



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)

**“Sub-analisi dello studio sperimentale prospettico
multicentrico TRACTION: andamento della
Numerical Rating Scale (NRS) nel paziente con trauma
toracico”**

Relatore

Prof. Roberto Pontremoli

Correlatore

Dott. Stefano Sartini

Candidata

Cecilia Gironi

anno accademico 2025/2026

INDICE

| | |
|---|----|
| IL TRAUMA TORACICO: INQUADRAMENTO E GESTIONE | 4 |
| Definizione di trauma toracico..... | 4 |
| Trauma maggiore e politrauma | 4 |
| Score di gravità del trauma..... | 4 |
| Epidemiologia | 5 |
| Eziologia | 6 |
| Fisiopatologia..... | 6 |
| Quadro clinico e complicanze | 7 |
| Lesioni della parete toracica..... | 7 |
| Lesioni della pleura | 9 |
| Lesioni del parenchima polmonare | 12 |
| Lesioni tracheobronchiali | 13 |
| Lesioni cardiache..... | 14 |
| Lesioni dei grossi vasi | 15 |
| Lesione del diaframma | 16 |
| ARDS post traumatica..... | 17 |
| Gestione pre ospedaliera | 19 |
| Il fattore tempo | 19 |
| Fase di anticipazione | 21 |
| Valutazione della scena e triage | 21 |
| Valutazione primaria | 23 |
| Valutazione secondaria..... | 27 |
| Sistemi di immobilizzazione e trasporto | 28 |
| Gestione ospedaliera | 32 |
| Diagnosi..... | 32 |
| EGA | 32 |
| Inquadramento dell'insufficienza respiratoria | 34 |
| Imaging | 35 |
| RX..... | 35 |
| TC..... | 39 |
| e-FAST | 42 |
| Ecografia del torace con LUS score..... | 44 |
| Trattamento..... | 50 |
| Controllo del dolore | 50 |

| | |
|--|----|
| Supporto respiratorio | 50 |
| Drenaggio toracico..... | 52 |
| Radiologia interventistica | 53 |
| ANALGESIA NEL TRAUMA TORACICO | 55 |
| Scale di valutazione del dolore | 55 |
| Analgesia sistemica | 57 |
| Paracetamolo | 58 |
| FANS | 58 |
| Oppioidi..... | 59 |
| Analgesia loco-regionale..... | 60 |
| Blocco del piano erettore spinale (ESP) | 60 |
| Blocchi toracici anteriori (Serratus, PECS I, PECS II) | 61 |
| Blocco dei nervi intercostali (ICNB)..... | 62 |
| Analgesia epidurale | 63 |
| Blocco paravertebrale..... | 64 |
| STUDIO CLINICO..... | 65 |
| Introduzione | 65 |
| Materiali e metodi | 66 |
| Risultati | 69 |
| Discussione | 79 |
| Conclusioni | 84 |
| BIBLIOGRAFIA | 86 |

IL TRAUMA TORACICO: INQUADRAMENTO E GESTIONE

Definizione di trauma toracico

Con il termine trauma (dal greco τραῦμα, "ferita"), in medicina, si indica una lesione prodotta nell'organismo da un qualsiasi agente capace di azione improvvisa, rapida e violenta.¹

Nello specifico, con trauma "toracico" si intende una lesione a livello della regione anatomica compresa tra collo e addome, delimitata superiormente dalla linea cervico-toracica, inferiormente dalla linea toraco-addominale e lateralmente dalla linea toraco-appendicolare.²

Dal punto di vista descrittivo si distinguono le pareti e la cavità toracica, nella quale sono contenuti organi vitali come cuore, polmoni e grossi vasi, nonché altri organi del mediastino (timo, esofago, trachea, bronchi, linfonodi mediastinici).³

Trauma maggiore e politrauma

Per quanto riguarda il trauma maggiore, esso viene definito come una condizione che provoca una o più lesioni, di cui almeno una in grado di determinare un rischio immediato o potenziale per la sopravvivenza o per un'inabilità grave. Il trauma maggiore può essere mono-distrettuale oppure poli-distrettuale e, comunemente, il trauma maggiore poli-distrettuale viene definito "politrauma".^{4,5}

Il trauma maggiore viene identificato sulla base del punteggio ISS (*Injury Severity Score*) > 15, che considera la gravità delle lesioni traumatiche presenti in più regioni corporee.

Per quanto riguarda il politrauma, invece, è stata elaborata una definizione più specifica, la Definizione di Berlino, che integra il danno nei vari distretti corporei con dei reperti laboratoristici. In particolare, si definisce politrauma quando ci sono almeno due lesioni dei vari distretti corporei con AIS ≥ 3 e almeno uno dei seguenti parametri: ipotensione (PAS < 90 mmHg), perdita di coscienza (GCS < 8), acidosi (eccesso di basi ≤ 6), coagulopatia (tempo di tromboplastina parziale > 0,40 sec o INR $\geq 1,4$) ed età (≥ 70 anni).⁶

Score di gravità del trauma

Per classificare il tipo e la gravità delle lesioni traumatiche sono stati creati diversi score, in particolare nel 1971 è stata creata la AIS (*Abbreviated Injury Scale*). Si tratta di una scala numerica di gravità delle lesioni, che va da 1 (lesione lieve) a 6 (lesione massima -

non compatibile con la sopravvivenza). Le lesioni vengono valutate per ciascuna regione del corpo, in totale nove (testa, volto, collo, torace, addome, spina dorsale, arti superiori, arti inferiori, altre regioni e area esterna).⁷

Successivamente, per le lesioni multiple, è stato sviluppato l'ISS (*Injury Severity Score*), un punteggio riassuntivo basato sull'AIS, in cui le regioni corporee vengono raggruppate, passando da nove a sei (testa e collo, volto, torace, addome, estremità e pelvi, area esterna). Per calcolare l'ISS si sommano i quadrati dei punteggi più alti in ciascuna delle tre regioni del corpo più gravemente lesionate. L'ISS è stato creato come strumento per prevedere la mortalità, ma si è rivelato utile anche nella previsione di altri *outcome*, come la durata della degenza in ospedale e i costi.⁷

Il punteggio dell'ISS varia tra 1 e 75, se ad una regione viene assegnato un punteggio di 6, automaticamente il punteggio viene portato al massimo finale di 75 punti, indipendentemente dalla presenza di altre lesioni. Per convenzione si parla di trauma maggiore quando il paziente ha un ISS >15, soglia predittiva di una mortalità del 10%.⁸

Tuttavia l'ISS presenta diversi limiti, legati al fatto che non prende in considerazione l'età del paziente e le sue condizioni preesistenti, fattori che possono influenzare la prognosi.⁷

Inoltre, se in un singolo distretto corporeo coesistono più lesioni, esse non possono essere valutate nella loro interezza e il rischio è quello di sottostimare la gravità del quadro del paziente. Per ovviare a questa problematica è stato proposto il NISS (*New Injury Severity Score*), che considera le tre lesioni più gravi derivanti dal trauma, indipendentemente dalla regione corporea in cui si trovano. Quindi, nei casi in cui le lesioni principali si trovano in sedi diverse, i valori di ISS e NISS sono gli stessi, mentre la differenza si verifica quando il trauma provoca più di una lesione grave in una singola regione corporea, poiché le lesioni rilevanti presenti nello stesso segmento saranno considerate solo dal NISS.⁹

Epidemiologia

Il trauma è la terza causa di morte in tutte le fasce d'età, dopo le malattie cardiovascolari e il cancro, ed è la causa di decesso più comune nel paziente di età inferiore ai 40 anni.¹⁰

Il trauma toracico interessa circa il 60% dei pazienti politraumatizzati e rappresenta la principale causa di decesso nel 25% dei casi.¹⁰ In Italia si stimano approssimativamente 4.000 morti ogni anno e i decessi, registrati quasi sempre nelle prime ore dal trauma o

durante il trasporto in ospedale, sono direttamente correlati a lesioni del cuore e dei grossi vasi, a tamponamento cardiaco o ad ostruzione delle vie aeree.¹¹

Eziologia

I traumi toracici possono essere distinti convenzionalmente in penetranti (aperti) e contusivi (chiusi), in rapporto all'instaurarsi o meno di un'abnorme comunicazione tra l'esterno e il cavo pleurico.¹¹ I traumi penetranti causano lesioni che compromettono l'integrità dei tessuti, mentre i traumi contusivi possono creare danni alle strutture e agli organi sottostanti al tessuto, senza comprometterne l'integrità.¹⁰ I traumi contusivi sono molto più frequenti dei traumi penetranti e costituiscono circa il 90% dei traumi toracici.¹² Per quanto riguarda l'eziologia dei traumi contusivi, gli incidenti stradali rappresentano la causa più comune costituendo circa l'80% del totale. Un restante 20% comprende gli incidenti domestici (ad esempio le cadute accidentali), gli incidenti sul lavoro e le aggressioni fisiche.

I traumi penetranti, invece, sono spesso causati da armi da fuoco (pistole, fucili), armi bianche (strumenti da punta, taglio e contusione) e corpi estranei (schegge o oggetti di altra natura).¹¹

Fisiopatologia

I meccanismi che danno origine a un trauma toracico sono la rapida accelerazione/decelerazione, l'impatto diretto e la compressione:

- La decelerazione rapida è solitamente l'evento che caratterizza gli incidenti stradali o le cadute dall'alto: il grado di trauma esterno non consente di predire la severità delle lesioni interne, per cui bisogna sempre porre il sospetto clinico di trauma cardiaco o vascolare.
- L'impatto diretto nei traumi chiusi può causare fratture localizzate a carico di coste, sterno o scapola, con lesioni associate del parenchima polmonare, contusione cardiaca o pneumotorace.
- La compressione del torace da parte di un oggetto molto pesante, che impedisce i movimenti respiratori e causa un marcato aumento della pressione nelle vene del torace superiore, può determinare asfissia traumatica.¹¹

Nei traumi contusivi più gravi si associano meccanismi di decelerazione, impatto diretto e compressione, che spesso determinano fratture multiple in coste adiacenti.¹¹

Quadro clinico e complicanze

Il trauma toracico può provocare un'ampia gamma di lesioni e alcune di esse possono verificarsi anche in assenza di danno visibile alla gabbia toracica o ad altri distretti corporei.

Lesioni della parete toracica

Nelle lesioni della parete toracica rientrano le fratture, che rappresentano la lesione più frequente dei traumi toracici contusivi, infatti uno studio condotto su 4205 pazienti traumatizzati ha evidenziato che l'incidenza di fratture di coste, sterno e clavicola nei traumi toracici è del 36,1%.¹³

Le fratture costali isolate solitamente non sono fatali, anche se spesso sono accompagnate da altre lesioni che riguardano la pleura e il tessuto polmonare. Il numero di fratture costali e l'età del paziente traumatizzato sono gli indicatori più importanti di mortalità e morbilità. I pazienti con 3 o più fratture costali, anche se isolate, hanno un rischio aumentato di complicanze come contusioni polmonari e polmonite.¹⁴

La costa interessata si frattura solitamente nel punto di impatto o nella piega posterolaterale, che è la parte più vulnerabile.

Le prime due coste sono attaccate saldamente al sistema muscolo-scheletrico, pertanto è difficile che vadano incontro a frattura, tuttavia in caso di rottura di quest'ultime la mortalità sale al 36%, poiché possono causare lesioni ai vasi succlavi e al plesso brachiale.¹⁰

Al contrario, le coste nella zona mediana, cioè dalla quarta alla nona, sono fortemente esposte a traumi contusivi e si associano anch'esse a lesioni della pleura e del parenchima polmonare. Infine le ultime due coste, sebbene siano più mobili e vadano incontro meno frequentemente a rottura, possono determinare lesioni agli organi addominali come fegato, milza e reni.¹⁰

Le conseguenze legate alle fratture ossee nei traumi toracici chiusi riguardano l'ipoventilazione dovuta al dolore, che non permette un'adeguata eliminazione delle secrezioni, l'alterazione degli scambi gassosi e l'alterazione della meccanica respiratoria.¹⁵

Il *volet* costale è una condizione in cui tre o più coste contigue sono fratturate almeno in due parti. Si verifica quando un segmento della parete toracica è disconnesso dal resto della parete toracica. Man mano che il segmento del *volet* perde la sua continuità, la parete toracica si muove paradossalmente in direzioni diverse durante l'inspirazione e l'espiazione, in particolare durante l'inspirazione le coste si muovono verso l'esterno, mentre il *volet* si muove verso l'interno; durante l'espiazione avviene il contrario. Questo viene chiamato movimento paradossale e può rendere difficile la respirazione, causando insufficienza respiratoria.¹⁰

Il *volet* è spesso causato da un trauma contusivo al torace, come colpi diretti, cadute dall'alto e incidenti stradali. Di solito non è isolato, ma associato ad altre lesioni che coinvolgono sia gli organi extratoracici che il polmone, e in questi pazienti con lesioni associate il tasso di mortalità varia tra il 10% e il 20%.¹⁶

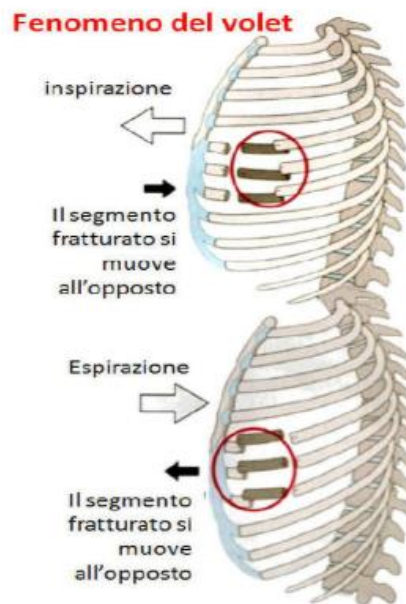


Figura 1

Le fratture sternali si verificano in circa l'8% dei traumi toracici chiusi e solitamente avvengono a seguito di incidenti automobilistici, per effetto dell'urto sul volante.¹⁷

Questo tipo di fratture possono causare lesioni vascolari, contusioni polmonari e miocardiche e possono associarsi a lesioni craniche, fratture spinali e traumi degli arti.

Le fratture di clavicola rappresentano circa il 2-5% di tutte le fratture negli adulti. Si tratta di una struttura anatomica che decorre in stretta vicinanza alla pleura apicale, al plesso brachiale e ai vasi succlavi (arteria e vena). In caso di frattura, soprattutto a carico del

terzo medio, i frammenti ossei possono dislocarsi e lesionare queste strutture profonde, con possibili complicanze di natura vascolare, neurologica o respiratoria.

Le fratture di clavicola sono solitamente evidenti all'esame iniziale, poiché l'arto interessato viene tenuto vicino al corpo e i pazienti spesso riferiscono dolore localizzato in corrispondenza del sito di frattura. All'esame obiettivo può essere presente una deformità visibile o palpabile intorno alla clavicola, con ecchimosi e dolorabilità alla palpazione.¹⁸

Lesioni della pleura

Le lesioni della pleura sono lo pneumotorace e l'emotorace.

Lo pneumotorace è una condizione clinica causata dalla presenza di aria tra la pleura viscerale e la pleura parietale, quindi aria intrappolata tra il polmone e la parete toracica.

Lo pneumotorace viene classicamente suddiviso in spontaneo e non spontaneo.¹⁹

Quello spontaneo si verifica senza alcun trauma precedente o cause scatenanti evidenti.

Lo pneumotorace spontaneo che si manifesta in pazienti senza patologie polmonari preesistenti è definito pneumotorace spontaneo primario (PSP), mentre lo pneumotorace spontaneo secondario (SSP) si riferisce a quello che si sviluppa in presenza di una patologia polmonare preesistente, come la BPCO o la fibrosi cistica.

Lo pneumotorace non spontaneo viene classificato come traumatico (non iatrogeno) e iatrogeno. Lo pneumotorace non iatrogeno può svilupparsi in seguito a traumi contusivi o penetranti al torace, non correlati ad alcuna procedura medica, mentre quello iatrogeno deriva da interventi medici, come agoaspirazione transtoracica, cateterismo della vena succlavia, toracentesi, biopsia e ventilazione meccanica.^{10,19}

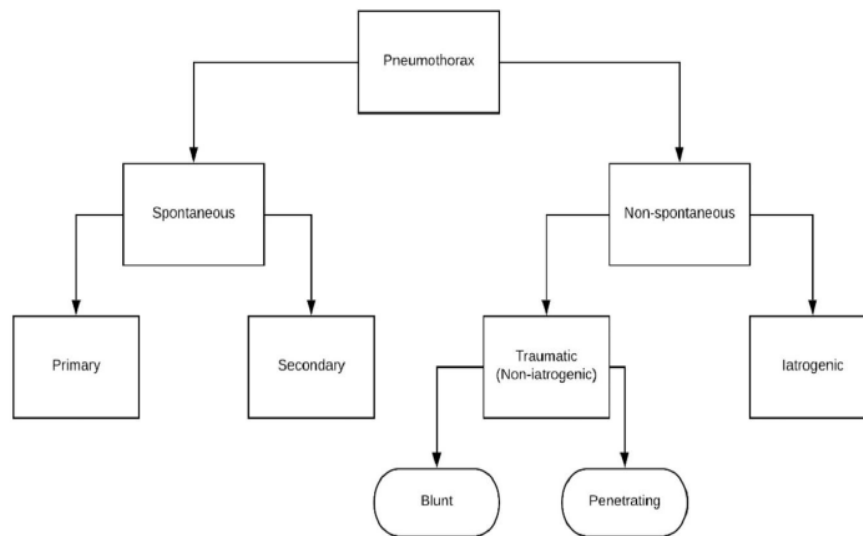


Figura 2, classificazione dello pneumotorace ¹⁰

Per quanto riguarda lo pneumotorace traumatico, si tratta della seconda lesione più comune, dopo la frattura costale, che si verifica in seguito a trauma toracico.

