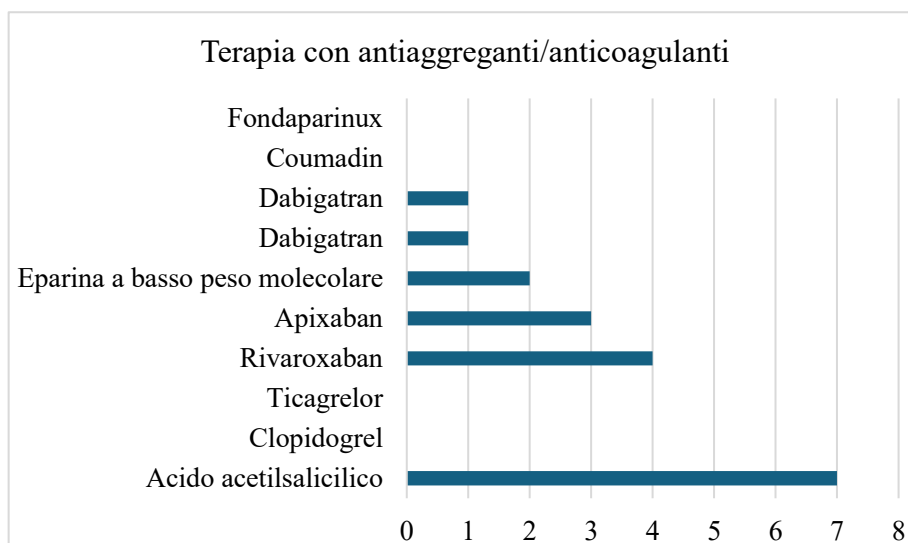
L'analisi statistica ha inoltre dimostrato che l'età dei pazienti varia in modo significativo a seconda della dinamica del trauma: i pazienti vittime di cadute a bassa energia sono risultati i più anziani, con un'età media di 73.4 ± 15.6 anni, al contrario, i pazienti coinvolti in incidenti in motocicletta presentano l'età media più bassa (48.1 ± 15.7 anni).

La quasi totalità dei traumi è stata di natura accidentale (98,8%, n=82), un solo caso è risultato legato ad autolesionismo (1,2%) e non è stato registrato alcun trauma legato a violenza interpersonale.

Solo il 12% (n=10) dei pazienti presentava almeno una comorbidità. La condizione più frequente è stata l'insufficienza cardiaca cronica (n=5; 6,0%), seguita dalla malattia cronica polmonare e dalla malattia cronica cardiaca (n=3 ciascuna; 3,6%). Nessun paziente presentava malattia cronica epatica o renale. Un solo paziente presentava due comorbidità concomitanti.



Al momento del trauma 18 pazienti (21,7%) erano in trattamento con almeno un farmaco antiaggregante o anticoagulante, mentre nessun paziente li assumeva entrambi. I pazienti con terapia anticoagulante (13,3%, n=11) sono più di quelli con terapia antiaggregante (8,4%, n=7). Tra gli antiaggreganti, l'unico farmaco utilizzato è risultato l'acido acetilsalicilico (n=7; 8,4%). Tra gli anticoagulanti prevalevano i DOAC.



I parametri valutati nei pazienti sono stati i seguenti:

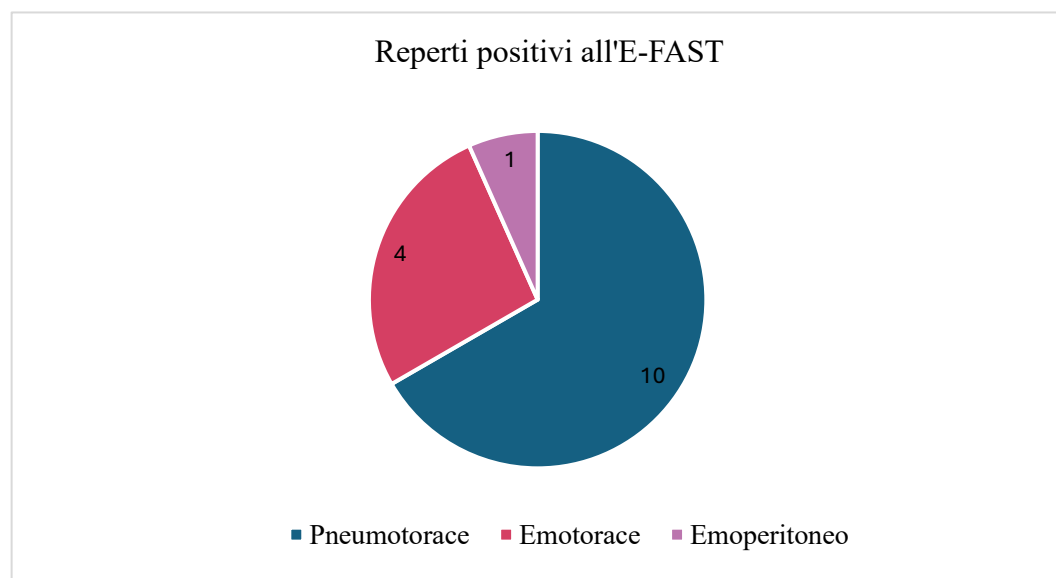
PARAMETRO	VALORE IN PS	VALORE PRE-OSPEDALIERO
PaO₂/FiO₂	384,9 ± 54,0 (su 64 pz)	-
Lac (mmol/L)	1,5 ± 1,0 (su 73 pz)	-
BE (mmol/L)	1,3 ± 2,2 (su 67 pz)	-

SpO2 (%)	96,5 ± 3,0 (su 79 pz)	-
PAS (mmHg)	130,4 ± 21,1 (su 79 pz)	132,5 ± 27,8 (su 63 pz)
FC (bpm)	84,2 ± 13,1 (su 81 pz)	83,0 ± 14,3FR (su 65 pz)
FR (atti/min)	16,1 ± 1,2 (su 72 pz)	16,4 ± 1,6 (su 58 pz)
GCS	14,9 ± 0,4 (su 83 pz)	-

Alcuni parametri non sono disponibili per tutto il campione, ad esempio, alcuni dati emogasanalitici mancano poiché non a tutti i pazienti è stato eseguito un EGA all'ingresso. Il numero di pazienti valutati per ciascun parametro è riportato in tabella.

Il rapporto P/F è stato valutato nei 64 pazienti con emogasanalisi disponibile all'ingresso. Di questi, l'82,81% (n=53) presenta un rapporto P/F > 400, sei pazienti presentano 399 > P/F > 300, 4 pazienti hanno 299 > P/F > 200 e solo 1 paziente ha P/F < 150.