E' la lesione potenzialmente letale più comune nei traumi toracici contusivi e può essere riscontrato nel 40-50% dei pazienti con tutti i tipi di trauma toracico.²⁰

Lo pneumotorace può verificarsi in caso di trauma toracico chiuso tramite quattro meccanismi:

- 1) rottura alveolare dovuta ad aumento della pressione alveolare;
- 2) effetto sacchetto di carta, che si verifica quando l'epiglottide si chiude durante un improvviso aumento della pressione nell'albero tracheobronchiale;
- 3) lesione da accelerazione-decelerazione;
- 4) fratture costali che danneggiano la pleura.

Inizialmente i pazienti presentano dolore toracico, dispnea, tachipnea e tachicardia, accompagnati da reperti evidenziabili all'esame obiettivo come l'ipertimpanismo e la riduzione del murmure vescicolare dal lato dello pneumotorace. Più tardivamente, si osservano altri segni come la diminuzione dello stato di coscienza, l'ipotensione, il turgore delle vene giugulari e la cianosi.¹⁰

Fino al 51% dei pazienti traumatizzati che si presentano al pronto soccorso hanno un pneumotorace occulto, cioè non visibile alla radiografia toracica iniziale, ma rilevabile in seguito, tramite ulteriori indagini di diagnostica per immagini, ad esempio tramite TAC.¹⁹

La complicanza più temuta è lo pneumotorace iperteso, condizione in cui l'aria entra nello spazio pleurico a ogni inspirazione, ma non riesce a fuoriuscire da esso a causa del meccanismo a valvola unidirezionale.¹⁰ A seguito del continuo accumulo di aria nella

pleura, il polmone collassa, l'ipossia diventa grave e si verifica ipotensione. Segni caratteristici sono la deviazione tracheale, il turgore delle giugulari e la presenza di enfisema sottocutaneo (sensazione di “neve che scricchiola”). Viene coinvolto anche l'altro polmone, poiché il polmone collassato scivola sul lato opposto determinando collasso cardiovascolare e instabilità emodinamica. Lo sviluppo dello pneumotorace iperteso è solitamente un'emergenza medica che richiede un intervento tempestivo, mediante diverse tecniche di drenaggio toracico per alleviare la pressione intrapleurica.¹⁹

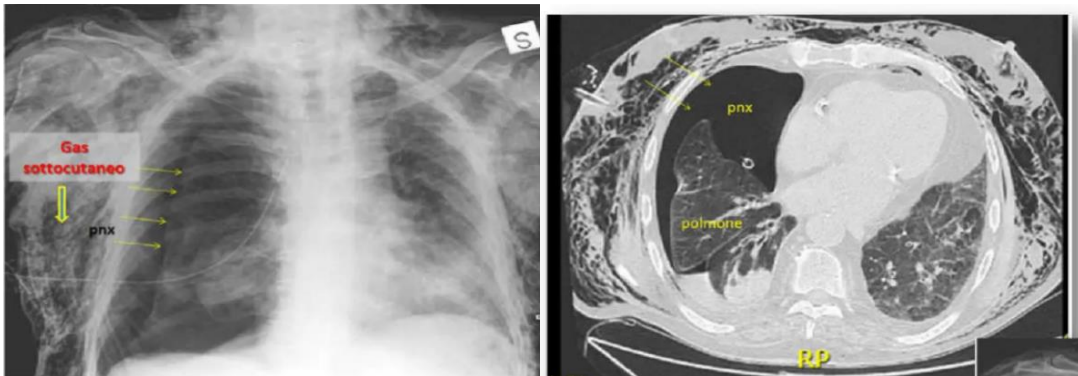


Figura 3, immagini RX e TC dello pneumotorace

L'emotorace, invece, è caratterizzato dalla presenza di sangue tra la pleura viscerale e quella parietale, in particolare si parla di emotorace quando l'ematocrito del liquido pleurico è maggiore o uguale al 50% dell'ematocrito del sangue periferico, altrimenti si definisce versamento pleurico ematico.

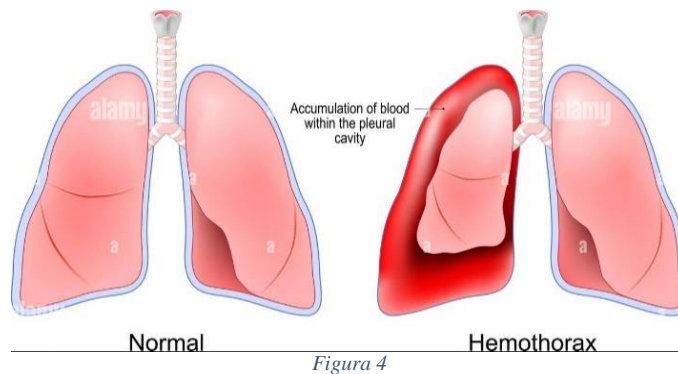
Nello spazio pleurico possono accumularsi fino a 6 litri di sangue, pertanto i pazienti possono sviluppare segni di ipovolemia e instabilità emodinamica. Allo stesso tempo, l'emotorace può causare atelettasia polmonare e difficoltà respiratoria.¹⁰

L'emotorace può essere causato da molti fattori, ma la causa più comune è il trauma. Solitamente, nei traumi contusivi, è provocato da lesioni ai vasi intercostali o ai vasi polmonari interparenchimali dovute a fratture costali, tuttavia può svilupparsi anche in assenza di fratture costali o, più raramente, a seguito di fratture vertebrali.¹⁰

Secondo la letteratura il tasso di emo/pneumotorace è del 6,7% nei pazienti traumatizzati senza fratture costali, mentre del 24,9% in quelli con una o due fratture costali e dell'81,4% in quelli con più di due fratture costali.²¹

I segni, all'esame obiettivo, che possono suggerire la presenza di un emotorace sono: collasso delle vene giugulari, ipotensione, tachicardia, riduzione del murmure vescicolare e ottusità alla percussione nella zona interessata.

Solitamente i pazienti vengono gestiti mediante il posizionamento di un drenaggio toracico. Nei casi di emotorace massivo, definito dalla perdita di più di 1500 mL di sangue al momento del posizionamento del primo drenaggio oppure da una perdita continua superiore a 200 mL all'ora per 2-4 ore, la toracotomia è l'intervento di scelta.²²



Lesioni del parenchima polmonare

Delle lesioni del parenchima polmonare verranno trattate la contusione e la lacerazione polmonare.

La contusione polmonare è una condizione che comporta una lesione della membrana alveolo-capillare con conseguente emorragia alveolare, senza lacerazione o distruzione del parenchima polmonare.²³

L'incidenza della contusione polmonare nei pazienti con trauma toracico contusivo varia tra il 17% e il 75%. È frequente soprattutto nei traumi ad alta velocità causati da incidenti automobilistici ed è solitamente associata a fratture costali.¹⁰

L'emorragia alveolare determina un accumulo di sangue e altri fluidi all'interno del tessuto polmonare e questo eccesso di liquidi interferisce con lo scambio gassoso causando ipossia. In particolare, dal punto di vista fisiopatologico, si verifica un'alterazione del rapporto ventilazione/perfusione, un aumento dello shunt intrapolmonare, un danno polmonare segmentale e una perdita di compliance.²⁴

A seguito della presenza di sangue negli alveoli si verifica un'importante reazione infiammatoria, che nel 50-60% dei pazienti determina un'ARDS (sindrome da distress respiratorio acuto) bilaterale. In merito allo sviluppo di quest'ultima, si è visto che l'ecografia polmonare può essere uno strumento utile ad identificare i pazienti traumatizzati a rischio di sviluppare ARDS.²⁵

Clinicamente i pazienti con contusione polmonare presentano ipossiemia, ipercapnia e difficoltà respiratoria.

La contusione guarisce per lo più da sola con cure di supporto, ossigeno supplementare e stretto monitoraggio, nessuna terapia farmacologica è efficace. In alcuni casi potrebbero essere necessarie l'intubazione e la ventilazione meccanica invasiva.²⁴



Figura 5, aree di consolidamento ed edema evidenziate dalla TC toracica

La lacerazione polmonare è una lesione che si verifica nel tessuto parenchimale del polmone, al contrario della contusione polmonare in cui la struttura parenchimale è intatta. L'incidenza di lacerazione polmonare nel trauma toracico chiuso varia tra il 4,4% e il 12%.

A seguito della lacerazione, il sangue circolante può passare nelle vie aeree e nella cavità toracica e il paziente può avere uno shock emorragico. Se la lacerazione si estende alla cavità pleurica si possono sviluppare pneumotorace o emotorace.

Le lacerazioni polmonari guariscono più tardi delle contusioni e possono durare diversi mesi.¹⁰

Lesioni tracheobronchiali

Si considerano lesioni tracheobronchiali la lesione della trachea, dei bronchi e dell'albero tracheobronchiale. Sebbene la lesione tracheobronchiale sia rara, è la conseguenza più grave di un trauma toracico e ha un decorso fatale. L'incidenza di lesioni tracheobronchiali varia dallo 0,8% al 5%, tuttavia è molto difficile da stimare poiché la maggior parte dei pazienti muore prima di raggiungere un ospedale o sviluppa complicanze mortali dopo la lesione.¹⁰

I pazienti possono presentare dispnea, emottisi, stridore, enfisema sottocutaneo-mediastinico e difficoltà respiratoria. La lesione più comunemente associata alla lesione tracheobronchiale è la perforazione esofagea, data la sua stretta vicinanza anatomica.²⁶ La diagnosi radiologica di lesione tracheobronchiale è difficile poiché, la maggior parte, avviene vicino alla carena (entro 2,5 cm). La TAC può essere utile, ma la broncoscopia è il metodo più valido per una diagnosi precoce.²⁶

Lesioni cardiache

Tra le lesioni cardiache più gravi rientrano il tamponamento cardiaco e la contusione miocardica.

Il tamponamento cardiaco è una sindrome pericardica caratterizzata dalla compromissione del riempimento diastolico ventricolare, causata da un versamento pericardico di entità variabile.²⁷

Nel 1935, il Dr. Claude Beck descrisse una triade di segni per il tamponamento pericardico acuto, composta da ipotensione, turgore delle giugulari e riduzione dei toni cardiaci. Successivamente in letteratura sono stati documentati altri segni di tamponamento, come il polso paradossale (variazione della pressione sistolica di 12 mmHg con la respirazione), i reperti radiografici di un aumento della silhouette pericardica, le alterazioni all'ECG (basso voltaggio del QRS, tachicardia, depressione del PR e alterazioni di P, QRS e/o T e ST-T), l'edema periferico, lo sfregamento pericardico e l'epatomegalia.²⁸

In realtà si è visto che la triade di Beck non è così significativa per la diagnosi di tamponamento cardiaco, mentre i reperti radiografici, le anomalie all'ECG e l'ecocardiogramma sono risultati significativi nell'81%, 69% e 97% di questi casi, rispettivamente.²⁸

Quindi, la diagnosi di tamponamento cardiaco è una diagnosi clinica con conferma ecocardiografica.²⁷

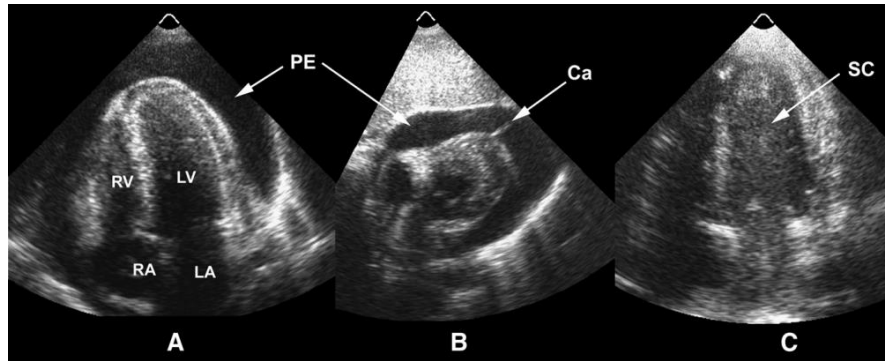


Figura 6, ecocardiogramma transtoracico, A) visione quattro camere che mostra il versamento pericardico (PE), B) visione sottocostale che evidenzia il versamento e il catetere per il drenaggio (Ca), C) Visione dopo la pericardiocentesi²⁸

La contusione miocardica è una lesione del muscolo cardiaco, la cui gravità può variare a seconda dell'entità del trauma e del momento in cui si verifica. È una delle principali cause di morte in seguito a traumi toracici contusivi e dovrebbe essere sospettata al *triage* in pronto soccorso.

La diagnosi di contusione miocardica è molto difficile a causa della sintomatologia aspecifica. Sono disponibili diversi metodi per la sua individuazione, come l'elettrocardiografia (ECG), l'ecocardiografia, la scintigrafia cardiaca e i biomarcatori, ma nessuno di questi ha una sensibilità del 100%.²⁹

E' stato dimostrato che se l'ECG e il dosaggio dei biomarcatori risultano normali il paziente può essere dimesso in sicurezza, se invece risultano anomali bisogna eseguire un'ecocardiogramma e altre indagini diagnostiche più avanzate.²⁹

Lesioni dei grossi vasi

Viene trattata, nello specifico, la lesione dell'aorta toracica, un evento potenzialmente letale e che richiede un trattamento d'urgenza. La lesione aortica da trauma contusivo è una delle principali lesioni traumatiche dell'aorta ed è la seconda causa di morte più comune dopo un trauma non penetrante.

La maggior parte dei pazienti muore prima di raggiungere l'ospedale. I pazienti che sopravvivono fino all'arrivo in ospedale potrebbero essere recuperabili; tuttavia, lesioni multiple possono evolvere in una rottura aortica letale senza un trattamento definitivo.³⁰

I pazienti con rottura aortica spesso presentano lesioni multiple concomitanti, come danni al cranio e al collo, contusioni polmonari, lacerazioni di organi viscerali e fratture del bacino e degli arti, tutti fattori che aumentano il tasso di mortalità complessivo.

Di solito il punto di rottura si trova appena distalmente all'origine dell'arteria succlavia sinistra, mentre in circa il 10% dei pazienti interessa un segmento diverso, come l'arco aortico o l'aorta discendente.

Il trattamento di scelta è il posizionamento di una protesi endovascolare toracica nel sito di rottura.³¹

Lesione del diaframma

La rottura diaframmatica post traumatica è rara ma rappresenta un'emergenza complessa. L'incidenza, a seguito di trauma contusivo, è dello 0,8-7%, mentre a seguito di trauma penetrante sale al 10-15%. Circa il 90% delle rotture diaframmatiche si verificano sul lato sinistro.³²

La rottura del diaframma determina una compromissione della funzione del diaframma, una compressione del polmone e uno spostamento del mediastino, che ostacola il ritorno venoso al cuore.³²

La presentazione della rottura diaframmatica si articola in tre fasi: la fase acuta, la fase latente e la fase ostruttiva. La fase acuta va dal momento del trauma iniziale fino all'apparente recupero delle lesioni primarie. La fase latente inizia quando i visceri intra-addominali penetrano nel punto di rottura ed erniano nella cavità toracica, mentre la fase ostruttiva è quella in cui compaiono i segni di ostruzione viscerale o di ischemia.³³

La fase acuta è dominata dalle lesioni associate, presenti nel 95-100% dei casi, tra cui le più comuni sono le fratture costali e la rottura di milza. In fase acuta è difficile porre diagnosi a causa della presenza delle lesioni associate, infatti la diagnosi in fase preoperatoria avviene solo nel 43,5% dei casi, mentre nei restanti casi viene diagnosticata in maniera incidentale durante interventi di laparotomia o toracotomia oppure tardivamente durante l'autopsia.³³



Figura 7, erniazione dello stomaco attraverso l'emidiaframma sinistro

ARDS post traumatica

I pazienti con lesioni toraciche sono a rischio di sviluppare una lesione polmonare acuta e una sindrome da distress respiratorio acuto (ARDS). Quest'ultima si verifica nel 10-25% dei casi a seconda della gravità del trauma e la mortalità varia tra il 20% e l'80% a seconda della gravità delle lesioni.²⁵

Fino al 2024 la diagnosi di ARDS si basava sulla definizione di Berlino (2012)³⁴, composta da quattro criteri:

1. Ipossiemia, a sua volta distinta in lieve, moderata o severa in base al valore di $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ in presenza di PEEP (pressione positiva di fine espirazione) ≥ 5 cmH₂O. Lieve se $200 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300 \text{ mmHg}$, moderata se $100 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 200 \text{ mmHg}$, grave se $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 100 \text{ mmHg}$;
2. Insorgenza entro 7 giorni dalla lesione iniziale o dei nuovi sintomi respiratori o di un peggioramento;
3. Opacità bilaterali presenti all'*imaging* del torace (RX o TC);
4. Origine non cardiogena dell'edema polmonare.