L'E-FAST è stata eseguita a 33 pazienti (39,8%) ed è risultata negativa nel 24% (n=20) dei casi, positiva per almeno un reperto nel 36,4% (n=12) e non diagnostico per scarsa qualità delle immagini nel 3% (n=1). Il reperto positivo più frequente è stato lo pneumotorace (n=10), seguito dall'emotorace (n=4). È stato riscontrato solo un caso di emoperitoneo e nessun caso di tamponamento cardiaco. In 3 pazienti erano presenti contemporaneamente emotorace e pneumotorace.



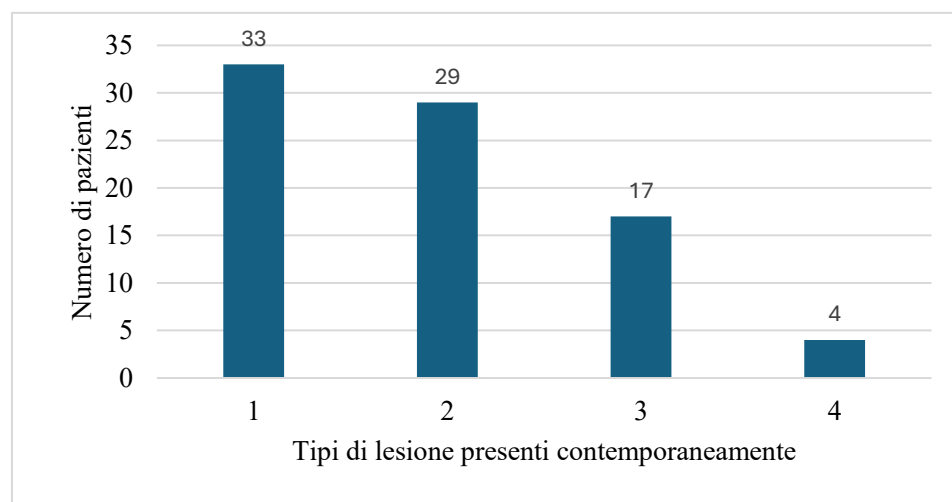
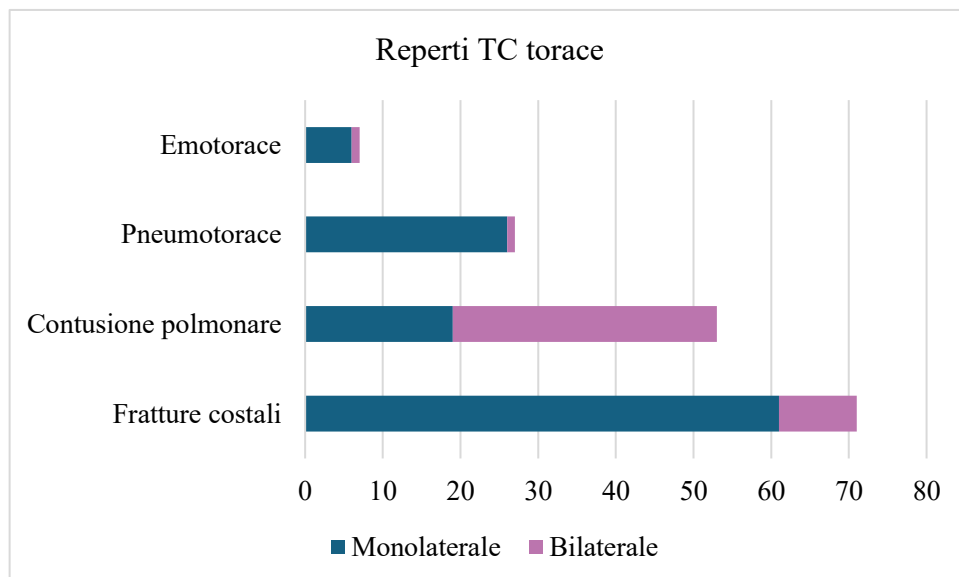
Tutti i pazienti sono stati sottoposti a TC del torace. La frattura costale è stato il reperto più frequente, presente nell'85,5% dei casi (n=71). Tra i pazienti con fratture, la distribuzione è prevalentemente monolaterale (n=61; 85,9%), con un coinvolgimento sostanzialmente sovrapponibile dei due emitoraci (n=30 a destra, n=31 a sinistra), mentre le fratture bilaterali sono meno frequenti (n=10; 14,1%). Il numero di coste fratturate varia da 1 a 17, con un valore mediano di 4.

La contusione polmonare è stata riscontrata in 53 pazienti (63,90%), e nella maggior parte dei casi (n=34) era bilaterale.

27 pazienti presentavano uno pneumotorace all'ingresso, quasi sempre monolaterale (n=26), mentre solo un paziente ha sviluppato uno pneumotorace iperteso.

L'emotorace è risultato meno frequente (n=7; 8,4%), prevalentemente monolaterale.

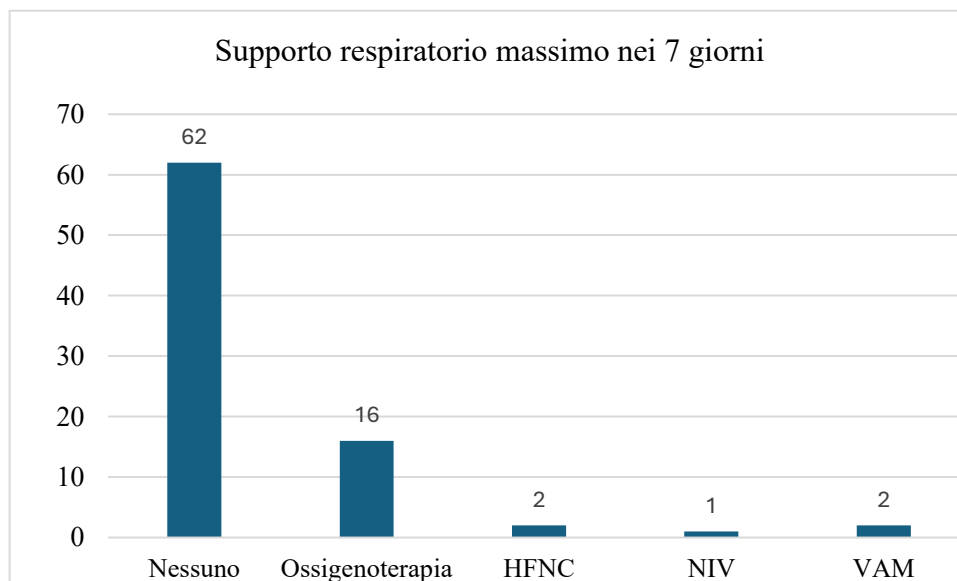
Non sono stati riscontrati casi di volet costale, trauma cardiaco o lesioni vertebrali.



Solo 33 pazienti (39,8%) avevano un'unica tipologia di lesione, mentre i restanti 50 (60,2%) presentavano due o più lesioni contemporaneamente, fino a un massimo di quattro tipi diversi nello stesso paziente (n=4).