Nel 2024 è stata proposta una nuova definizione di ARDS, poiché lo sviluppo di nuove tecniche ha reso necessaria un'estensione della definizione coniata nel 2012. In particolare l'uso di ossigeno ad alti flussi, l'ampia diffusione della pulsossimetria al posto dell'emogasanalisi arteriosa, l'uso dell'ecografia per l'*imaging* toracico e la necessità di applicabilità in contesti con risorse limitate hanno contribuito allo sviluppo di questa nuova definizione.³⁵

Sono state formulate le seguenti raccomandazioni:

1. Includere l'ossigenoterapia ad alti flussi (HFNO) con una portata minima di 30 L/min;
2. Utilizzare il rapporto $SpO_2/FiO_2 < 315$ (se il pulsossimetro misura una $SpO_2 < 97\%$) in alternativa al rapporto PaO_2/FiO_2 per identificare l'ipossiemia;
3. Mantenere il criterio delle opacità bilaterali per l'*imaging*, aggiungendo però l'ecografia come modalità valida;
4. Per i contesti con risorse limitate non richiedere necessariamente la pressione positiva di fine espirazione (PEEP) o dispositivi specifici.

Quindi, la nuova definizione ha suddiviso l'ARDS in categorie specifiche, mantenendo alcuni criteri comuni come il tempo di insorgenza, le opacità visibili all'*imaging* e l'origine non cardiogena dell'edema polmonare.³⁵

Sono stati identificati diversi fattori di rischio per lo sviluppo di ARDS, tra cui le fratture di coste, sterno e *volet* costale, la presenza e la quantità di contusioni polmonari, lo pneumotorace e l'emotorace, ma anche lesioni extratoraciche (ad esempio le fratture della pelvi e la sindrome compartimentale addominale) e altri fattori come l'età superiore a 55 anni, il sesso maschile, il fumo attivo e le comorbilità.²⁵

Dal punto di vista fisiopatologico le lesioni toraciche possono indurre una diminuzione della capacità funzionale residua e del reclutamento alveolare, portando a un'alterazione del rapporto ventilazione/perfusione e a uno shunt intrapolmonare. Il collasso alveolare può essere dovuto a varie cause:

- alterazione della permeabilità della membrana alveolo-capillare, come può accadere in corso di contusione polmonare;
- alterazione dell'espansione toracica, a seguito del dolore provocato dalle fratture di coste e sterno.
- compressione polmonare estrinseca, causata da versamento pleurico, pneumotorace/emotorace o da organi intraperitoneali in caso di ernia diaframmatica.²⁵

Per questi pazienti spesso è necessario ricorrere alla ventilazione meccanica, tuttavia quest'ultima può causare o peggiorare il danno polmonare, determinando un barotrauma (se la pressione è eccessiva) o un volotrauma (se il volume è troppo elevato).²⁵ Di conseguenza, le nuove strategie di ventilazione mirano a ridurre il danno parenchimale e la risposta infiammatoria, tramite l'utilizzo di un basso volume corrente fisiologico e la limitazione della pressione inspiratoria.³⁶

Gestione pre ospedaliera

Nell'ambito della gestione preospedaliera si fa riferimento alle linee guida ATLS (*Advanced Trauma Life Support*), sviluppate per la prima volta dall'*American College of Surgeons* nel 1976. Da queste linee guida nasce il concetto della “*Golden Hour*” (letteralmente “l’ora d’oro”) secondo cui l’intervallo di tempo tra l’evento traumatico e l’accesso in ospedale deve essere inferiore a 60 minuti. In realtà il concetto dei 60 minuti non rappresenta un periodo di tempo fisso, ma piuttosto una finestra entro cui i medici possono avere un impatto positivo sulla morbilità e mortalità associate al trauma.³⁷

I principi alla base delle linee guida ATLS sono:

- 1) Trattare prima la minaccia maggiore per la vita;
- 2) Non permettere mai che la mancanza di una diagnosi definitiva impedisca l'applicazione di un trattamento indicato;
- 3) Un'anamnesi dettagliata non è essenziale per iniziare la valutazione di un paziente con lesioni acute.

Facendo riferimento a queste regole è stato sviluppato l’approccio ABCDE (*Airway, Breathing, Circulation, Disability, Exposure*) per la valutazione e il trattamento dei pazienti traumatizzati. Questo approccio sottolinea che le lesioni sono letali in determinati intervalli di tempo riproducibili: ad esempio, la perdita delle vie aeree uccide più rapidamente della perdita della capacità di respirare, quest'ultima uccide più rapidamente della perdita del volume ematico circolante e così via. Pertanto, l'acronimo ABCDE definisce le valutazioni e gli interventi specifici e ordinati che devono essere seguiti in tutti i pazienti traumatizzati.³⁷

Il fattore tempo

Come già accennato, un primo elemento che influenza significativamente l’esito positivo di un intervento sul paziente traumatizzato è il fattore tempo: minore è il tempo che intercorre tra evento acuto e primo trattamento qualificato e maggiori saranno le possibilità di sopravvivenza e di recupero del soggetto.

Nel 1982 è stata descritta per la prima volta la distribuzione trimodale della mortalità in seguito a trauma, in cui sono stati evidenziati tre picchi:

- Il primo picco (50% dei casi) avviene entro pochi secondi o minuti dal trauma e si tratta di morti per lesioni non riducibili da nessun tipo di intervento (ad esempio

la rottura di cuore o di grossi vasi), in cui l'unica azione possibile per ridurre la mortalità è la prevenzione;

- Il secondo picco (30% dei casi) avviene nelle prime ore dall'evento traumatico e sono morti che possono essere ridotte tramite un trattamento corretto (ad esempio lo shock emorragico, l'ematoma subdurale o epidurale, l'emopneumotorace). In questi casi sono fondamentali il soccorso preospedaliero, l'approccio ATLS (*Advanced Trauma Life Support*) e la centralizzazione;
- Il terzo picco (20% dei casi) avviene dopo giorni o settimane dal trauma, si tratta di morte dovuta a complicanze tardive durante la degenza in ospedale (ad esempio l'insufficienza acuta multiorgano o la sepsi).³⁷

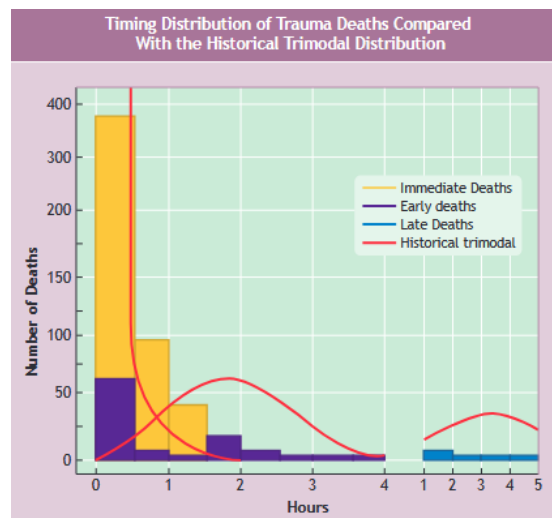


Figura 8, distribuzione trimodale della mortalità (da manuale ATLS)

Nell'ambito del primo soccorso si va ad agire sul secondo picco di mortalità, quindi un intervento corretto nei primi minuti dal trauma è fondamentale. Da qui nasce il concetto dei "Dieci Minuti di Platino", che si riferiscono al tempo massimo di permanenza sulla scena della squadra di soccorso. In questi dieci minuti dovrà essere osservata la scena, il paziente dovrà essere valutato, immobilizzato e caricato sull'ambulanza.³⁸

Intervenire su un trauma non è semplice, possono esserci diversi fattori che complicano la situazione, come il luogo di intervento disagiata e pericoloso (pioggia, buio, neve, fango...), le caratteristiche della vittima (bambino, anziano, tossicodipendente...), la gravità delle lesioni riportate e il numero di soggetti coinvolti. Per questi motivi è fondamentale introdurre un metodo che sia comune a tutti e che si ponga come guida di riferimento per agire correttamente in ogni situazione. La strategia si articola in diversi punti:

1. Anticipazione (preparazione della squadra);
2. Valutazione della scena (sicurezza e triage);
3. Valutazione Primaria e Secondaria;
4. Comunicazione con la centrale operativa 118;
5. Monitoraggio continuo e trattamento in itinere;
6. Trasporto verso il trattamento definitivo (ospedale).³⁸

Questo metodo prevede una sequenza di valutazioni e successive azioni, secondo il criterio “valuto e tratto quando trovo”. Ciò vuol dire che appena si identifica una situazione o una lesione immediatamente pericolose per la vita, prima di passare alla fase successiva, è necessario trattare e risolvere il problema.

Fase di anticipazione

La fase di anticipazione si divide in due tempi: l’attesa dell’intervento e la chiamata per il servizio. Durante la fase di attesa si esegue la verifica dei materiali presenti sul mezzo di soccorso. Si tratta di un passaggio fondamentale, poiché la squadra di soccorso è responsabile dell’assenza o del non corretto funzionamento delle dotazioni presenti sull’ambulanza.³⁸

La seconda parte dell’anticipazione si realizza al momento della comunicazione dell’intervento. Il *team leader* (capo squadra) informa i componenti dell’equipaggio su che tipo di chiamata sono stati inviati ad operare, comunica il materiale da utilizzare ed esegue la distribuzione dei compiti, in modo che ogni componente del *team* abbia un incarico specifico. In questo modo, all’arrivo sul luogo di intervento, la squadra sarà già ben organizzata, diminuendo, così, i tempi di soccorso.³⁸

Valutazione della scena e triage

Prima di intervenire sulla o sulle vittime, è necessario valutare ed identificare non solo i rischi immediati, ma anche quelli potenziali che lo scenario può offrire. La valutazione della scena inizia dal momento dell’inizio del mezzo di soccorso, prima ancora dell’arrivo sul posto, considerando le informazioni fornite dalla centrale operativa.³⁸

Una volta individuate le situazioni di pericolo si procede a risolverle direttamente, se questo non significa esporsi a rischi, o attraverso l’attivazione di altro personale con competenze specifiche (Vigili del Fuoco, Carabinieri, ecc...), al fine di raggiungere la sicurezza ambientale.

La messa in sicurezza dello scenario deve essere volta all'esclusione di pericoli sia per la squadra di soccorso, che per le persone da soccorrere o per le altre presenti sulla scena. Contestualmente si cerca di capire la dinamica dell'evento e le persone coinvolte.³⁸

Nel caso di più pazienti si dovrà eseguire un *triage*, cioè una selezione. Il *triage* definisce una priorità di intervento su chi dovrà essere soccorso per primo in attesa di ulteriori mezzi, in particolare gli obiettivi del *triage* preospedaliero sono stabilire le priorità di trattamento e di trasporto.

Il *triage* viene eseguito tramite la valutazione ABCDE, per capire chi ha un problema grave in una o più funzioni vitali. In particolare, le compromissioni identificate nel punto A (vie aeree) assumono priorità rispetto a quelle rilevate nei passaggi successivi (B, C, D). Ne consegue che un paziente con un'ostruzione delle vie aeree è da considerarsi in condizioni più critiche rispetto a un soggetto che presenti, ad esempio, difficoltà respiratoria o un'emorragia arteriosa.³⁸

In caso di maxi-emergenze il metodo del *triage* basato sull'ABCDE non è più valido, dato che viene ad esserci una sproporzione tra il numero di soccorritori e il numero di vittime. In queste situazioni lo scopo dei soccorritori è analizzare il maggior numero di persone possibile, nel minor tempo possibile, con l'obiettivo di riconoscere lo stato di gravità della vittima ed intervenire attuando trattamenti mirati sugli individui che hanno maggiori probabilità di sopravvivenza.³⁸

A tal proposito si utilizza il protocollo S.T.A.R.T. (*Simple Triage And Rapid Treatment*). È una procedura del tipo "passo dopo passo" che consiste in un'osservazione delle funzioni vitali, in un certo ordine prestabilito, per definire in meno di 60 secondi il grado di urgenza di ogni vittima e dare priorità a quelli che hanno più possibilità di sopravvivere. Ad ogni persona esaminata corrisponde un codice colore: alla vittima che è in grado di camminare vengono assegnati il codice verde o il codice bianco, che richiedono un trattamento minimo oppure nessun trattamento. Per coloro che non sono in grado di camminare si prendono in considerazione i parametri vitali di ventilazione, perfusione e coscienza. I pazienti che non hanno attività respiratoria spontanea, dopo che è stata garantita la pervietà delle vie aeree, sono considerati non salvabili (codice azzurro). Ai pazienti che hanno una frequenza respiratoria superiore a 30 atti al minuto, il polso radiale assente e risultano incapaci di eseguire ordini semplici, viene assegnato il codice rosso, che indica un'urgenza primaria e la necessità di un trattamento immediato. Tutti gli altri

vengono etichettati come codice giallo, che indica una priorità intermedia e richiede un trattamento dilazionato (figura 11).³⁸

| Protocollo S.T.A.R.T. | Colore assegnato |
|--|--|
| 1. Se la vittima è in grado di camminare | ⇒ Bianco o Verde |
| 2. Per coloro che non sono in grado di camminare si analizza: | |
| ➤ Ventilazione <ul style="list-style-type: none"> - se assente* (<i>deceduto o irreversibile</i>) - se >30 atti al minuto - se < 30 atti al minuto *dopo aver garantito la pervietà delle vie aeree! | ⇒ AZZURRO ⇒ ROSSO ⇒ verifica <i>Perfusione</i> |
| ➤ Perfusione <ul style="list-style-type: none"> - se polso radiale assente - se polso radiale presente | ⇒ ROSSO ⇒ verifica <i>Coscienza</i> |
| ➤ Coscienza <ul style="list-style-type: none"> - se esegue ordini semplici - se non esegue ordini semplici | ⇒ GIALLO ⇒ ROSSO |

Figura 9, schema di attribuzione dei colori del protocollo S.T.A.R.T.³⁸

Valutazione primaria

La valutazione primaria serve ad identificare condizioni pericolose per la vita e a gestirle subito, secondo lo schema “tratto quando trovo”.

Va svolta in tempi molto rapidi e si articola nelle seguenti fasi dell’approccio ABCDE:

- Impressione generale (*quick look*);
- A – *Airway* (vie aeree e rachide cervicale);
- B – *Breathing* (respirazione);
- C – *Circulation* (circolo ed emorragie);
- D – *Disability* (disabilità o deficit neurologici);
- E – *Exposure* (esposizione).

La sequenza delle fasi ABCDE deve essere sempre rispettata e mai invertita. Se durante una qualsiasi fase delle valutazioni, le condizioni del paziente dovessero peggiorare si ritorna alla fase A e si ricomincia la sequenza.³⁸

Nella fase di “*quick look*” lo scopo è discriminare in pochi secondi (15” /30”) la criticità o meno del paziente. Tuttavia bisogna considerare che il trauma è un evento complesso e la situazione può evolvere rapidamente, per cui un paziente non critico può diventare critico nel giro di pochi minuti. In questa fase ci si avvicina al paziente, si chiede cosa è accaduto, si guarda come respira e si apprezza il polso radiale. Se il paziente non risponde,

respira rumorosamente e non si apprezza il polso radiale, allora si tratta di un paziente critico.³⁸

Fase A (*Airway*): la pervietà delle vie aeree è sempre la priorità assoluta, infatti l'asfissia può portare alla morte in pochi minuti. Nel soggetto traumatizzato la valutazione e il ripristino della pervietà delle vie aeree è contemporanea alla protezione/immobilizzazione del rachide cervicale, poiché potrebbe esserci una concomitante lesione spinale. L'immobilizzazione del rachide cervicale viene effettuata mediante il posizionamento di un collare rigido.

Se le vie aeree sono ostruite, si procede alla rimozione dei corpi estranei solidi o liquidi (sangue o vomito), tramite l'uso di una garza o di un aspiratore.³⁸

Le manovre che si eseguono per mantenere la pervietà delle vie aeree sono:

- *Trauma Chin Lift*, in cui la testa viene estesa e, con l'ausilio delle dita introdotte tra denti e mento, si solleva la mandibola (figura 10, A). Questa manovra nel paziente traumatizzato deve essere sempre evitata, come alternativa si usa la *Jaw Thrust*.
- *Trauma Jaw Thrust* (sublussazione della mandibola): i pollici posizionati sulla mandibola spingono quest'ultima in avanti, con conseguente apertura della bocca, le altre dita sono collocate dietro l'angolo mandibolare a spingere la mandibola in alto ed in avanti (figura 10, B e C).³⁸

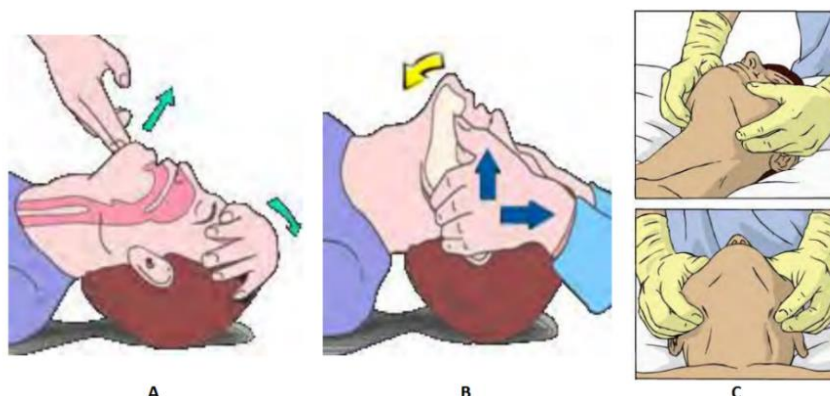


Figura 10, A) estensione della testa, B) sublussazione della mandibola, C) dettaglio posizione delle dita³⁸

L'utilizzo della cannula orofaringea è indicato solo nei pazienti con totale compromissione dello stato di coscienza, altrimenti si scatenano riflessi di difesa e conati di vomito.