Analizzando le procedure effettuate nelle prime 24 ore dall'accesso in Pronto Soccorso, si può notare che solo 2 pazienti hanno ricevuto una trasfusione di sangue, a 33 pazienti è stato somministrato acido tranexamico e solo ad un paziente è stato somministrato fibrinogeno.

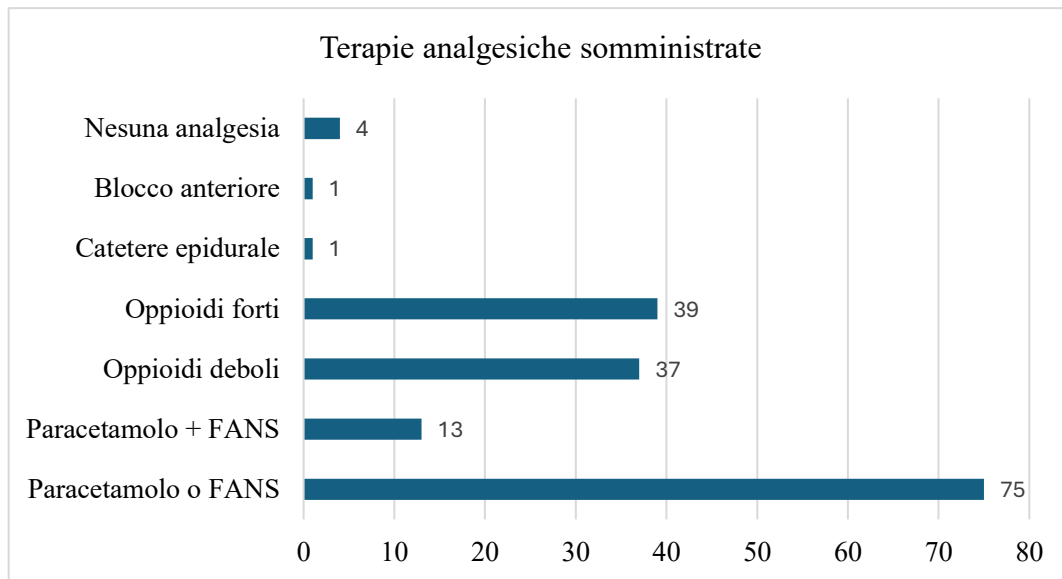
Nella maggioranza dei casi (74,7%, n=62) il trauma toracico non ha richiesto alcun supporto respiratorio, 16 pazienti (19,3%) hanno necessitato della sola ossigenoterapia, Il ricorso a forme avanzate di supporto come HFNC, ventilazione non invasiva e invasiva è stato raro, riguardando complessivamente 5 pazienti (6,0%); di questi, solo n=2 (2,4%) hanno richiesto la ventilazione meccanica invasiva.



Le procedure invasive hanno riguardato in totale 9 pazienti (10,8%):

- 5 (6,0%) hanno solo inserito un drenaggio;
- 2 (2,4%) hanno inserito un drenaggio e sono stati sottoposti a chirurgia;
- 2 (2,4%) sono stati sottoposti a sola chirurgia.

Per concludere l'analisi delle terapie messe in atto, il grafico seguente riassume le diverse strategie analgesiche adottate, considerando tutte le tecniche somministrate a ciascun paziente nel corso della degenza.



Quasi tutti i pazienti hanno ricevuto un trattamento analgesico durante la degenza (n=79; 95,2%); solo in 4 casi (4,8%) non è stata somministrata alcuna analgesia. Sono stati somministrati prevalentemente farmaci sistemici come paracetamolo o FANS, seguiti dagli oppioidi. Le tecniche loco-regionali sono state invece quasi assenti.

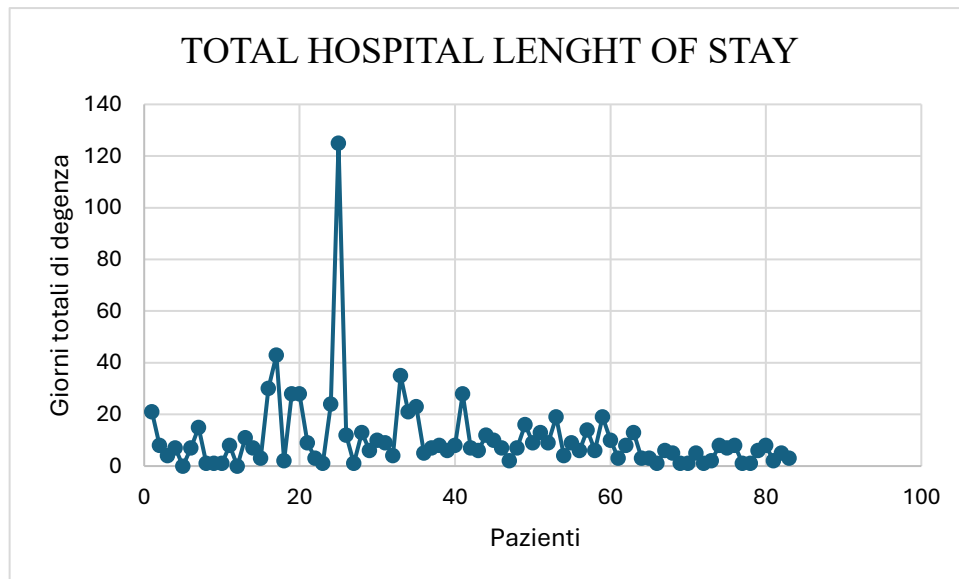
L'uso di oppioidi forti si è associato a una maggiore frequenza di outcome sfavorevole (31,6% vs 7,8%; p=0,015).

Outcome

Gli outcome sfavorevoli nel nostro campione sono stati complessivamente poco frequenti. Si è verificato un solo caso (1,2%) di decesso e un solo caso (1,2%) di ARDS. Anche la necessità di supporto ventilatorio è stata piuttosto rara: due pazienti (2,4%) hanno richiesto la ventilazione non invasiva, per 1 e 4 giorni, e altri due (2,4%) hanno richiesto la ventilazione invasiva, per 1 e 3 giorni. Il ricovero in terapia intensiva ha riguardato 9 pazienti (10,8%), con una durata mediana di 2 giorni.

OUTCOME	N° PAZIENTI	PERCENTUALE
DECESSO	1	1,2%
ARDS	1	1,2%
NIV	2	2,4%
VENTILAZIONE INVASIVA	2	2,4%
RICOVERO ICU	9	10,8%

La degenza ospedaliera complessiva è stata in mediana di 7 giorni con un'ampia variabilità (range 0–125 giorni).



Mentre, tra i pazienti ricoverati in terapia intensiva (n=9), la degenza in ICU ha avuto una durata mediana di 2 giorni.

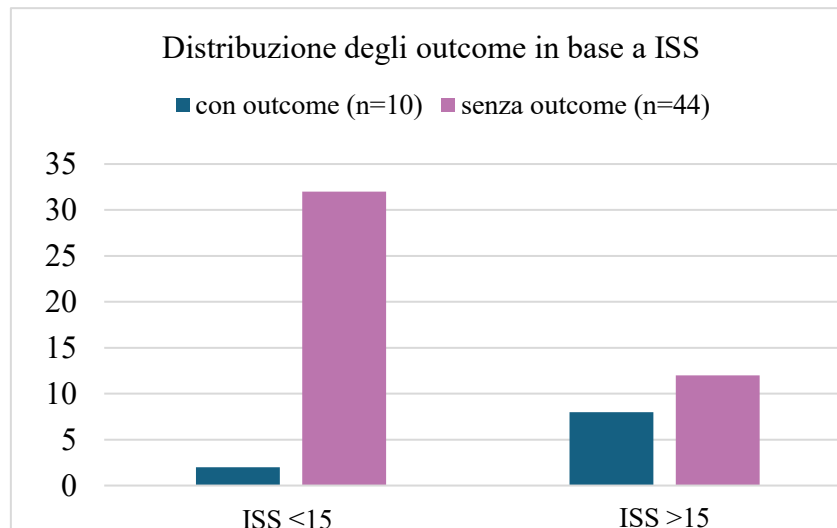
Per individuare eventuali fattori associati a un decorso sfavorevole, le caratteristiche dei pazienti sono state confrontate tra chi ha sviluppato almeno un outcome e chi no.

Variabile	Con outcome (n=11)	Senza outcome (n=72)	p
Dati anamnestici			
Età (anni)	55,0 (46,5–71,0)	58,5 (47,5–72,2)	0,732
Sesso maschile	9 (81,8%)	53 (73,6%)	0,721
Almeno una comorbidità	0 (0,0%)	10 (13,9%)	0,344
Terapia antiaggregante	3 (27,3%)	4 (5,6%)	0,046
Terapia anticoagulante	0 (0,0%)	11 (15,3%)	0,345
Parametri all'ingresso			

Variabile	Con outcome (n=11)	Senza outcome (n=72)	p
P/F < 300	2 (20,0%)	3 (5,6%)	0,170
Lattati (mmol/L)	2,1 (1,0–2,5)	1,2 (0,9–1,8)	0,098
BE (mmol/L)	1,3 (–0,4–2,9)	1,4 (0,3–2,5)	0,860
SpO ₂ (%)	97,0 (92,2–97,8)	97,0 (95,0–98,0)	0,415
PAS minima (mmHg)	130 (120–135)	130 (120–140)	0,402
FC (bpm)	90 (79–96)	83,5 (75–92)	0,324
FR (atti/min)	17 (16–17,5)	16 (15–16)	0,046
GCS	15 (15–15)	15 (15–15)	0,309
Lesioni (TC torace)			
N. coste fratturate	4 (1–4)	3 (1–5)	0,781
Contusione polmonare	9 (81,8%)	44 (61,1%)	0,313
Pneumotorace	3 (27,3%)	24 (33,3%)	1,000
Emotorace	3 (27,3%)	4 (5,6%)	0,046
N. tipi di lesione	2 (1–3)	2 (1–2)	0,530
Procedure			
Drenaggio toracico	2 (18,2%)	5 (6,9%)	0,231
Chirurgia d'emergenza	2 (18,2%)	2 (2,8%)	0,249

Variabili continue espresse come mediana (intervallo interquartile); variabili categoriche come numero (percentuale) di pazienti. Per alcune variabili il dato non era disponibile per tutti i pazienti; numero di pazienti valutabili (con outcome / senza outcome): lattati 11/62, BE 10/57, SpO₂ 10/69, FC 11/70, FR 11/61, P/F 10/54. Per le restanti variabili il dato era completo (11/72).

Nei 54 pazienti con punteggio disponibile, è stata analizzata anche l'associazione tra Injury Severity Score (ISS) e la comparsa di almeno un outcome sfavorevole. In particolare, i pazienti sono stati suddivisi in due gruppi in base al punteggio ISS ≤ 15 o >15 .



I pazienti con ISS >15 hanno sviluppato un outcome sfavorevole più frequentemente rispetto a quelli con ISS ≤15 (8/20, 40,0% contro 2/34, 5,9%; p=0,003 con test esatto di Fisher), con un odds ratio di 10,67 (IC 95% 1,98–57,55).

Tra gli altri punteggi di gravità considerati, sempre calcolati su 54 pazienti, l'AIS addominale è risultato associato all'outcome sfavorevole (p=0,003), mentre l'AIS toracico (p=0,453) e il New Trauma Score (p=0,405) non hanno mostrato alcuna associazione.

4.4 Discussione

Sono stati arruolati 83 pazienti con trauma toracico chiuso giunti al Pronto Soccorso dell'Ospedale San Martino di Genova, allo scopo di individuare i fattori associati a un outcome sfavorevole.

In linea con quanto descritto in letteratura¹⁶, la popolazione del nostro campione è in netta prevalenza maschile (maschi = 74,7%). Gli uomini risultano infatti più frequentemente coinvolti in dinamiche traumatiche, verosimilmente per una maggiore esposizione ad attività e comportamenti a rischio.

L'età media dei pazienti è risultata di 58,3 anni (±18,7), un valore superiore a quello riportato in letteratura (21-50)¹⁶. Il nostro campione comprende infatti una quota rilevante di anziani, con oltre un terzo dei pazienti (34,9%) di età pari o superiore a 65 anni. Questo si spiega verosimilmente con l'invecchiamento demografico che caratterizza il territorio genovese⁹³.

Un dato in apparente contrasto con l'età avanzata della popolazione è la bassa prevalenza di comorbidità: solo il 12% dei pazienti (n=10) presentava almeno una patologia cronica,

prevalentemente di tipo cardiologico. Ciò suggerisce una popolazione complessivamente sana, ma non si può escludere una sottostima legata alla raccolta dei dati.

La dinamica del trauma più frequente è risultata l'incidente motociclistico, seguito dalle cadute a bassa e alta energia. L'elevata frequenza dei traumi in moto potrebbe essere correlata al contesto genovese, dove l'uso di moto e scooter è particolarmente diffuso.

Un dato di interesse riguarda la relazione tra dinamica ed età: i pazienti vittime di caduta a bassa energia sono più anziani, con un'età media di 73,4 anni \pm 15.6 anni, mentre quelli coinvolti in incidenti motociclistici sono più giovani, con età media di 48,1 anni \pm 15.7 anni. Questa differenza è coerente con quanto descritto in letteratura ^{14,94} e si spiega, almeno in parte, con la fragilità della popolazione anziana, nella quale anche una caduta a bassa energia può determinare un trauma toracico rilevante.