Contemporaneamente al posizionamento del collare si ispeziona il collo per escludere deviazioni della trachea e turgore delle giugulari.

Dopo aver posizionato il collare si somministra ossigeno ad alti flussi (12 – 15 litri/minuto). La somministrazione di ossigeno in un paziente traumatizzato si esegue sempre, in via preventiva, poiché il paziente può diventare critico nel giro di pochi minuti.³⁸

Fase B (*Breathing*): in questa fase si verificano il respiro ed eventuali difficoltà respiratorie. Esiste un acronimo a cui si ricorre in questa fase, detto OPACS, che consente di ricordare tutte le verifiche da compiere: Osservo, Palpo, Ausculto, Conto, Saturimetro.³⁸

- Osservo: si osserva il carattere del respiro: normale, difficoltoso (dispnea) o agonico (*gaspings*). Queste considerazioni si fanno osservando l'uso dei muscoli accessori della respirazione, cioè i muscoli del collo (es. scaleni, sternocleidomastoidei) e i muscoli intercostali, che normalmente non vengono usati per la respirazione. Si osserva anche se l'espansione del torace è simmetrica.
- Palpo: si palpa il torace per confermare la simmetria o asimmetria espansiva dei due emitoraci. Si ricercano lesioni evidenti e crepitii sottocutanei.
- Ausculto: si auscultano entrambi i polmoni per identificare una riduzione o un'asimmetria del murmure vescicolare. Uno dei segni di pneumotorace o emotorace è la riduzione del murmure vescicolare. Questo, associato a deviazione tracheale o compromissione emodinamica, può essere un segno di pneumotorace iperteso che deve essere trattato con decompressione mediante ago, seguita dal posizionamento di un drenaggio toracico.³⁹
- Conto: si conta la frequenza respiratoria al minuto. Normalmente la frequenza respiratoria è tra i 12 e i 24 atti al minuto, se risulta inferiore a 12 o superiore a 24 si tratta di un paziente critico.
- Saturimetro: tramite il pulsossimetro si misura la saturazione di ossigeno nel sangue, anche se è uno strumento che può essere fonte di errori in caso di dita troppo fredde, presenza di smalto o altro. Una saturazione inferiore al 90% rappresenta un segnale di allarme.³⁸

Fase C (*Circulation*): il volume del sangue, la gittata cardiaca e il sanguinamento sono i principali parametri circolatori che vengono presi in considerazione in questa fase.

Per avere un'idea sulla situazione emodinamica ci si basa sul livello di coscienza, sulla presenza di emorragie evidenti, sul colorito e sulla temperatura cutanea che indicano il grado di perfusione periferica e, infine, sulle caratteristiche del polso periferico (frequenza, ritmo, ampiezza, tensione, simmetria e sincronia). In caso di ipovolemia il livello di coscienza può essere alterato, la cute è pallida e fredda, il polso rapido e filiforme.³⁹

Nel caso in cui sia presente un'emorragia esterna evidente si procede secondo diversi *step*: il primo approccio è sempre il tamponamento diretto e, se non dovesse essere sufficiente, nel caso di trauma a livello degli arti, si solleva l'arto ad un livello superiore rispetto a quello del cuore, per poi passare all'azione sui punti di compressione.

L'ultima soluzione, per via delle complicanze che può determinare, è l'applicazione di un laccio emostatico. La riduzione o l'arresto del circolo a valle del laccio determinano il rischio di un danno ischemico secondario. Il laccio va applicato all'altezza di braccio o coscia, ovvero dove si trova un solo osso, poiché se venisse applicato sull'avambraccio o sulla gamba, i vasi che scorrono nello spazio che intercorre tra le due ossa, che compongono questi due ultimi segmenti, non sarebbero compressi ed il flusso sanguigno non verrebbe rallentato. Il laccio dovrà poi essere rimosso ogni 15 minuti e ricollocato, se necessario, dopo 60 secondi.³⁸

Nella valutazione della fase C rientrano anche addome e bacino, poiché le cavità dell'addome potrebbero riempirsi di sangue a seguito della rottura di qualche organo, mentre il bacino perché è situato in una zona del corpo ricca di vasi importanti, quindi la sua rottura o incrinazione potrebbe lacerare questi vasi e dare luogo a un'emorragia abbondante.³⁸

Fase D (*Disability*): in questa fase si effettua una valutazione della funzione neurologica e dello stato di coscienza mediante la *Glasgow Coma Scale* (GCS), che si basa su tre parametri: apertura degli occhi, risposta verbale e risposta motoria. Ogni parametro riceve un punteggio e la somma fornisce un valore totale che rappresenta la gravità della condizione; il minimo è 3 punti, il massimo 15. Una riduzione dello stato di coscienza può indicare ipossia, ridotta perfusione cerebrale o lesione cerebrale diretta e richiede la rivalutazione immediata dell'ossigenazione, della ventilazione e della perfusione. Da ricordare che anche l'ipoglicemia, l'alcol, gli oppiacei e diversi farmaci possono alterare il livello di coscienza. In caso di GCS inferiore a 8 si ricorre all'intubazione orotracheale.³⁹

E' importante valutare anche le dimensioni delle pupille e la loro reattività, oltre ad eventuali segni di lateralizzazione.

Fase E (*Exposure*): il paziente deve essere completamente spogliato e scoperto, al fine di evidenziare segni di trauma prima non rilevati (ferite penetranti, escoriazioni, abrasioni, ustioni) ed emorragie importanti. Questa valutazione, in genere, è detta "esame testa piedi", perché si comincia dalla testa e si ispezionano tutte le parti del corpo fino all'estremità inferiore. Nell'esposizione degli arti, si ricercheranno eventuali segni di contusione (tumefazioni, dolore, deformazioni) e si effettuerà anche una valutazione della sensibilità e motilità.³⁸

Terminato questo controllo, il paziente dovrà essere prontamente ricoperto, al fine di prevenire una diminuzione della temperatura corporea (rischio di ipotermia). È preferibile usare le coperte isotermitiche (metalline), disponendo la parte argentata a contatto della pelle del paziente e quella dorata verso l'esterno.³⁸

Valutazione secondaria

La valutazione secondaria viene effettuata dopo aver completato l'ABCDE e aver stabilizzato le funzioni vitali. Può iniziare già sul territorio, viene poi completata e approfondita in ospedale. E' costituita da diversi passaggi:

- Analisi della dinamica dell'evento: si cerca di avere un'idea più chiara di come si sia svolto l'evento. Ci si può aiutare tramite le notizie di eventuali testimoni, anche per capire se il paziente ricordi lucidamente o meno l'evento.
- Anamnesi: se possibile ci si informa del pregresso stato di salute del paziente, come la presenza di patologie importanti e farmaci assunti. Per l'anamnesi è utile l'acronimo SAMPLE:
 - S = *Syntoms/Signs*: segni o sintomi riferiti dal paziente
 - A = *Allergies*: allergie a farmaci o al mezzo di contrasto
 - M = *Medications*: farmaci assunti
 - P = *Past Illness*: patologie preesistenti
 - L = *Last Meal*: orario e consistenza dell'ultimo pasto
 - E = *Events*: ricostruzione dell'evento traumatico.
- Esame obiettivo testa-piedi
- Esame neurologico completo
- Esami diagnostici specifici

- Continua rivalutazione dei parametri vitali.³⁸

Sistemi di immobilizzazione e trasporto

Nei soggetti vittime di trauma si deve sempre sospettare la presenza di lesioni a livello vertebrale. Qualsiasi intervento effettuato dai soccorritori deve tener presente questa eventualità sino a quando non venga esclusa, mediante l'esecuzione di esami radiologici. Una instabilità o una dislocazione delle vertebre potrebbero causare lesioni irreversibili al midollo spinale con conseguenti danni funzionali gravi, come paraplegie o tetraplegia. Durante ogni fase di immobilizzazione e mobilizzazione del paziente si dovrà preservare l'allineamento del tratto testa-collo-tronco, che viene mantenuto sfruttando il raggiungimento della posizione neutra.³⁸

Se il paziente traumatizzato viene trovato in una posizione diversa da quella supina è necessario eseguire la manovra del *roll-over*. Di solito viene eseguita da almeno tre soccorritori e consiste nel ruotare su un fianco il paziente, mantenendo allineati testa, tronco e gambe, in modo da garantire l'integrità della colonna vertebrale.³⁸

Collare cervicale

Il collare cervicale è un dispositivo di materiale radiotrasparente, disponibile in diverse misure, che si adatta perfettamente alle caratteristiche anatomiche di qualsiasi soggetto, adulto o bambino. Tutti i collari sono dotati di una apertura anteriore da cui è possibile palpare il polso carotideo, ispezionare il collo e poter eseguire, in caso di necessità, una cricotiroidotomia.

Il collare ha la funzione di limitare i movimenti della testa e del collo e di mantenere il tratto cervicale in posizione neutra. La posizione neutra è quella che ottiene il massimo spazio a disposizione per il midollo spinale nel canale vertebrale e permette la maggiore stabilità della colonna.³⁸

Per valutare il raggiungimento della posizione neutra ci sono una serie di punti di riferimento: lo sguardo del paziente deve essere rivolto in avanti, il meato uditivo esterno deve essere allineato con l'acromion della spalla, la testa deve essere sollevata di 1-2 cm dal terreno.

Il collare va applicato a tutti i pazienti traumatizzati, a prescindere dalla presenza di sintomi o segni che suggeriscano una lesione a livello cervicale, anche perché il dolore non sempre è presente.³⁸



Figura 11, posizionamento del collare cervicale³⁸

Steccobende

Le steccobende sono dispositivi ideati per immobilizzare, senza trazione, gli arti in caso di fratture, distorsioni o lussazioni.

Immobilizzare la sede della frattura ha lo scopo di ridurre il movimento della zona traumatizzata e ridurre il dolore, prevenire la lesione di vasi e nervi o eventuali lacerazioni dei tessuti molli da parte dei monconi ossei e prevenire il passaggio in circolo di emboli grassosi.³⁸



Figura 12³⁸

Materasso a depressione

È un dispositivo composto da un sacco di materiale plastico con doppia camera, contenente delle palline di polistirolo. Grazie alla presenza di una valvola, l'aspirazione di aria con apposita pompa, in genere manuale, ne determina un irrigidimento che crea un tutt'uno tra materasso e corpo del paziente. È radiotrasparente e ciò consente di poter praticare gli esami diagnostici radiologici senza necessità di rimozione.³⁸

È indicato per immobilizzare tutto il corpo, a cui si adatta perfettamente, consentendo il trasporto in qualsiasi posizione (supina, semiseduta, seduta).

Il materasso a depressione è un dispositivo ad immobilizzazione totale che permette di mantenere l'allineamento testa-collo-tronco del paziente.

Nel posizionare il paziente si dovrà aver cura di allineare la testa lungo il bordo del materassino, al fine di evitare pericolose compressioni nella fase di irrigidimento del dispositivo, terminata l'aspirazione si posizionano delle cinghie. Per liberare il paziente sarà sufficiente togliere le cinghie e aprire la valvola della camera d'aria, permettendo l'ingresso dell'aria tolta.³⁸



Figura 13³⁸

Tavola spinale

La tavola spinale è costituita da materiale plastico rigido, radiotrasparente, non deformabile. Per le sue caratteristiche, una volta bloccato il paziente con le apposite cinghie, consente di portare a termine tutto l'iter diagnostico radiologico, senza doverla rimuovere.

La tavola spinale è un presidio di immobilizzazione totale ed è costituita da tre elementi:

- L'asse vero e proprio, che è un pezzo di polietilene che conferisce rigidità, leggerezza, resistenza agli urti, galleggibilità, impermeabilità e facile lavabilità. Presenta delle finestre lungo tutti i bordi che consentono il fissaggio delle cinghie.
- Il sistema di imbracatura, chiamato comunemente "ragno", che è costituito da una serie di attacchi in velcro, che consentono l'immobilizzazione completa della persona sulla tavola spinale.
- Il fermacapo, che assicura l'immobilizzazione ottimale del capo (figura 16).³⁸

Il sistema di cinghie in velcro immobilizza il paziente così saldamente da consentire il sollevamento della tavola in verticale o la rotazione di 90° su un fianco in tutta sicurezza.

Quest'ultima posizione è particolarmente utile quando bisogna consentire al paziente di vomitare o per passare attraverso passaggi stretti e difficoltosi.³⁸

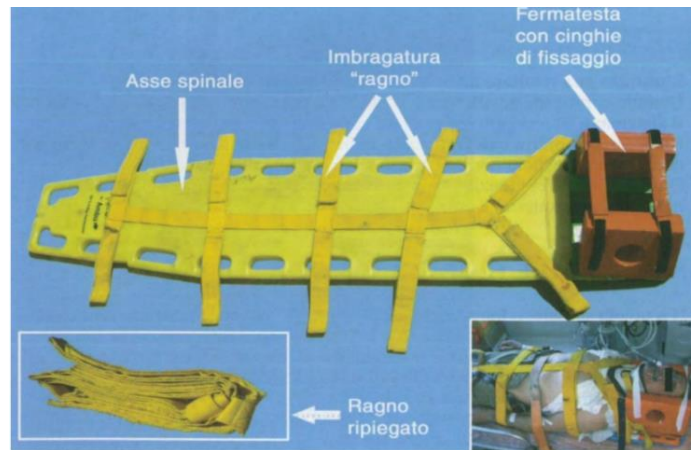


Figura 14³⁸

Per posizionare il paziente sulla tavola spinale, ci si serve della barella a cucchiaio, una struttura metallica tubolare costituita da due “lame” separabili e di lunghezza regolabile in base alla statura della persona. La barella a cucchiaio è un mezzo utile per sollevare il paziente dal piano su cui è collocato e trasferirlo sul dispositivo di immobilizzazione e trasporto definitivo (tavola spinale o materasso a depressione). Quest'ultima non è considerabile un mezzo di trasporto, poiché scomoda e mal tollerata dal paziente e, essendo aperta centralmente, non offre un valido sostegno alla colonna.³⁸

E' importante ricordare che inserire la tavola spinale direttamente sotto il paziente, mediante rotazione dello stesso (*log-roll*) e non tramite la barella a cucchiaio, è vivamente sconsigliato perché la manovra richiede un perfetto sincronismo tra i soccorritori per mantenere l'allineamento dell'asse testa-collo-tronco.³⁸

Dispositivo di estricazione a corsetto (KED)

Il dispositivo di estricazione a corsetto, spesso denominato KED, è utile per immobilizzare e trasportare una persona con presunta lesione della colonna vertebrale. Consente di immobilizzare l'asse testa-collo-tronco-pelvi ma non le gambe, per questo non è un immobilizzatore totale.

Si presenta come un corsetto, contenente al suo interno delle lame rigide in pvc (polivinilcloruro) e ricoperto di un materiale facilmente lavabile. Possiede delle alette superiori e inferiori per bloccare il capo e il torace e delle cinghie toraco-addominali e inguinali.³⁸

Il KED è molto usato nei casi in cui la vittima si trovi in luoghi angusti, in posizione seduta o semiseduta, ad esempio in caso di incidenti automobilistici. Una volta posizionato il KED, il soggetto viene poi messo sulla tavola spinale per il trasporto. Per posizionare il KED servono più operatori e l'operazione richiede 6-7 minuti, motivo per cui, nelle urgenze vere e proprie con pazienti instabili emodinamicamente, non viene utilizzato poiché comporta un allungamento dei tempi di soccorso.³⁸



Figura 15³⁸

Gestione ospedaliera

Diagnosi

L'approccio diagnostico al paziente con trauma toracico che giunge in Pronto Soccorso si basa su diverse indagini: in primis si esegue l'emogasanalisi arteriosa (EGA), che fornisce informazioni fondamentali sull'assetto respiratorio e metabolico del paziente, successivamente si ricorre ad altri strumenti come l'ecografia FAST, che si fa direttamente al letto del paziente, l'ecografia del torace, la radiografia (RX) e la tomografia computerizzata (TC), che identificano le lesioni polmonari, extra-polmonari e le complicanze.

EGA

L'emogasanalisi (EGA) è uno strumento diagnostico comunemente utilizzato per valutare le pressioni parziali dei gas nel sangue, inquadrare un'eventuale insufficienza respiratoria e valutare l'equilibrio acido-base, tramite i valori di pH e le concentrazioni di bicarbonato.