L'E-FAST è stata eseguita in 33 pazienti su 83 (39,8%). Nei pazienti in cui è stata effettuata, l'ecografia ha mostrato una buona capacità di identificare le lesioni pleuriche rispetto alla TC: ha individuato infatti 10 dei 12 pneumotoraci e tutti e 4 gli emotoraci successivamente confermati alla tomografia. Va tuttavia sottolineato che l'esame è stato eseguito in meno della metà dei pazienti. In una casistica per lo più stabile, è probabile che in molti casi si sia preferito passare direttamente alla TC, più sensibile e facilmente disponibile. Inoltre, va ricordato che l'E-FAST è un esame operatore-dipendente e la sua esecuzione è legata alla presenza di personale addestrato.

Per quanto riguarda le lesioni, le fratture costali, come descritto in letteratura ¹³ si sono confermate il reperto più frequente (85,5%), seguite dalle contusioni polmonari (63,9%), dallo pneumotorace (32,5%) e dall'emotorace (8,4%). Nel nostro campione, tuttavia, a differenza di quanto riportato in altri studi, il numero di fratture costali non si è associato a un outcome sfavorevole.

La maggior parte dei pazienti non ha richiesto alcun supporto respiratorio (74,7%). Tra coloro che ne hanno avuto bisogno, l'ossigenoterapia è stata la forma più frequente (19,3%), mentre il ricorso a forme di supporto avanzato, come alti flussi e ventilazione non invasiva o invasiva, si è limitato a pochi casi (6,0%). Anche le procedure invasive sono state poco frequenti: il drenaggio toracico è stato eseguito in 7 pazienti (8,4%) e un intervento chirurgico d'emergenza in 4, per un totale di 9 pazienti. Questi dati confermano il profilo di una casistica a prevalente bassa gravità

L'uso di oppioidi forti è risultato associato all'outcome sfavorevole ($p=0,015$). Tale associazione, tuttavia, va interpretata con cautela: gli oppioidi forti vengono somministrati ai pazienti con maggiore intensità del dolore, e dunque tendenzialmente

più gravi. Più che un fattore di rischio, il loro impiego rappresenta verosimilmente un marcatore indiretto della gravità clinica.

Complessivamente, solo 11 pazienti (13,3%) hanno sviluppato almeno un outcome sfavorevole. I singoli eventi sono stati poco frequenti: un decesso, un caso di ARDS, due pazienti trattati con ventilazione non invasiva, due con ventilazione invasiva e nove pazienti ricoverati in terapia intensiva. La bassa incidenza di esiti sfavorevoli è coerente con il profilo prevalentemente non critico della casistica. I singoli esiti, presi separatamente, sarebbero stati troppo rari per consentire analisi statistiche affidabili; dunque, si è preferito analizzare i fattori di rischio in relazione allo sviluppo di almeno un outcome sfavorevole.

I dati di maggior interesse emersi, riguardano i fattori associati ad outcome sfavorevole. Considerati singolarmente, i vari parametri clinici, laboratoristici o radiologici, non hanno mostrato associazioni solide con l'esito. Solo tre fattori, rappresentati da emotorace, frequenza respiratoria e terapia antiaggregante, presentavano associazioni borderline, ma si tratta di risultati poco affidabili, in quanto basati su pochissimi eventi e, in alcuni casi, su differenze cliniche minime. La frequenza respiratoria, ad esempio, mostrava una differenza di un solo atto al minuto tra i due gruppi (17 contro 16): una differenza statisticamente rilevabile ma clinicamente trascurabile. Per l'emotorace e la terapia antiaggregante, invece, l'associazione poggiava su appena 3 pazienti: troppo pochi perché il dato possa considerarsi stabile. Dunque, più che veri fattori di rischio, rappresentano spunti da approfondire in studi più ampi.

L'unico fattore che si è dimostrato solidamente associato allo sviluppo di outcome sfavorevole è l'Injury Severity Score (ISS): i pazienti con un valore ISS > 15 (soglia comunemente utilizzata per definire il trauma maggiore) hanno sviluppato più frequentemente un outcome sfavorevole (8/20 = 40,0% contro 2/34 = 5,9%; p=0,003). Poiché l'ISS non misura solo la gravità del torace, ma quella dell'intero trauma, il fatto che sia proprio questo indice, e non i singoli reperti toracici, ad associarsi all'esito, fa pensare che, nel paziente con trauma toracico, l'esito dipenda più dalla gravità complessiva del trauma che dall'entità della sola componente toracica. Questa interpretazione sembra sostenuta anche dai dati sui punteggi AIS, l'unico distretto associato ad outcome sfavorevole, infatti, è risultato quello addominale (p=0,003), indicando che il coinvolgimento extra-toracico, peserebbe di più sul decorso rispetto alla gravità delle lesioni del torace. Resta il fatto che l'associazione con l'AIS addominale si fonda su soli 10 pazienti, un numero troppo limitato per trarre conclusioni definitive.

L'assenza di associazione tra AIS toracico e outcome ($p=0,453$) dipende probabilmente dalla popolazione studiata. Trattandosi di soli traumi toracici, l'AIS toracico risulta elevato nella quasi totalità dei pazienti: presentando quindi valori sovrapponibili nei due gruppi, non riesce a discriminare chi avrà un decorso peggiore.

Il mancato riscontro di un'associazione tra New Trauma Score e outcome ($p=0,405$) dipende, almeno in parte, da un limite stesso dello score. Questo punteggio, infatti, riflette lo stato del paziente all'ingresso e tende a sottostimare la gravità in pazienti stabili ma con lesioni anatomiche rilevanti. È un limite che emerge soprattutto in una casistica come la nostra, composta principalmente da pazienti stabili all'arrivo.

Limiti

Lo studio presenta alcuni limiti che ne condizionano l'interpretazione. Il limite principale è legato alla bassa incidenza di outcome sfavorevoli nel nostro campione: i soli undici eventi osservati hanno ridotto la potenza statistica delle analisi, rendendo difficile rilevare associazioni reali. La bassa incidenza degli outcome incide anche sui risultati ottenuti, ad esempio, l'associazione tra ISS elevato e outcome sfavorevole è risultata statisticamente significativa ($p=0,003$), ma le stime ottenute risultano poco precise, come dimostrato dagli ampi intervalli di confidenza (odds ratio di 10,67 - IC 95% 1,98–57,55). Trattandosi infine di una subanalisi condotta nel solo centro di Genova, i risultati risentono della natura monocentrica dello studio e vanno confermati in altri contesti.

4.5 Conclusioni

In questa casistica di pazienti con trauma toracico chiuso, caratterizzata da una bassa incidenza di outcome sfavorevoli, la gravità globale del trauma, espressa dall'ISS, è risultata il principale fattore associato all'outcome.

I parametri clinici, laboratoristici e radiologici, considerati singolarmente, non hanno mostrato associazioni solide con lo sviluppo di almeno un outcome. Anche l'AIS toracico, indice della gravità delle lesioni del torace, non ha mostrato associazioni, al contrario dell'AIS addominale e dell'ISS.