Per quanto riguarda l'assetto respiratorio i parametri importanti sono la pressione parziale di ossigeno (PaO₂), la pressione parziale di anidride carbonica (PaCO₂) e il rapporto tra pressione parziale di ossigeno e flusso inspiratorio di ossigeno (P/F).

La PaO₂ (valori normali 80-100 mmHg) fornisce informazioni sullo stato di ossigenazione, mentre la PaCO₂ (valori normali 35-45 mmHg) fornisce informazioni sullo stato di ventilazione. I livelli di PaCO₂ sono influenzati dall'iperventilazione, dall'ipoventilazione e dall'equilibrio acido-base.⁴⁰

Per valutare l'ossigenazione è importante anche il rapporto P/F, che se inferiore a 300 indica una compromissione degli scambi respiratori, situazione che può evolvere verso una sindrome da distress respiratorio acuto (ARDS).

Per l'assetto metabolico i parametri da controllare sono il pH, i bicarbonati e l'eccesso di basi (BE). Il pH normalmente è compreso fra 7,37 e 7,43, valore che deve essere correlato ai livelli di bicarbonato (concentrazione normale tra i 22 e i 26 mEq/L) e PaCO₂, per comprendere il quadro dell'equilibrio acido-base. L'eccesso di basi (BE) rappresenta la quantità di basi del sistema tampone che servirebbero per riportare il pH a valori normali (in un sistema a temperatura ambiente, con PaCO₂ ed emoglobina nella norma). Pertanto, assieme al bicarbonato, rappresenta la componente non respiratoria dei disturbi acido-base, aiutando a definire l'acidosi metabolica (eccesso basi negativo, o difetto di basi) e l'alcalosi metabolica (eccesso basi positivo).⁴¹

Per il prelievo dell'emogasanalisi di solito si sceglie un'arteria, che può essere la radiale, più frequentemente, oppure la brachiale o la femorale. Prima di pungere si ricerca il polso radiale, cercando di estendere il polso in posizione supina per portare l'arteria radiale in posizione più superficiale. Per la puntura si utilizza un ago di piccole dimensioni (23-25 Gauge). Una delle difficoltà tecniche legate alla puntura radiale è il prelievo di sangue venoso, anziché arterioso. Il sangue venoso si riconosce perché non pulsatile, di colore scuro e con flusso lento. Gravi complicanze vascolari, come aneurisma dell'arteria radiale, ischemia della mano ed ematoma che causa sindrome compartimentale, sono rare ma sono state descritte in alcuni case report.⁴²

Da uno studio condotto tra il 2018 e il 2019 all'Ospedale Federico II di Napoli è emerso che la combinazione di diversi parametri dell'emogasanalisi può rappresentare un approccio rapido per identificare i pazienti con lesioni polmonari in caso di trauma toracico contusivo. In particolare, i pazienti con lesioni polmonari presentavano una saturazione di ossigeno, una pressione parziale di ossigeno (PaO₂) e un rapporto P/F inferiori rispetto a quelli senza lesioni polmonari.²³

Inquadramento dell'insufficienza respiratoria

L'insufficienza respiratoria può essere classificata in base all'emogasanalisi e in base alla modalità di insorgenza (acuta o cronica). Nell'ambito del paziente con trauma toracico si fa riferimento all'insufficienza respiratoria acuta, di cui si riconoscono due tipi:

- Insufficienza respiratoria di tipo I o ipossiémica
- Insufficienza respiratoria di tipo II o ipossiémica e ipercapnica.⁴³

L'insufficienza respiratoria di tipo I è caratterizzata da una bassa pressione di ossigeno nel sangue ($\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$), mentre la PaCO_2 è normale o bassa. Può essere causata da diversi meccanismi:

- 1) Bassa pressione parziale di ossigeno inspirata (es. alta quota)
- 2) Ipoventilazione alveolare
- 3) Compromissione della diffusione (es. edema polmonare)
- 4) *Mismatch* del rapporto ventilazione/perfusione (es. pneumotorace)
- 5) Shunt destro-sinistro (es. in caso di sepsi, embolia polmonare).⁴³

L'insufficienza respiratoria di tipo II, invece, è caratterizzata dall'aumento della pressione parziale di anidride carbonica ($\text{PaCO}_2 > 50 \text{ mmHg}$). Le cause di possono essere legate a:

- 1) Riduzione dello stimolo respiratorio centrale (es. lesioni al tronco encefalico)
- 2) Riduzione della forza prodotta dalla muscolatura respiratoria (es. disturbi neuromuscolari)
- 3) Aumento del lavoro della muscolatura respiratoria (es. broncospasmo, BPCO)
- 4) Aumento della produzione di CO_2 secondaria all'aumento del metabolismo (es. sepsi, febbre, ustioni).⁴³

Il trauma toracico, di solito, provoca un'insufficienza respiratoria di tipo I perché determina uno pneumotorace o una contusione polmonare e quindi un'alterazione del rapporto ventilazione/perfusione. In alcuni casi può provocare anche un'insufficienza respiratoria di tipo II, in cui l'ipoventilazione è dovuta al dolore causato dalle fratture costali.

Imaging

RX

La radiografia del torace è l'esame di *imaging* di prima linea nei pazienti con trauma toracico. Una corretta interpretazione è essenziale per una diagnosi e un trattamento accurati e può rendere superflui ulteriori accertamenti. Idealmente, le radiografie del torace dovrebbero essere ottenute nelle proiezioni postero-anteriore e laterale con il paziente seduto in posizione eretta e in piena inspirazione. Tuttavia, i pazienti traumatizzati spesso devono essere esaminati in posizione supina, il che complica la visualizzazione e la localizzazione delle lesioni.⁴⁴

Per quanto riguarda le lesioni della parete toracica, la radiografia permette di evidenziare la presenza di enfisema sottocutaneo e le fratture ossee. L'enfisema sottocutaneo si riferisce alla presenza di aria nei tessuti molli extratoracici, che può essere visibile all'RX tramite striature radiotrasparenti, che delineano le singole fibre dei muscoli grande pettorale (segno della "foglia di ginkgo", figura 18).

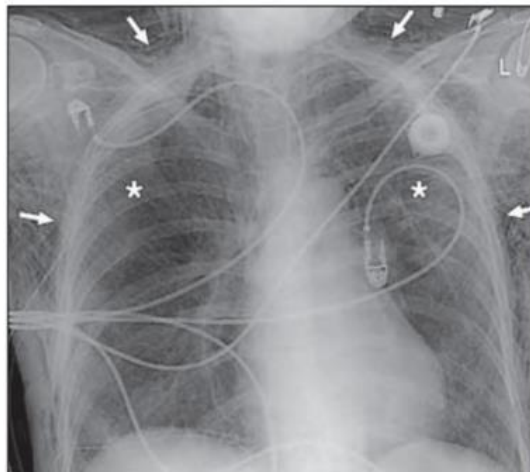


Figura 16., le frecce evidenziano l'enfisema sottocutaneo, gli asterischi indicano il "segno della foglia di ginkgo"⁴⁴

Alla radiografia si vedono anche le fratture di clavicola, le fratture sternali e costali. Le fratture sternali si verificano nella parte superiore o media dello sterno e si riscontrano in concomitanza con l'ematoma retrosternale e la contusione miocardica. Queste lesioni sono difficili da identificare nelle radiografie del torace in proiezione frontale e spesso richiedono proiezioni laterali o sternali per una migliore visualizzazione.⁴⁴

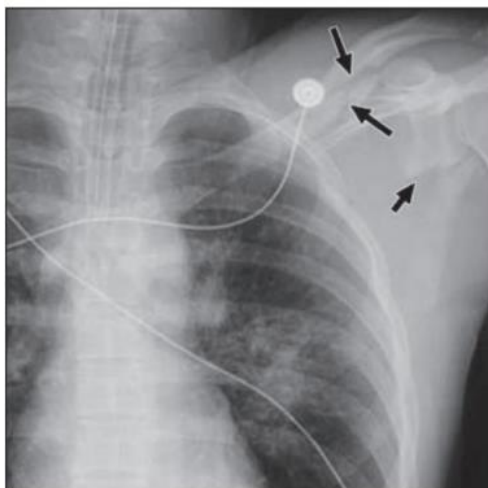


Figura 17, le frecce lunghe nere indicano la frattura di clavicola⁴⁴

Per le lesioni della pleura, la radiografia identifica lo pneumotorace e l'emotorace. La diagnosi di pneumotorace richiede la visualizzazione del "segno della linea pleurica viscerale", che rappresenta la separazione della pleura viscerale e parietale (figura 18). L'emotorace, invece, ha un aspetto simile a quello di un versamento pleurico sieroso, con stratificazione del liquido e smussamento degli angoli costo-frenici. Un emotorace di grandi dimensioni può riempire l'intero spazio pleurico e presentarsi radiograficamente come un emitorace opacizzato (figura 19).⁴⁴

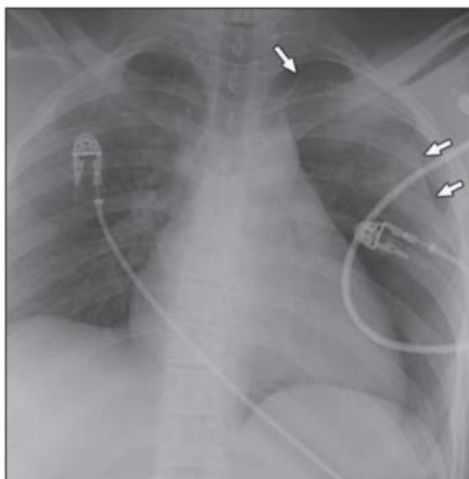
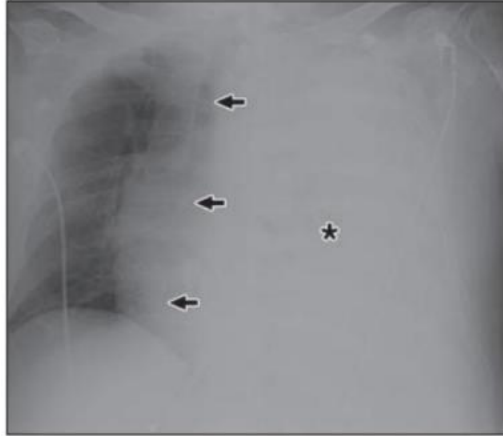


Figura 18, segno della linea pleurica viscerale



*Figura 19, emitorace opacizzato*⁴⁴

Nell'ambito delle lesioni polmonari, la radiografia permette di visualizzare le contusioni polmonari, che appaiono come aree di opacità periferica dello spazio aereo o opacità a vetro smerigliato.⁴⁴



*Figura 20, opacità bilaterali diffuse, suggestive di contusioni polmonari*⁴⁴

In merito alle lesioni cardiache, tramite la radiografia si può osservare il versamento pericardico, che si identifica attraverso vari segni come l'ingrossamento globale della silhouette cardiaca (segno "a bottiglia d'acqua") nelle radiografie frontali.⁴⁴



Figura 21, segno "a bottiglia d'acqua"⁴⁴

Per quanto riguarda la lesione traumatica dell'aorta, i segni diretti spesso non sono visibili alla radiografia del torace, ma è possibile identificare segni indiretti, come l'allargamento del mediastino, che suggerisce un ematoma mediastinico, derivante da una lesione vascolare maggiore. Un allargamento del mediastino superiore a 8 cm o al 25% della larghezza del torace è frequentemente osservato nella rottura traumatica dell'aorta; tuttavia, non è un riscontro sensibile o specifico. Anche l'anomalia dell'arco aortico trasverso o la perdita della finestra aortopolmonare possono essere reperti che fanno sospettare una lesione dell'aorta toracica, tuttavia per le lesioni dell'aorta la TC rimane il gold standard diagnostico.⁴⁵

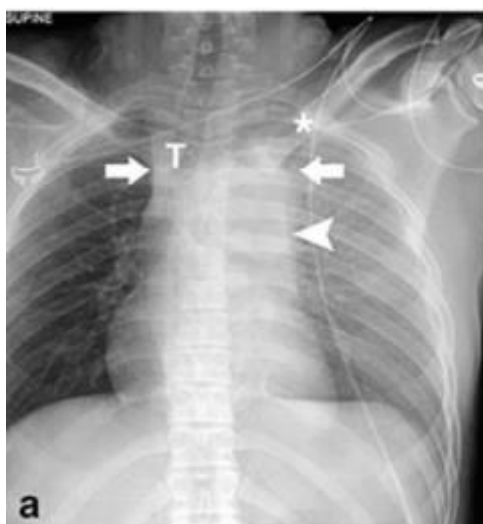


Figura 22, allargamento del mediastino con deviazione della trachea⁴⁴

Infine, con la radiografia è possibile evidenziare anche le lesioni del diaframma. Si può osservare un'elevazione emidiaframmatica e la presenza di organi addominali, tra cui lo stomaco, il fegato, la milza e l'intestino, che erniano nella cavità toracica.⁴⁴

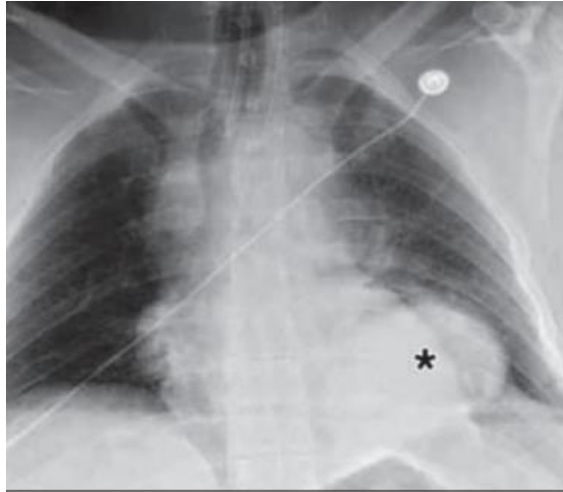


Figura 23, l'asterisco indica lo stomaco che ernia dall'emidiaframma sinistro⁴⁴

TC

La tomografia computerizzata (TC) è la metodica di *imaging* di scelta nella valutazione dei pazienti con reperti suggestivi di lesioni aortiche, fratture ossee o lacerazioni diaframmatiche a seguito di traumi toracici contusivi. Ha una sensibilità complessivamente superiore, rispetto alla radiografia, nella rilevazione di lacerazioni polmonari, pneumotorace e lesioni tracheobronchiali.⁴⁶

Per le lesioni della parete toracica, in particolare le fratture, la TC è più sensibile della radiografia nell'individuazione delle fratture della colonna vertebrale. E' anche la metodica di scelta per la valutazione di sospette fratture sternali o lussazioni sternoclavicolari, poiché queste lesioni sono scarsamente visibili alla radiografia. Invece, per le fratture costali, la TC è di utilità limitata in quanto queste fratture hanno una scarsa rilevanza clinica e possono solitamente essere facilmente identificate alla radiografia del torace.⁴⁶

Per quanto riguarda lo pneumotorace, la TC è più sensibile della radiografia per la sua diagnosi, in particolare nei pazienti traumatizzati esaminati in posizione supina. Tuttavia, nonostante questa superiorità diagnostica, la TC viene raramente eseguita con il solo scopo di rilevare uno pneumotorace.⁴⁶

Nell'ambito delle lesioni del parenchima polmonare, la TC è utile nell'identificazione delle contusioni polmonari, dove quest'ultime appaiono come aree di consolidamento scarsamente definite, solitamente nella periferia polmonare adiacente all'area del trauma.

La TC, inoltre, identifica anche le lacerazioni polmonari, ossia le rotture traumatiche degli spazi alveolari con formazione di cavità riempite di sangue o di aria. La lacerazione è caratterizzata dalla presenza di raccolte d'aria localizzate in un'area di consolidamento.⁴⁶

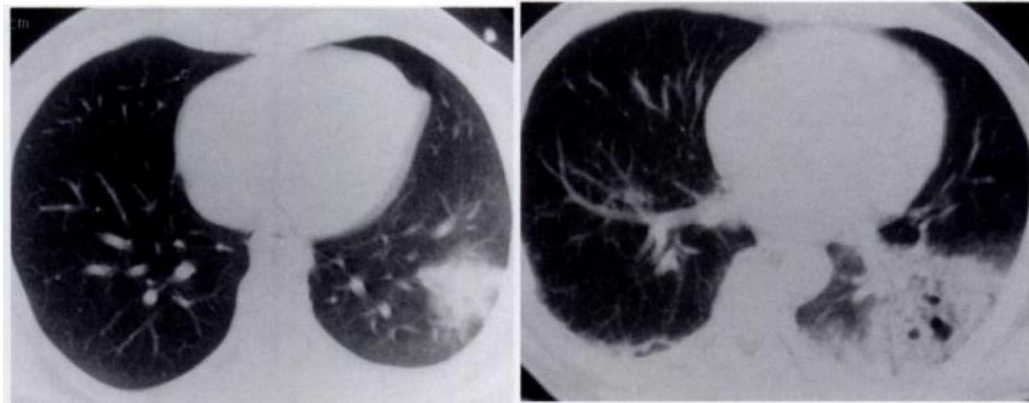


Figura 24, contusione polmonare a sinistra, lacerazione polmonare a destra⁴⁶

La TC è utile anche nella visualizzazione delle lesioni tracheobronchiali. La lacerazione bronchiale è più comune della lacerazione tracheale e si verifica più spesso sul lato destro, solitamente entro 2,5 cm dalla carena. I reperti TC di una lacerazione bronchiale possono essere poco evidenti.⁴⁶

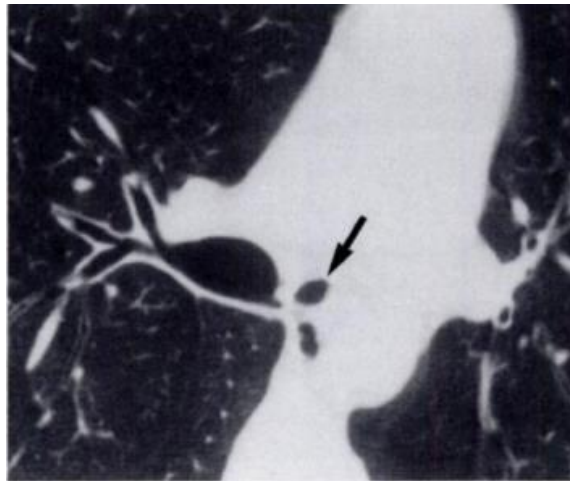


Figura 25, la freccia indica un restringimento focale del bronco principale sinistro, derivante dalla lacerazione bronchiale⁴⁶

La TC è la tecnica di *imaging* di scelta per la diagnosi precoce delle lesioni traumatiche dell'aorta toracica. La radiografia del torace viene utilizzata come esame di screening iniziale, principalmente per valutare la presenza di ematoma mediastinico, tuttavia ha un basso valore predittivo positivo per lesione aortica (10-15%), mentre la TC ha una sensibilità pari al 90% e una specificità del 99%. Per ricercare eventuali lesioni aortiche si valutano la parete dell'aorta e la presenza di ematoma mediastinico, anche se in una certa percentuale di lesioni aortiche l'ematoma mediastinico è assente, quindi l'assenza di un ematoma mediastinico potrebbe non essere sufficiente ad escludere una lesione

aortica. Sebbene la maggior parte delle lacerazioni aortiche interessi la regione dell'istmo aortico, nell'aorta discendente prossimale, è importante valutare anche l'aorta toracica distale, poiché in alcuni casi le lesioni possono verificarsi anche a livello del diaframma.⁴⁶

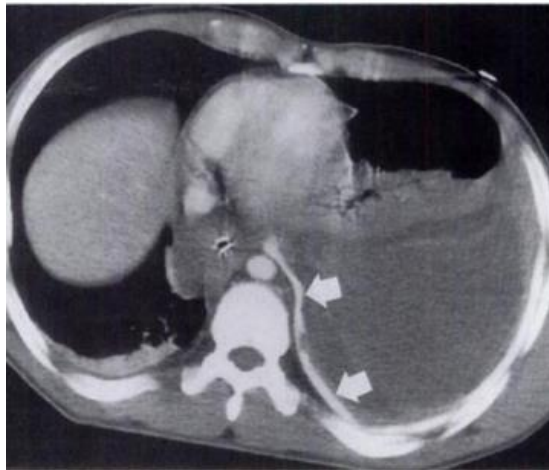


Figura 26, la TC mostra un sanguinamento attivo con stravaso di mdc nello spazio pleurico sinistro (freccie)⁴⁶

Infine, la TC viene utilizzata anche per rilevare le lesioni del diaframma. Circa il 77% dei pazienti con rottura traumatica del diaframma presenta anomalie alla radiografia toracica; tuttavia, in meno del 50% dei casi la diagnosi viene sospettata sulla base dei reperti radiografici. La TC può aiutare a individuare la presenza di tessuto adiposo omentale o visceri nel torace oppure un'interruzione del contorno diaframmatico posterolaterale. Il reperto più comune nella rottura diaframmatica alla TC assiale è la discontinuità focale del diaframma con o senza erniazione viscerale.⁴⁶

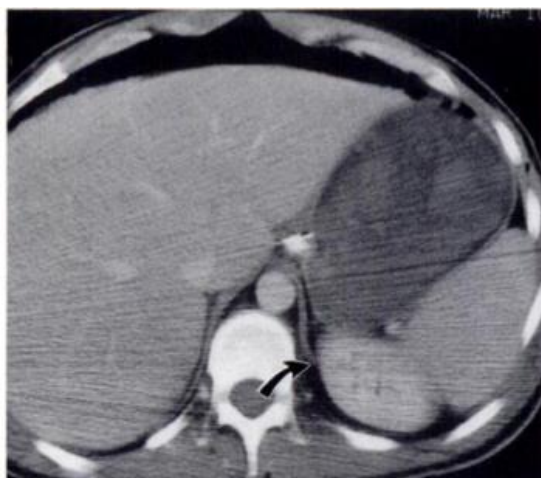


Figura 27, la freccia evidenzia la discontinuità dell'emidiaframma sinistro⁴⁶

e-FAST

Come accennato precedentemente, la tomografia computerizzata (TC) è il gold standard per la valutazione dei traumi, tuttavia, quest'ultima non è sempre disponibile, è costosa e presenta problemi di trasporto, soprattutto nei pazienti emodinamicamente instabili. In questo contesto è emerso un metodo rapido, riproducibile, portatile e non invasivo come l'ecografia, specificamente progettato per la rilevazione di emopericardio, emoperitoneo ed emotorace, in modalità "point of care", nota come protocollo FAST (*Focused Assessment with Sonography for Trauma*).⁴⁷

La FAST è un'ecografia da eseguire al letto del paziente per valutare i problemi circolatori nei soggetti traumatizzati. È indicato per pazienti emodinamicamente instabili con trauma addominale contusivo, con trauma penetrante della transizione toraco-addominale (quando sussiste il dubbio di penetrazione della cavità addominale) e per qualsiasi paziente in cui la causa dell'instabilità sia sconosciuta.⁴⁷

Il protocollo FAST tradizionale prevede l'esame di quattro regioni addominali per rilevare la presenza di emopericardio e di emoperitoneo. Nella rilevazione di emopericardio ed emoperitoneo la sensibilità della FAST è dell'85%-96%, mentre la specificità è superiore al 98%. Il protocollo FAST esteso (e-FAST) include anche la ricerca di emotorace e pneumotorace negli spazi pleurici. La valutazione FAST/e-FAST è stata progettata per fornire una semplice risposta "sì o no" riguardo alla presenza di sanguinamento, non è utile per quantificare il sanguinamento né per valutare le lesioni d'organo, a causa della sua limitata accuratezza.⁴⁷

L'*Advanced Trauma Life Support* (ATLS), ha incluso l'e-FAST nelle ultime edizioni per valutare i pazienti traumatizzati con ipotensione arteriosa sistemica, in particolare deve essere eseguita durante la fase "C" (*Circulation*) dell'approccio ABCDE.

L'esame FAST viene svolto utilizzando una sonda convex a bassa frequenza (3,5–5 o 1–5 MHz), con cui si esaminano quattro regioni, in quest'ordine:

- 1) Pericardio
- 2) Quadrante addominale superiore destro
- 3) Quadrante addominale superiore sinistro
- 4) Pelvi

Nel protocollo e-FAST si aggiungono anche gli spazi pleurici. L'esame viene eseguito in meno di cinque minuti, in mani esperte anche in meno di due minuti.⁴⁷

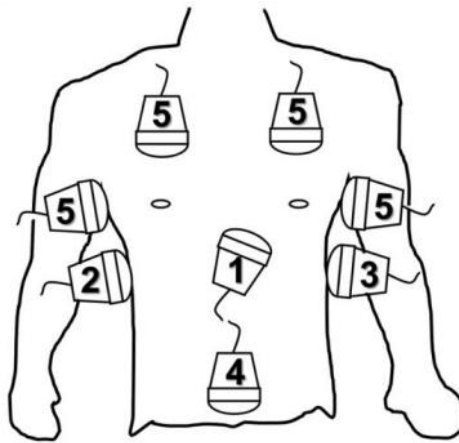


Figura 28, (1) pericardio, (2) quadrante addominale superiore dx, (3) quadrante addominale superiore sx, (4) pelvi, (5) spazi pleurici⁴⁷

Il pericardio è la prima regione ad essere esaminata perché l'emopericardio è più pericoloso per la vita rispetto all'emoperitoneo o all'emotorace. Il tamponamento cardiaco è una causa di arresto cardiaco in caso di asistolia o attività elettrica senza polso. Esistono due modi principali per accedere allo spazio pericardico: la proiezione sottoxifoidea e/o la proiezione intercostale anteriore sinistra. In caso di FAST positivo, cioè presenza di quantità significativa di liquido pericardico, l'emopericardio deve essere risolto immediatamente, prima di procedere con le regioni successive del protocollo FAST.⁴⁷



Figura 29, ampio versamento pericardico indicato dagli asterischi⁴⁷

La seconda regione da esaminare è il quadrante addominale superiore destro, perché nello spazio epatorenale o tasca di Morrison, possono accumularsi piccole quantità di emoperitoneo. In caso di positività, è necessario interrompere l'esame e sottoporre immediatamente il paziente a laparotomia (se emodinamicamente instabile).⁴⁷

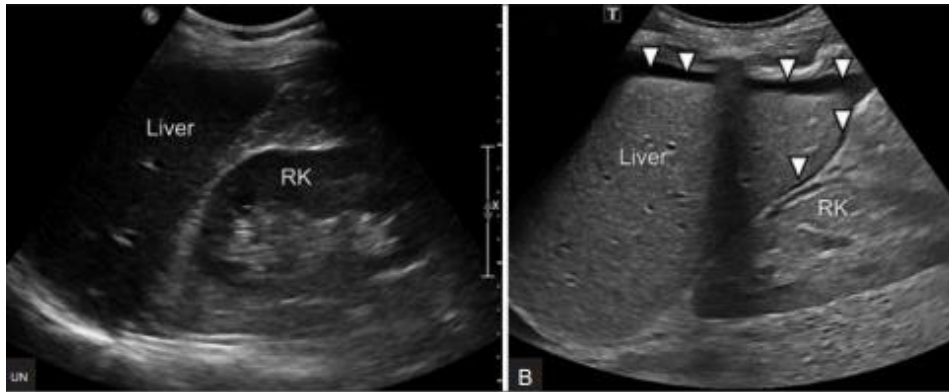


Figura 30a FAST negativo, figura 30b liquido libero nello spazio peri-epatico ed epatorenale (freccie bianche)⁴⁷

Successivamente si procede a esplorare il quadrante superiore sinistro dell'addome, per ricercare liquido nello spazio splenorenale e/o perisplenico.

Infine si procede con l'esame della pelvi, che va eseguito prima del cateterismo vescicale, in modo che la vescica piena del paziente possa essere utilizzata come finestra acustica, per una migliore valutazione della pelvi. La presenza di qualsiasi quantità di liquido negli uomini costituisce un esame FAST positivo. Al contrario, le donne in età fertile possono presentare fisiologicamente piccole quantità di liquido nel cavo del Douglas (cul-de-sac), per cui, in questi casi, un esame FAST positivo si ottiene solo quando si osserva una grande quantità di liquido.⁴⁷

Nella valutazione degli spazi pleurici del protocollo e-FAST si esaminano le regioni posterolaterali, per ricercare un versamento pleurico significativo (emotorace) e le regioni anteriori per cercare lo pneumotorace. Rispetto alle radiografie semplici, l'ecografia presenta una maggiore sensibilità e una specificità simile per rilevare il versamento pleurico e lo pneumotorace.

Lo pneumotorace dovrebbe essere sospettato ogni volta che c'è assenza di *sliding* (scorrimento) polmonare, poiché l'aria nello spazio pleurico blocca il fascio ultrasonoro e, quindi, il movimento di *sliding* sottostante non sarà rilevabile. Per confermare la diagnosi di pneumotorace, è necessario dimostrare il "*lung point*", cioè il punto esatto di transizione tra presenza e assenza di *sliding*, dove inizia lo pneumotorace.⁴⁷

Ecografia del torace con LUS score

L'ecografia polmonare (*lung ultrasonography* o LUS) è sempre più utilizzata in pronto soccorso, nei reparti di medicina interna e nelle unità di terapia intensiva, poiché negli ultimi decenni è risultata efficace nella valutazione dell'insufficienza respiratoria acuta.⁴⁸

L'esame LUS fornisce una rappresentazione del polmone basata su immagini e artefatti e offre una visione istantanea dello stato di areazione e di ventilazione del polmone.

Lo stato di areazione del polmone è una misura del rapporto aria/liquido, il quale determina le caratteristiche dell'immagine ecografica. Nelle aree di completo consolidamento, ossia dove c'è completa assenza di aria, si genera un'immagine reale del tessuto polmonare. Al contrario, nei casi in cui è presente aria nel parenchima sottostante si generano diversi tipi di artefatti.⁴⁹

Gli artefatti rappresentano il tessuto polmonare normalmente aerato oppure un tessuto con ridotta aerazione, indipendentemente dal processo patologico sottostante. La riduzione dell'aerazione può, infatti, derivare sia da una perdita di aria (come in caso di atelettasia), sia da un accumulo di liquidi o cellule negli spazi interstiziali o alveolari (come in caso di polmonite, contusione, ecc..).⁴⁹

La generazione degli artefatti ecografici è il risultato della riflessione e del riverbero delle onde sonore. Entrambi i fenomeni hanno origine dall'interfaccia tra i tessuti "acquosi" prepleurici e il polmone areato, che è rappresentata dal punto di contatto tra la pleura parietale e la pleura viscerale. Quest'ultima, all'esame ecografico, si presenta come una linea trasversale iperecogena, detta "linea pleurica", localizzata tra le coste e in posizione più profonda rispetto ad esse. Dato che quasi tutte le onde ultrasonore vengono riflesse a questo livello, la visualizzazione di strutture reali al di sotto degli strati pleurici risulta impossibile. Tuttavia, al di sotto della linea pleurica, si osservano diversi tipi di artefatti, generati dal rimbalzo del fascio ultrasonoro tra la linea pleurica e la sonda (artefatti di riverberazione). Le caratteristiche degli artefatti di riverbero sono determinate dallo stato di areazione del polmone, quindi, in caso di polmone ben areato (sano) compariranno le linee A, in caso di polmone umido si vedranno le linee B e in caso di assenza di aria saranno visibili le aree di consolidamento.⁴⁹

Lo stato di ventilazione del polmone, invece, è evidenziato dai cambiamenti nell'aspetto della linea pleurica durante il ciclo respiratorio. La presenza dello *sliding* (scorrimento) polmonare, ossia del movimento orizzontale avanti e indietro della pleura viscerale sulla pleura parietale, indica la presenza di ventilazione; se, invece, la linea pleurica è immobile (assenza di *sliding*), significa che c'è interposizione di aria tra i due foglietti pleurici e, quindi, si è sviluppato uno pneumotorace. Infine, se la linea pleurica si muove in maniera sincrona con il battito cardiaco (*lung pulse* o "polso polmonare") significa che c'è assenza di ventilazione locale.⁴⁹

Ricapitolando, l'ecografia polmonare (LUS) prevede il riconoscimento dei seguenti segni:

- 1) La linea pleurica, linea iperecogena trasversale (figura 33);
- 2) La presenza del movimento di *sliding* polmonare;
- 3) La linea A, un artefatto fisiologico di riverbero orizzontale al di sotto della linea pleurica (figura 33);⁵⁰

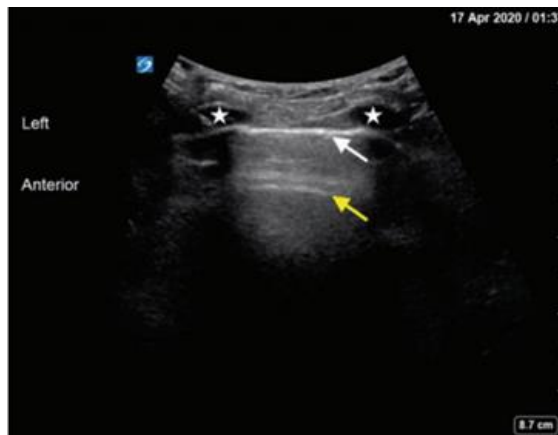


Figura 31, la freccia bianca indica la linea pleurica, mentre la freccia gialla indica la linea A.⁵⁰

- 4) Il *lung point*, cioè il punto di transizione tra presenza di *sliding* fisiologico e assenza di *sliding*, dove inizia lo pneumotorace;
- 5) Le linee B, artefatti iperecogeni verticali che originano dalla pleura e raggiungono il campo distale dell'immagine ecografica. Si muovono in maniera sincrona con lo *sliding* polmonare e indicano la presenza di liquido nell'interstizio polmonare (sindrome interstiziale);⁵⁰