Questi dati sembrerebbero suggerire che, nel paziente con trauma toracico, la gravità complessiva pesi più dell'entità del danno toracico in sé e che gli indici di gravità complessiva, potrebbero rivelarsi più informativi della valutazione della sola componente toracica.

Il ridotto numero di eventi limita tuttavia la solidità di queste conclusioni. Saranno necessarie casistiche più ampie, idealmente multicentriche e con un numero maggiore di esiti sfavorevoli, per confermare il ruolo degli indici di gravità globale e per chiarire il peso dei singoli fattori.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Injury surveillance guidelines / edited by: Y. Holder ... [et al.]. Accessed April 16, 2026. <https://iris.who.int/items/cfcb9149-e98f-45ef-851f-38606b6dba1b>
2. Halvachizadeh S, Mariani D, Pfeifer R. Impact of trauma on society. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2025;51(1):155. doi:10.1007/s00068-025-02824-8
3. Maerz LL, Davis KA, Rosenbaum SH. Trauma. *Int Anesthesiol Clin.* 2009;47(1):25. doi:10.1097/AIA.0b013e3181950030
4. Gunst M, Ghaemmaghani V, Gruszecki A, Urban J, Frankel H, Shafi S. Changing epidemiology of trauma deaths leads to a bimodal distribution. *Proc Bayl Univ Med Cent.* 2010;23(4):349-354. doi:10.1080/08998280.2010.11928649
5. American College of Surgeons. *ATLS: Advanced Trauma Life Support - Student Course Manual.* 10th Edition. 2018.
6. Thompson L, Hill M, Shaw G. Defining major trauma: a literature review. *Br Paramed J.* 2019;4(1):22-30. doi:10.29045/14784726.2019.06.4.1.22
7. Chiaranda, Paoli. *Urgenze Ed Emergenze - Istituzioni.* Quinta edizione. Piccin; 2022.
8. Upadhyaya GK, Iyengar KP, Jain VK, Garg R. Evolving concepts and strategies in the management of polytrauma patients. *J Clin Orthop Trauma.* 2021;12(1):58-65. doi:10.1016/j.jcot.2020.10.021
9. Iyengar KP, Venkatesan AS, Jain VK, Shashidhara MK, Elbana H, Botchu R. Risks in the Management of Polytrauma Patients: Clinical Insights. *Orthop Res Rev.* 2023;15:27-38. doi:10.2147/ORR.S340532
10. Zhang C, Zhang P, Chen D, et al. Is polytrauma really just a simple accident? Recurrent characteristic of polytrauma. *Arch Public Health.* 2024;82(1):226. doi:10.1186/s13690-024-01460-9
11. Mistry RN, Moore JE. Management of blunt thoracic trauma. *BJA Educ.* 2022;22(11):432-439. doi:10.1016/j.bjae.2022.08.002
12. Coccolini F, Cremonini C, Moore EE, et al. Thoracic trauma WSES-AAST guidelines. *World J Emerg Surg.* 2025;20(1):78. doi:10.1186/s13017-025-00651-1

13. Lundin A, Akram SK, Berg L, Göransson KE, Enocson A. Thoracic injuries in trauma patients: epidemiology and its influence on mortality. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2022;30(1):69. doi:10.1186/s13049-022-01058-6
14. Ludwig C, Koryllos A. Management of chest trauma. *J Thorac Dis.* 2017;9(Suppl 3):S172-S177. doi:10.21037/jtd.2017.03.52
15. Monaco M, Mondello B, Barone M, et al. [Thoracic trauma: incidence, social and economic costs, educational opportunities. Experience on the last eight years of Thoracic Surgical Unit of Messina University]. *Il G Chir.* 2008;29(11-12):488-492.
16. Epidemiological Pattern of Blunt Trauma Chest in Western India. doi:10.4103/am.am_27_20
17. Peek J, Beks RB, Hietbrink F, et al. Epidemiology and outcome of rib fractures: a nationwide study in the Netherlands. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2022;48(1):265-271. doi:10.1007/s00068-020-01412-2
18. Dogrul BN, Kiliccalan I, Asci ES, Peker SC. Blunt trauma related chest wall and pulmonary injuries: An overview. *Chin J Traumatol Zhonghua Chuang Shang Za Zhi.* 2020;23(3):125-138. doi:10.1016/j.cjtee.2020.04.003
19. Eghbalzadeh K, Sabashnikov A, Zerriouh M, et al. Blunt chest trauma: a clinical chameleon. Published online May 1, 2018. doi:10.1136/heartjnl-2017-312111
20. Lapostolle F, Gere C, Borron SW, et al. Prognostic factors in victims of falls from height*. *Crit Care Med.* 2005;33(6):1239. doi:10.1097/01.CCM.0000164564.11989.C3
21. Bertoglio P, Guerrera F, Viti A, et al. Chest drain and thoracotomy for chest trauma. *J Thorac Dis.* 2019;11(Suppl 2):S186-S191. doi:10.21037/jtd.2019.01.53
22. Martinez T, Boye M, Py N, Swiech A, Boutonnet M, Pasquier P. Blast, lesioni da esplosione. *EMC - Anest-Rianim.* 2020;25(3):1-10. doi:10.1016/S1283-0771(20)44009-5
23. Panoramica sui traumi del torace - Traumi; avvelenamento. Manuali MSD Edizione Professionisti. Accessed May 2, 2026. <https://www.msmanuals.com/it/professionale/traumi-avvelenamento/trauma-toracico/panoramica-sui-traumi-del-torace>
24. Richter T, Ragaller M. Ventilation in chest trauma. *J Emerg Trauma Shock.* 2011;4(2):251-259. doi:10.4103/0974-2700.82215
25. Dupuy C, Martinez T, Duranteau O, et al. Comparison of the lethal triad and the lethal diamond in severe trauma patients: a multicenter cohort. *World J Emerg Surg.* 2025;20(1):2. doi:10.1186/s13017-024-00572-5
26. Blunt Chest Trauma Clinical Presentation: History and Physical Examination. Accessed May 4, 2026. <https://emedicine.medscape.com/article/428723-clinical>
27. Contusione - Significato ed etimologia - Vocabolario. Treccani. Accessed May 5, 2026. <https://www.treccani.it/vocabolario/contusione/>