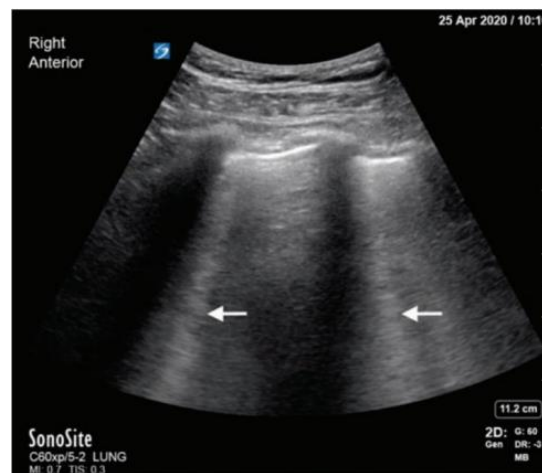


Figura 32, le frecce bianche indicano le linee B.⁵⁰

- 6) Il consolidamento, che è confermato dalla presenza del segno frattale (o “*shred sign*”) e dall’epatizzazione. Il tessuto polmonare consolidato appare come una regione ipoecogena subpleurica, che può assumere un aspetto simil-tissutale o simil-epatico, con un margine profondo irregolare (frastagliato), detto linea frattale, a contatto con il polmone normalmente più aerato, il quale presenta artefatti ecogeni (figura 35);⁵⁰



Figura 33, la freccia indica la linea frammentata, mentre la stella il polmone consolidato⁵⁰

- 7) Il versamento, che appare come un’area anecogena o ipoecogena tra la parete toracica e il polmone oppure tra il diaframma e il polmone.⁵⁰



Figura 34, la stella bianca indica il versamento polmonare⁵⁰

L’esame LUS si esegue in posizione seduta, laterale o supina, utilizzando una sonda convex (3-5 MHz) con la finestra acustica più ampia, a una profondità massima di 10-15 cm, con focus sulla linea pleurica. Si utilizza un protocollo di scansione rapido e pratico,

in cui vengono esaminate 12 aree: si identificano due aree polmonari, quella di destra e quella di sinistra, a loro volta suddivise utilizzando le linee ascellari anteriore e posteriore, in tre aree per emitorace (anteriore, laterale e posteriore), ciascuna delle quali suddivisa in superiore e inferiore (figura 37).⁵¹

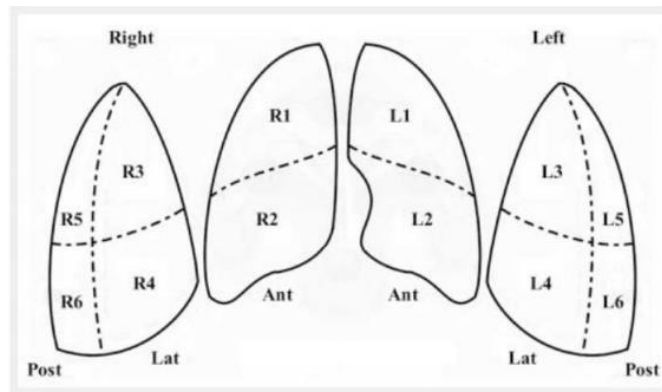


Figura 35, aree polmonari⁵¹

Vengono esplorate tutte le aree polmonari e per ciascuna area si definisce un punteggio da 0 a 3:

- 0 = polmone normale (linea A);



Figura 36, LUS score 0⁵¹

- 1 = linee B non coalescenti, cioè che occupano meno del 50% dello spazio intercostale sul piano trasversale;

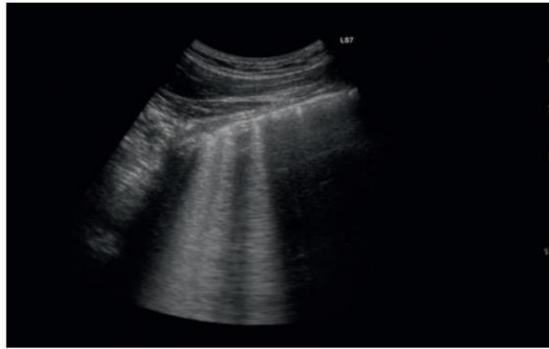


Figura 37, LUS score 1⁵¹

- 2 = linee B coalescenti, cioè che occupano più del 50% dello spazio intercostale sul piano trasversale;



Figura 38., LUS score 2⁵¹

- 3 = area di consolidamento > 1 cm.



Figura 39., LUS score 3⁵¹

La somma delle 12 diverse aree polmonari rappresenta il punteggio LUS (LUS score), che varia da 0 a 36. L'esame dovrebbe durare circa 15 minuti.⁵¹

In letteratura è stato individuato un valore di LUS score pari a 4 come cut-off predittivo per lo sviluppo di ARDS entro 72 ore dal trauma, con sensibilità e specificità rispettivamente del 91,7% e dell' 84,2%.⁵²

Trattamento

La gestione dei pazienti con trauma toracico si basa principalmente sulla mobilitazione precoce, su un adeguato controllo del dolore, un'adeguata rianimazione con liquidi e un corretto supporto respiratorio.¹⁰

Controllo del dolore

Questo argomento verrà approfondito nel capitolo successivo (analgesia nel trauma toracico).

Supporto respiratorio

Per controllare l'insufficienza respiratoria, è necessario ottimizzare la ventilazione, mantenere l'ossigenazione, il rapporto ventilazione/perfusione ed evitare lesioni polmonari correlate al ventilatore.¹⁰

Per il supporto respiratorio nel paziente traumatizzato esistono diversi approcci, che vanno dall'ossigenoterapia, alla ventilazione meccanica non invasiva (NIV) fino alla ventilazione meccanica invasiva.

Quando un paziente si presenta in distress respiratorio spesso viene somministrato ossigeno supplementare, anche prima di una valutazione dell'ipossiemia. L'indicazione alla somministrazione di ossigeno è l'ipossiemia arteriosa, cioè quando la pressione parziale di ossigeno arterioso (PaO_2) è inferiore a 60 mmHg, valore che normalmente corrisponde a una saturazione periferica di ossigeno (SpO_2) pari all'89–90%. Quando la PaO_2 scende al di sotto di 60 mmHg, la saturazione di ossigeno può ridursi rapidamente, determinando una marcata diminuzione del contenuto arterioso di ossigeno e causando ipossia tissutale.⁵³

Nella scelta del dispositivo per la somministrazione di ossigeno, il medico deve considerare il grado di ipossiemia, la ventilazione al minuto del paziente, il flusso di ossigeno erogabile dal dispositivo, la sua regolabilità, la precisione, il comfort e il costo. I dispositivi di somministrazione di ossigeno utilizzati in ambito di emergenza possono essere suddivisi in sistemi a basso flusso e ad alto flusso. Il flusso necessario dipende dal grado di ipossiemia e dalla ventilazione del paziente:⁵³

- I sistemi a basso flusso erogano solo una frazione della ventilazione al minuto sotto forma di ossigeno puro, il resto viene inspirato dall'aria ambiente. Il flusso massimo di ossigeno in questi sistemi è di 15 L/minuto e può essere erogato tramite diversi dispositivi: cannule nasali, che consentono un'erogazione di

ossigeno da 2 a 6 L/minuto, senza impedimenti alla comunicazione e all'assunzione orale, oppure maschere semplici o con reservoir che possono erogare flussi un po' più alti.⁵³

- I sistemi ad alto flusso erogano una percentuale di ossigeno precisa e costante, mediante flussi elevati di ossigeno puro o miscele di azoto e ossigeno, che superano la ventilazione del paziente. In questo caso si utilizzano dispositivi come la maschera di Venturi o l'HFNC (*High Flow Nasal Cannula*).⁵³ Quest'ultima consente l'erogazione di ossigeno riscaldato e umidificato a flussi fino a 60 L/minuto. I benefici dell'HFNC includono flussi più elevati di ossigeno, il lavaggio dalla CO₂ dello spazio morto nasofaringeo, l'umidificazione, che consente una migliore eliminazione delle secrezioni, e la generazione di una minima pressione positiva di fine espirazione. Inoltre, diversi studi hanno dimostrato una riduzione del lavoro respiratorio e della frequenza respiratoria in caso di distress respiratorio.⁵⁴

Nell'ambito della ventilazione meccanica, che ha la funzione di supportare la respirazione tramite la generazione di una pressione positiva, si riconoscono due tipologie di ventilazione: la ventilazione meccanica non invasiva (NIV) e la ventilazione meccanica invasiva.

La NIV viene applicata come CPAP (pressione positiva continua delle vie aeree), BiPAP (pressione positiva a due livelli delle vie aeree) o NIPSV (ventilazione non invasiva con supporto pressorio), tramite qualsiasi interfaccia. Da studi presenti in letteratura è emerso che la NIV ha ridotto significativamente la mortalità, la necessità di intubazione tracheale, la durata della degenza in terapia intensiva e ha migliorato l'ossigenazione. Inoltre, riduce significativamente il rischio di ARDS, promuovendo il reclutamento delle regioni polmonari collassate, e ha un ruolo anche nella prevenzione delle infezioni polmonari.⁵⁵

La ventilazione meccanica invasiva, invece, è rappresentata da tutte quelle metodiche di accesso diretto alla trachea: intubazione oro tracheale, che è quella più frequentemente utilizzata, ma anche cricotirotomia, tracheotomia e tracheostomia percutanea.

La ventilazione meccanica, nel contesto del trauma toracico, potrebbe potenziare il danno alveolare e la risposta infiammatoria post traumatica, poiché il polmone contuso rende la ventilazione difficile e i polmoni danneggiati sono più suscettibili alla lesione polmonare indotta dal ventilatore. In particolare, impostazioni del ventilatore non protettive come

alti volumi correnti, una PEEP (pressione di fine espirazione) molto bassa o un'assenza di PEEP, possono causare una sovradistensione alveolare e un fenomeno di reclutamento–dereclutamento alveolare ciclico, portando a danno alveolare con edema interstiziale. Per questi motivi si applica la LPMV (*Lung Protective Mechanical Ventilation*), che si basa su un volume corrente inferiore e sull'ottimizzazione della PEEP, per evitare le lesioni polmonari indotte dal ventilatore.⁵⁶

Drenaggio toracico

Il posizionamento di un drenaggio pleurico rappresenta spesso il primo passo nella gestione di un trauma toracico. Le indicazioni per l'inserimento di un drenaggio toracico sono state definite dalle linee guida internazionali sulla gestione dei traumi, in particolare è indicato il posizionamento del drenaggio in caso di rottura pleurica con pneumotorace, emorragia intrapleurica con conseguente emotorace o in caso di pneumoemotorace.⁵⁷

Sebbene l'inserimento di un drenaggio toracico sia una procedura piuttosto comune, è necessaria una formazione adeguata prima di poterlo posizionare correttamente e in sicurezza. Infatti, i tassi di complicità sono strettamente correlati all'esperienza dell'operatore.

A seconda delle caratteristiche cliniche del paziente, il drenaggio toracico può essere posizionato in regime preospedaliero, oppure in sala traumatologica o anche entro le prime 24 ore dal ricovero.⁵⁷

Esistono due principali siti di posizionamento del drenaggio toracico: l'approccio ventrale, al 2° spazio intercostale sulla linea medioclavicolare (approccio di Monaldi) e l'approccio laterale al 4°-6° spazio intercostale sulla linea ascellare anteriore o media (approccio di Bülow). Sebbene le linee guida britanniche suggeriscano una preferenza per l'approccio di Bülow, l'uso di queste tecniche dipende principalmente dallo scenario del trauma, dall'esperienza dell'operatore e dal contenuto della pleura.⁵⁷

E' importante posizionare il drenaggio nel triangolo di sicurezza che è delimitato anteriormente dal margine del muscolo grande pettorale, posteriormente dal margine del muscolo gran dorsale, superiormente dalla base dell'ascella e inferiormente dalla linea orizzontale passante per il quinto spazio intercostale (figura 40). Il tubo deve essere inserito nello spazio intercostale sul margine superiore della costa inferiore, per evitare di lesionare il fascio vascolo-nervoso che si trova vicino alla costa superiore.⁵⁸

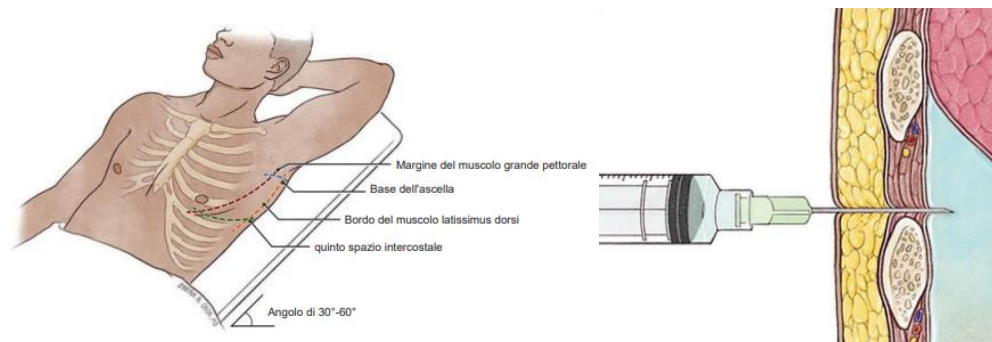


Figura 40, triangolo di sicurezza per il posizionamento del drenaggio toracico⁵⁸

Una volta posizionato il tubo toracico, questo viene collegato a un sistema di drenaggio, che si è evoluto nel corso del tempo. Nel 1952 fu sviluppato da Howe il sistema a tre compartimenti, che permetteva la raccolta, la tenuta ad acqua (*water seal*), l'aspirazione e la misurazione della pressione (manometria), tutte funzioni integrate in un'unica unità di drenaggio pleurico (PDU). Questo sistema rappresenta la base dei moderni dispositivi di drenaggio pleurico, alcuni dei quali oggi sono digitali. Una volta posizionati, i drenaggi toracici possono essere collegati a una PDU e impostati in aspirazione attiva, oppure in *water seal*, cioè drenaggio passivo dipendente dalla gravità.⁵⁸

Sono disponibili diversi tipi e misure di drenaggio toracico: i più comunemente utilizzati sono quelli in silicone, cloruro di polivinile (PVC) o a coda di maiale. Il diametro esterno dei drenaggi è riportato in French o Charrière. Le linee guida ATLS suggeriscono di utilizzare tubi di grosso calibro (superiore 28-30 Fr) in caso di emotorace, poiché consentono una migliore valutazione della perdita di sangue e si suppone che evitino la coagulazione del sangue nel tubo, tuttavia nessuno studio randomizzato supporta queste conclusioni, che si basano principalmente sulle abitudini dei chirurghi. Invece, per lo pneumotorace, viene utilizzato il drenaggio toracico a coda di maiale o di calibro inferiore.⁵⁷

Nei casi in cui il drenaggio toracico non è sufficiente è raccomandata la toracotomia. Le linee guida ATLS raccomandano la toracotomia in caso di perdita di sangue superiore a 1500 mL inizialmente o superiore a 200 mL/ora durante le prime 2-4 ore dal posizionamento del drenaggio toracico, in caso di emorragia endobronchiale o lesione tracheobronchiale e in caso di lesioni cardiache o dei grossi vasi.⁵⁷

Radiologia interventistica

Negli ultimi decenni la radiologia interventistica ha assunto un ruolo importante nella gestione dei traumi e le sue applicazioni si stanno ampliando fino a includere anche i

pazienti emodinamicamente instabili. In alcuni casi è ancora indicata la chirurgia come prima scelta, tuttavia, dato che il campo della radiologia interventistica è in forte espansione, si ritiene che sia fondamentale adottare un approccio flessibile, che può consistere esclusivamente in chirurgia, esclusivamente in trattamento endovascolare oppure in una combinazione di entrambe.⁵⁹

Le principali procedure emostatiche impiegate nella radiologia interventistica sono:

- Lo *stenting* endovascolare, che consiste nel gonfiaggio di un palloncino in prossimità o in corrispondenza di una lesione arteriosa maggiore, che ha la funzione di arrestare o ridurre temporaneamente un'emorragia potenzialmente letale, stabilizzando così il paziente in attesa dell'intervento chirurgico o endovascolare definitivo;⁶⁰
- L'embolizzazione arteriosa transcatetere (TAE), che può arrestare l'emorragia arteriosa, migliorando l'emodinamica ed evitando la necessità di un intervento chirurgico. Gli agenti embolizzanti variano in termini di permanenza e livello di occlusione arteriosa previsto. La scelta dell'agente embolizzante (gelfoam, particelle o spirali) dipenderà dalla sede e dalla natura della lesione, dalla volontà di preservare il flusso collaterale e dall'esperienza dell'operatore;⁶⁰
- Gli *stent-graft*, ossia protesi endovascolari inserite via catetere, che sono sempre più utilizzate per trattare le lesioni dei grandi vasi e consentono di evitare complesse riparazioni vascolari chirurgiche.⁶⁰

Le ragioni per cui si ritiene che la radiologia interventistica possa essere più efficace della chirurgia sono le seguenti: in primis, alcune aree lesionate (come, ad esempio, le arterie del volto, le arterie vertebrali, le ascellari-succlavie...) risultano più difficili da avvicinare chirurgicamente. Inoltre, sebbene un'emorragia venosa possa arrestarsi spontaneamente tramite effetto tamponante, l'apertura dell'area lesionata aumenta il rischio emorragico. In secondo luogo, in caso di lesioni degli organi addominali associate ad altre lesioni gravi, viene proposta la radiologia interventistica come prima opzione, poiché questi pazienti non riescono a tollerare l'invasività dell'intervento chirurgico, soprattutto se in anamnesi hanno precedenti interventi in laparotomia o se hanno delle comorbidità.⁵⁹

ANALGESIA NEL TRAUMA TORACICO

Il dolore è definito come un'esperienza sensoriale ed emotiva spiacevole, associata a un danno tissutale reale o potenziale, oppure descritta in termini di tale danno.⁶¹

Esso rappresenta un fattore di rischio che determina la maggior parte delle morbidità associate al trauma toracico. La presenza di dolore può compromettere la capacità ventilatoria del paziente, esacerbando ulteriormente la compromissione della meccanica polmonare; inoltre determina ritenzione delle secrezioni polmonari, che sopprime il riflesso della tosse e provoca atelettasia. Di conseguenza, se non viene effettuata un'analgesia appropriata, l'infiammazione sistemica riduce la *compliance* polmonare, altera il rapporto ventilazione/perfusione, induce ipossiemia e difficoltà respiratoria. Altre conseguenze riguardano disturbi del sonno, stress psicologico, depressione e limitazione delle attività quotidiane. Pertanto, un controllo tempestivo e adeguato del dolore nel trauma toracico non solo limita le complicanze, ma riduce anche la degenza ospedaliera e i costi.¹⁰

Scale di valutazione del dolore

È essenziale disporre di strumenti di misurazione del dolore validati e affidabili, che coprano un'ampia gamma di ambiti e siano adattati ai singoli pazienti, al fine di garantire una gestione efficace del dolore.⁶²

Un buon controllo del dolore è un indicatore importante della qualità dell'assistenza fornita ai pazienti, tuttavia, i professionisti sanitari spesso hanno difficoltà nel valutare adeguatamente il dolore. E' ampiamente riconosciuto che diversi fattori (biologici, psicosociali, comportamentali e culturali) contribuiscono alla percezione del dolore, infatti, l'intensità e la manifestazione del dolore non sono necessariamente proporzionali all'entità della patologia fisica.⁶²

Tra le scale di valutazione del dolore acuto più utilizzate rientrano la VRS (*Verbal Rating Scale*), la NRS (*Numerical Rating Scale*) e la VAS (*Visual Analog Scale*).