28. Palas J, Matos AP, Mascarenhas V, Herédia V, Ramalho M. Multidetector Computer Tomography: Evaluation of Blunt Chest Trauma in Adults. *Radiol Res Pract.* 2014;2014:864369. doi:10.1155/2014/864369
29. Bemelman M, Kruijf MW de, Baal M van, Leenen L. Rib Fractures: To Fix or Not to Fix? An Evidence-Based Algorithm. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg.* 2017;50(4):229. doi:10.5090/kjtcs.2017.50.4.229
30. Pettiford BL, Luketich JD, Landreneau RJ. The Management of Flail Chest. *Thorac Surg Clin.* 2007;17(1):25-33. doi:10.1016/j.thorsurg.2007.02.005
31. Doyle JE, Diaz-Gutierrez I. Traumatic sternal fractures: a narrative review. *Mediastinum.* 2021;5:34. doi:10.21037/med-21-27
32. Ganie FA, Lone H, Lone GN, et al. Lung Contusion: A Clinico-Pathological Entity with Unpredictable Clinical Course. *Bull Emerg Trauma.* 2013;1(1):7-16.
33. Rendeki S, Molnár TF. Pulmonary contusion. *J Thorac Dis.* 2019;11(Suppl 2):S141-S151. doi:10.21037/jtd.2018.11.53
34. Sharma A, Jindal P. Principles of diagnosis and management of traumatic pneumothorax. *J Emerg Trauma Shock.* 2008;1(1):34-41. doi:10.4103/0974-2700.41789
35. Hemothorax - Injuries; Poisoning. MSD Manual Professional Edition. Accessed June 5, 2026. <https://www.msdmanuals.com/professional/injuries-poisoning/thoracic-trauma/hemothorax>
36. Nair L, Winkle B, Senanayake E. Managing blunt cardiac injury. *J Cardiothorac Surg.* 2023;18(1):71. doi:10.1186/s13019-023-02146-z
37. Assaf M, Abdalla A, Shaltout AE, et al. Pericardial Tamponade in Trauma: A Systematic Review of Diagnosis, Emergency Management, and Surgical Outcomes. *Cureus.* 17(9):e91921. doi:10.7759/cureus.91921
38. Mazzaccaro D, Righini P, Fancoli F, et al. Blunt Thoracic Aortic Injury. *J Clin Med.* 2023;12(8):2903. doi:10.3390/jcm12082903
39. Eren S, Kantarcı M, Okur A. Imaging of diaphragmatic rupture after trauma. *Clin Radiol.* 2006;61(6):467-477. doi:10.1016/j.crad.2006.02.006
40. Sudarshan M, Cassivi SD. Management of traumatic esophageal injuries. *J Thorac Dis.* 2019;11(Suppl 2):S172-S176. doi:10.21037/jtd.2018.10.86
41. İliklerden DM, Çobanoğlu U, Sayır F, İliklerden ÜH. Late complications due to thoracic traumas. *Turk J Trauma Emerg Surg.* 2022;28(3):328-335. doi:10.14744/tjtes.2020.07242
42. Thille AW, Balen F, Carteaux G, et al. Oxygen therapy and noninvasive respiratory supports in acute hypoxemic respiratory failure: a narrative review. *Ann Intensive Care.* 2024;14(1):158. doi:10.1186/s13613-024-01389-w
43. Judith E. Tintinalli. *Tintinalli's Emergency Medicine.* Ninth Edition.

44. Panoramica sull'insufficienza respiratoria - Medicina di terapia intensiva. Manuali MSD Edizione Professionisti. Accessed June 7, 2026. <https://www.msmanuals.com/it/professionale/medicina-di-terapia-intensiva/insufficienza-respiratoria-e-ventilazione-meccanica/panoramica-sull-insufficienza-respiratoria>
45. Vlachou C, Argiriadou H, Amaniti A, Grosomanidis V, Gkouletsa E, Sarridou D. Acute respiratory distress syndrome in trauma patients—Treatment interventions and risks. *Injury*. 2026;57(4):113113. doi:10.1016/j.injury.2026.113113
46. Ferguson ND, Fan E, Camporota L, et al. The Berlin definition of ARDS: an expanded rationale, justification, and supplementary material. *Intensive Care Med*. 2012;38(10):1573-1582. doi:10.1007/s00134-012-2682-1
47. Anna Maria Ferrari, Cinzia Barletta. *Medicina Di Emergenza Urgenza - Il Sapere e Il Saper Fare Del Medico Di Emergenza Tra Linee Guida, Percorsi Clinico Assistenziali e Rete Dell'emergenza*. Elsevier Srl; 2011.
48. The Golden Hour: The Critical Time Between Life and Death. Think Global Health. Accessed June 16, 2026. <https://www.thinkglobalhealth.org/article/golden-hour-critical-time-between-life-and-death>
49. Lerner EB, Moscati RM. The golden hour: scientific fact or medical “urban legend”? *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med*. 2001;8(7):758-760. doi:10.1111/j.1553-2712.2001.tb00201.x
50. Planas JH, Waseem M, Sigmon DF. Trauma Primary Survey. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing; 2026. Accessed June 16, 2026. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430800/>
51. Kostiuk M, Burns B. Trauma Assessment. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing; 2026. Accessed June 16, 2026. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK555913/>
52. Kool DR, Blickman JG. Advanced Trauma Life Support®. ABCDE from a radiological point of view. *Emerg Radiol*. 2007;14(3):135-141. doi:10.1007/s10140-007-0633-x
53. Zemaitis MR, Planas JH, Waseem M. Trauma Secondary Survey. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing; 2026. Accessed June 17, 2026. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441902/>
54. (PDF) Rapid Extrication versus the Kendrick Extrication Device (KED): Comparison of Techniques Used After Motor Vehicle Collisions. *ResearchGate*. Published online February 21, 2026. doi:10.5811/westjem.2015.1.21851
55. Rice AD, Hannan PL, Kamara M iye, et al. Use of Long Spinal Board Post-Application of Protocol for Spinal Motion Restriction for Spinal Cord Injury. *West J Emerg Med*. 2024;25(5):793-799. doi:10.5811/westjem.18342
56. Milland K, Al-Dhahir MA. EMS Long Spine Board Immobilization. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing; 2026. Accessed June 17, 2026. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK567763/>

57. SBAR Tool: Situation-Background-Assessment-Recommendation | Institute for Healthcare Improvement. Accessed June 18, 2026. <https://www.ihl.org/library/tools/sbar-tool-situation-background-assessment-recommendation>
58. Coccolini F, Cremonini C, Moore EE, et al. Thoracic trauma WSES-AAST guidelines. *World J Emerg Surg.* 2025;20(1):78. doi:10.1186/s13017-025-00651-1
59. Lodhia JV, Eyre L, Smith M, Toth L, Troxler M, Milton RS. Management of thoracic trauma. *Anaesthesia.* 2023;78(2):225-235. doi:10.1111/anae.15934
60. Castro D, Patil SM, Zubair M, Keenaghan M. Arterial Blood Gas. In: *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing; 2024. Accessed June 18, 2026. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK536919/>
61. Carlino MV, Guarino M, Izzo A, et al. Arterial blood gas analysis utility in predicting lung injury in blunt chest trauma. *Respir Physiol Neurobiol.* 2020;274:103363. doi:10.1016/j.resp.2019.103363
62. (PDF) [Blood gas analysis and dyspnea.]. *ResearchGate.* Accessed June 18, 2026. https://www.researchgate.net/publication/233892226_Blood_gas_analysis_and_dyspnea
63. Qi J, Bao L, Yang P, Chen D. Comparison of base excess, lactate and pH predicting 72-h mortality of multiple trauma. *BMC Emerg Med.* 2021;21(1):80. doi:10.1186/s12873-021-00465-9
64. Jain A, Waseem M. Thoracic Trauma. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing; 2026. Accessed June 18, 2026. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482194/>
65. Mirka H, Ferda J, Baxa J. Multidetector computed tomography of chest trauma: indications, technique and interpretation. *Insights Imaging.* 2012;3(5):433-449. doi:10.1007/s13244-012-0187-7
66. [opencriticalcare.org. Image Library. Open Critical Care.](https://opencriticalcare.org/image-library/) Accessed June 21, 2026. <https://opencriticalcare.org/image-library/>
67. Planquart F, Marcaggi E, Blondonnet R, et al. Appropriateness of Initial Course of Action in the Management of Blunt Trauma Based on a Diagnostic Workup Including an Extended Ultrasonography Scan. *JAMA Netw Open.* 2022;5(12):e2245432. doi:10.1001/jamanetworkopen.2022.45432
68. Desai N, Harris T. Extended focused assessment with sonography in trauma. *BJA Educ.* 2018;18(2):57-62. doi:10.1016/j.bjae.2017.10.003
69. Gargani L, Volpicelli G. How I do it: Lung ultrasound. *Cardiovasc Ultrasound.* 2014;12(1):25. doi:10.1186/1476-7120-12-25
70. Savoia P, Jayanthi SK, Chammas MC. Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST). *J Med Ultrasound.* 2023;31(2):101-106. doi:10.4103/jmu.jmu_12_23
71. Rovida S, Orso D, Naeem S, Vetrugno L, Volpicelli G. Lung ultrasound in blunt chest trauma: A clinical review. *Ultrasound.* 2022;30(1):72-79. doi:10.1177/1742271X21994604

72. Interoperator Reliability of Lung Ultrasound during the COVID-19 Pandemic | Request PDF. *ResearchGate*. doi:10.1055/a-1452-8379
73. Oikonomou A, Prassopoulos P. CT imaging of blunt chest trauma. *Insights Imaging*. 2011;2(3):281-295. doi:10.1007/s13244-011-0072-9
74. Coccolini F, Cremonini C, Moore EE, et al. Thoracic trauma WSES-AAST guidelines. *World J Emerg Surg WJES*. 2025;20:78. doi:10.1186/s13017-025-00651-1
75. Cassuto J, Ezuddin N, Danton G. Blunt Chest Trauma: A Radiologic Approach and Review. *Curr Radiol Rep*. 2018;6(7):23. doi:10.1007/s40134-018-0279-3
76. Dogrul BN, Kiliccalan I, Asci ES, Peker SC. Blunt trauma related chest wall and pulmonary injuries: An overview. *Chin J Traumatol*. 2020;23(3):125-138. doi:10.1016/j.cjtee.2020.04.003
77. Mistry RN, Moore JE. Management of blunt thoracic trauma. *BJA Educ*. 2022;22(11):432-439. doi:10.1016/j.bjae.2022.08.002
78. Jain A, Waseem M. Thoracic Trauma. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing; 2026. Accessed June 18, 2026. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482194/>
79. Richter T, Ragaller M. Ventilation in chest trauma. *J Emerg Trauma Shock*. 2011;4(2):251-259. doi:10.4103/0974-2700.82215
80. Spinelli E, Mauri T, Beitler JR, Pesenti A, Brodie D. Respiratory drive in the acute respiratory distress syndrome: pathophysiology, monitoring, and therapeutic interventions. *Intensive Care Med*. 2020;46(4):606-618. doi:10.1007/s00134-020-05942-6
81. Guideline: oxygen use in healthcare and emergency settings. Accessed June 19, 2026. <https://www.brit-thoracic.org.uk/clinical-resources/guidelines/emergency-oxygen/>
82. Seow D, Khor YH, Khung SW, et al. High-flow nasal oxygen therapy compared with conventional oxygen therapy in hospitalised patients with respiratory illness: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Respir Res*. 2024;11(1):e002342. doi:10.1136/bmjresp-2024-002342
83. Lodhia JV, Eyre L, Smith M, Toth L, Troxler M, Milton RS. Management of thoracic trauma. *Anaesthesia*. 2023;78(2):225-235. doi:10.1111/anae.15934
84. Roebker JA, Kord A, Chan K, Rao R, Ray CE, Ristagno R. Chest Tube Placement and Management: A Practical Review. *Semin Interv Radiol*. 2023;40(2):231-239. doi:10.1055/s-0043-1768680
85. Comprehensive Review of Chest Tube Management: JAMA Surgery. Ovid. doi:10.1001/jamasurg.2021.7050
86. Hunt PA, Greaves I, Owens WA. Emergency thoracotomy in thoracic trauma—a review. *Injury*. 2006;37(1):1-19. doi:10.1016/j.injury.2005.02.014
87. Greenspan L, McLELLAN BA, Greig H. Abbreviated Injury Scale and Injury Severity Score: A Scoring Chart. *J Trauma Acute Care Surg*. 1985;25(1):60.

88. Table 1 Abbreviated Injury scale (AIS) Number. ResearchGate. Accessed June 19, 2026. https://www.researchgate.net/figure/Abbreviated-Injury-scale-AIS-Number_tbl1_34179369
89. GARCIA MF, GOMES RT, PUGLIESI EC, et al. Comparison between Injury Severity Score (ISS) and New Injury Severity Score (NISS) in predicting mortality of thoracic trauma in a tertiary hospital. *Rev Colégio Bras Cir.* 51:e20243652. doi:10.1590/0100-6991e-20243652-en
90. Jin H, Zhang Y, Zhang Q, et al. Comparison of Injury Severity Score (ISS) and New Injury Severity Score (NISS) in the Evaluation of Thoracic Trauma Patients: A Retrospective Cohort Study. *Emerg Med Int.* 2024;2024:4861308. doi:10.1155/2024/4861308
91. Jeong JH, Park YJ, Kim DH, et al. The new trauma score (NTS): a modification of the revised trauma score for better trauma mortality prediction. *BMC Surg.* 2017;17:77. doi:10.1186/s12893-017-0272-4
92. Table 2 Revised Trauma Score (RTS) 3. ResearchGate. Accessed June 20, 2026. https://www.researchgate.net/figure/Revised-Trauma-Score-RTS-3_tbl2_6225114
93. ISTAT. Censimento popolazione liguria 2024.
94. Lundin A, Akram SK, Berg L, Göransson KE, Enocson A. Thoracic injuries in trauma patients: epidemiology and its influence on mortality. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2022;30(1):69. doi:10.1186/s13049-022-01058-6