La VRS (*Verbal Rating Scale*) comprende un elenco di frasi che descrivono diversi livelli di intensità del dolore, dove i pazienti assegnano il descrittore che caratterizza meglio il loro livello di dolore. Esistono diversi esempi di scale di valutazione verbale, che vanno dalle semplici scale a 4 categorie VRS-4 (ad esempio, nessun dolore, dolore lieve, dolore moderato, dolore intenso o grave) alle scale a 15 categorie (VRS-15). I principali vantaggi di questa scala sono che è ben validata, affidabile, facile da somministrare e da

comprendere. Si utilizza negli anziani e nei pazienti con un livello di istruzione inferiore (< 6 anni). I limiti risiedono nel fatto che, soprattutto nella VRS-4, la differenza tra dolore lieve e moderato potrebbe non rappresentare la stessa entità del cambiamento nel livello di dolore da moderato a grave, quindi la scala VRS risulta meno sensibile nel rilevare i cambiamenti nel livello di dolore rispetto alle altre scale.⁶²

La *Numerical Rating Scale* (NRS) è una misura unidimensionale dell'intensità del dolore, utilizzata principalmente negli adulti. Ne esistono diverse versioni ma quella a 11 item è la più comunemente utilizzata. I pazienti riportano un numero da 0 a 10 che meglio rappresenta la loro intensità del dolore, dove 0 indica "assenza di dolore" e 10 il "peggior dolore mai provato". La NRS si usa nella valutazione del dolore in fase acuta, poiché la fase cronica introduce variabili confondenti che possono sovrastimare il livello di dolore dei pazienti. I vantaggi sono legati alla sua accessibilità, facilità di somministrazione, rapido tempo di completamento (meno di 1 minuto) e minime difficoltà di traduzione. Lo svantaggio è dovuto all'assenza di una soglia minima clinicamente significativa che permetta di valutare le variazioni del dolore nel tempo.⁶²

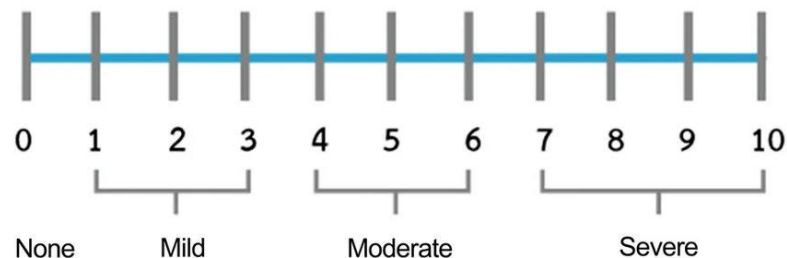


Figura 41, scala NRS

La VAS (*Visual Analog Scale*) è uno strumento unidimensionale utilizzato per misurare l'intensità del dolore in diverse tipologie di pazienti. Si tratta di una scala continua composta da una singola linea, che può essere orizzontale o verticale, lunga solitamente 10 cm (100 mm), con due estremi descritti verbalmente: uno rappresenta l'assenza di dolore e l'altro il massimo dolore immaginabile. Al paziente viene chiesto di tracciare un segno perpendicolare sulla linea nel punto che corrisponde all'intensità del dolore percepito. Successivamente, si misura con un righello la distanza (in millimetri) tra lo zero e il punto segnato dal paziente. In questo modo si ottiene un punteggio da 0 a 100, dove 0 (mm) indica "nessun dolore" e 100 (mm) indica "il peggior dolore immaginabile" (riferito, in genere, alle ultime 24 ore).⁶² In base a studi effettuati su pazienti operati sono state proposte le seguenti soglie:

- 0–4 mm: nessun dolore

- 5–44 mm: dolore lieve
- 45–74 mm: dolore moderato
- 75–100 mm: dolore severo

La VAS fornisce una scala di misurazione continua, che consente una quantificazione più precisa dell'intensità del dolore rispetto alle scale categoriali. È disponibile gratuitamente, richiede meno di 1 minuto per essere completata e si è mostrata valida e affidabile nel contesto del pronto soccorso. Tuttavia, potrebbe non rilevare adeguatamente gli aspetti multidimensionali del dolore, come la qualità del dolore o l'impatto sulla vita quotidiana, il che potrebbe limitare la valutazione completa.⁶²

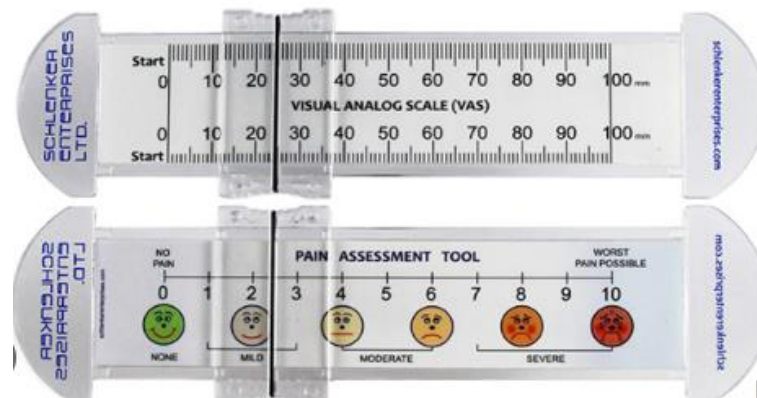


Figura 42, scala VAS

Infine, per la valutazione del dolore acuto nei pazienti anziani affetti da demenza o deficit cognitivi, che non sono in grado di comunicare in maniera efficace, si utilizza la scala Algoplus, che è una scala a 5 item (punteggio totale da 0 a 5) in cui si valutano i seguenti comportamenti: espressione facciale, sguardo, disturbi, postura e comportamenti atipici (agitazione, aggressività e afferrare qualcosa/qualcuno). Un punteggio di 2 indica la presenza di dolore.⁶³

Analgesia sistemica

Negli ultimi anni le strategie di analgesia multimodale stanno assumendo un ruolo sempre più centrale nella gestione del dolore. Quest'ultime si basano sull'utilizzo simultaneo di diverse classi di farmaci analgesici (sia oppioidi che non oppioidi), che possono fornire un'analgesia superiore e con meno effetti collaterali rispetto ai soli oppioidi, farmaci analgesici molto efficaci e frequentemente utilizzati, ma che presentano notevoli effetti avversi, oltre a problemi di abuso e dipendenza.⁶⁴ Il rischio di uso improprio e abuso di oppioidi rimane una preoccupazione nella prescrizione di questi farmaci, soprattutto per i pazienti traumatizzati con una storia pregressa di disturbo da uso di sostanze.⁶⁵

Paracetamolo

Il paracetamolo è sicuro e sinergico con gli oppioidi, potenziandone l'effetto e permettendo di ottenere lo stesso controllo del dolore con dosi più basse di oppioidi.

Consente un notevole risparmio di oppioidi (>20 mg di morfina al giorno) se combinato con altri analgesici non oppioidi, ma non tende a ridurre il dolore percepito dal paziente, quindi è meglio somministrarlo come farmaco programmato, cioè a orari fissi in modo da mantenerne un livello costante nel sangue, piuttosto che al bisogno.⁶⁴ Può essere somministrato per via orale, endovenosa o rettale. Il paracetamolo per via endovenosa ha vantaggi teorici in termini di biodisponibilità e velocità di insorgenza, ma nei pazienti che possono tollerare una formulazione orale non vi è alcuna differenza clinicamente significativa, in termini di efficacia, rispetto alla formulazione endovenosa.

Dosi elevate di paracetamolo determinano tossicità epatica, ma la dose tossica non è uguale in tutti i pazienti, dato che dipende dalla presenza di eventuali epatopatie sottostanti, abuso alcolico e assunzione di altri farmaci in contemporanea. In generale si cerca di non superare i 3 grammi al giorno.⁶⁴

Il danno epatico acuto può essere associato a traumi della parete toracica, in particolare a fratture delle coste inferiori sul lato destro. Se è presente una lesione traumatica acuta al fegato e se i test di funzionalità epatica risultano alterati è necessario evitare o ridurre la dose di paracetamolo.⁶⁶

FANS

I FANS (farmaci antinfiammatori non steroidei) sono gli analgesici più efficaci per il dolore acuto.⁶⁴ Agiscono come inibitori degli enzimi cicloossigenasi (COX-1 e COX-2), inibendo la sintesi delle prostaglandine con un effetto sulle vie infiammatorie del dolore. I singoli FANS presentano diversi gradi di attività inibitoria sui due enzimi. L'aspirina è relativamente selettiva per la COX-1 ed è l'unico FANS che causa un'inattivazione enzimatica irreversibile.⁶⁷

Nei pazienti traumatizzati i FANS si sono dimostrati efficaci quanto gli oppioidi per l'analgesia, in particolare una dose di 400 mg di ibuprofene ha un'efficacia analgesica simile a quella di 10 mg di morfina, somministrata per via intramuscolare.⁶⁵

Come il paracetamolo, i FANS sono economici, ampiamente disponibili e offrono molteplici vie di somministrazione. Tuttavia, l'uso a lungo termine dei FANS comporta

un rischio di sanguinamento gastrointestinale, danno renale acuto ed eventi cardiovascolari. ⁶⁶Altri effetti collaterali sono edemi e ritenzione idrica, inoltre sono associati ad un peggioramento degli *outcome* clinici nei pazienti con insufficienza cardiaca. ⁶⁴

Oppioidi

I farmaci oppioidi sono agonisti dei recettori oppioidi, modulano il dolore nelle vie ascendenti e discendenti del cervello e del midollo spinale, determinano euforia e stimolano i centri di ricompensa del cervello, portando a dipendenza e assuefazione. ⁶⁶

Secondo la tradizionale scala analgesica dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), gli oppioidi vengono distinti in oppioidi deboli (o minori), quali codeina e tramadolo, indicati per il trattamento del dolore moderato, e oppioidi forti (o maggiori), tra cui morfina, idromorfone, ossicodone e fentanil, impiegati nel trattamento del dolore severo. ⁶⁸ Tuttavia, la classificazione moderna tende a considerare anche le differenze farmacodinamiche e farmacocinetiche tra le diverse molecole oppioidi. ⁶⁹

In ambito traumatologico, gli oppioidi maggiori sono considerati la terapia standard per il trattamento del dolore acuto severo e la loro efficacia è ben consolidata. ⁶⁶

E' noto che i farmaci oppioidi sono associati a una serie di effetti collaterali che ne limitano l'utilizzo. In particolare, determinano una depressione dose-dipendente del sistema nervoso e respiratorio, con il rischio di causare sedazione e ipoventilazione, che rappresenta un problema nei pazienti con dolore intenso dovuto a trauma toracico. Altri effetti collaterali sono la stipsi o l'ileo derivanti dal rallentamento della motilità intestinale, fattori che possono esacerbare la rigidità diaframmatica e peggiorare l'ipoventilazione. Gli oppioidi possono anche causare nausea e vomito, aumentando il rischio di aspirazione e peggiorando la funzionalità polmonare. ⁶⁶

Gli oppioidi dovrebbero essere somministrati per via orale, se possibile, e al dosaggio minimo necessario per ottenere l'effetto desiderato, tuttavia la tolleranza agli oppioidi può svilupparsi rapidamente, con conseguente aumento del dosaggio o diminuzione dell'efficacia. Una strategia per mantenere un buon controllo del dolore e limitare gli effetti avversi è cercare di passare a una dose equivalente o inferiore di un oppioide diverso, anziché aumentare le dosi. Infine, non appena le condizioni del paziente lo consentono, bisogna procedere con una riduzione graduale del dosaggio. ⁶⁶

Analgesia loco-regionale

I blocchi nervosi a iniezione singola garantiscono un'analgesia eccellente, con un'efficacia equivalente o superiore rispetto ai farmaci somministrati per via sistemica, inoltre possono aiutare i pazienti traumatizzati in condizioni critiche a evitare l'anestesia generale e la ventilazione meccanica per le procedure chirurgiche.⁶⁴

Hanno un tasso di fallimento variabile, dipendente dalla tecnica e dall'operatore, ma sono in genere efficaci per diversi giorni, con bassi tassi di infezione, sanguinamento, tossicità o complicanze correlate al catetere.

Alterazioni sensoriali transitorie o persistenti, come l'intorpidimento, sono relativamente comuni dopo i blocchi nervosi, con un'incidenza fino al 2,2% a 3 mesi e allo 0,2% a 1 anno; tuttavia, la maggior parte dei pazienti sottoposti a blocco nervoso viene anche sottoposta a intervento chirurgico, il che rende difficile stabilire una relazione causa-effetto.⁶⁴

Tradizionalmente, i blocchi nervosi toracici epidurali e paravertebrali vengono utilizzati per il dolore toracico post-operatorio o traumatico, tuttavia si tratta di blocchi invasivi con rischi più elevati, generalmente eseguiti in sala operatoria o in unità di terapia intensiva da anestesisti, quindi non eseguibili in pronto soccorso. Altri blocchi più recenti, caratterizzati da un profilo di rischio più basso, vengono eseguiti dai medici d'urgenza, sotto guida ecografica, e stanno trovando sempre maggiore applicazione. Tra questi ci sono il blocco del piano del muscolo serrato anteriore (SANB) per le fratture costali anteriori o laterali, il blocco del piano dell'ereettore spinale (ESP) o il blocco dei nervi intercostali (ICNB) per le fratture posteriori.⁷⁰

Blocco del piano erettore spinale (ESP)

Il blocco del piano erettore spinale, così come i blocchi toracici anteriori, rientrano nei cosiddetti "blocchi di fascia", in cui l'anestetico viene iniettato nello spazio tra due fasce (detto piano fasciale) e rappresentano un'alternativa alle iniezioni spinali, peridurali e perineurali. In questa tipologia di blocchi non è necessario visualizzare i nervi e iniettare l'anestetico locale in prossimità di essi, ma l'anestesia si ottiene facendo diffondere l'anestetico ai nervi che si diramano all'interno del piano fasciale e ai tessuti adiacenti.⁷¹

L'ESP viene eseguito utilizzando un approccio paraspinoso, anestetizzando i nervi spinali all'interno dello spazio paravertebrale, sia attraverso il piano fasciale sia tramite diffusione tissutale. La sonda ecografica viene posizionata in orientamento sagittale sulla linea mediana della colonna vertebrale, poi viene fatta scorrere lateralmente per circa 3

cm sopra il processo trasverso. L'ago viene inserito in direzione superiore o inferiore e orientato in senso cefalo-caudale o viceversa. L'anestetico viene iniettato tra il muscolo erettore della colonna e il processo trasverso toracico, bloccando i rami dorsali e ventrali dei nervi spinali toracici e addominali.⁷⁰

Questo tipo di blocco viene eseguito sempre più frequentemente, si tratta di un blocco unilaterale, in cui può essere posizionato un catetere per ottenere un'analgia prolungata e può essere utilizzato anche nei pazienti con coagulopatia.

Lo svantaggio è che può richiedere iniezioni multiple e l'anestetico si diffonde in maniera variabile ai tessuti circostanti.⁷⁰

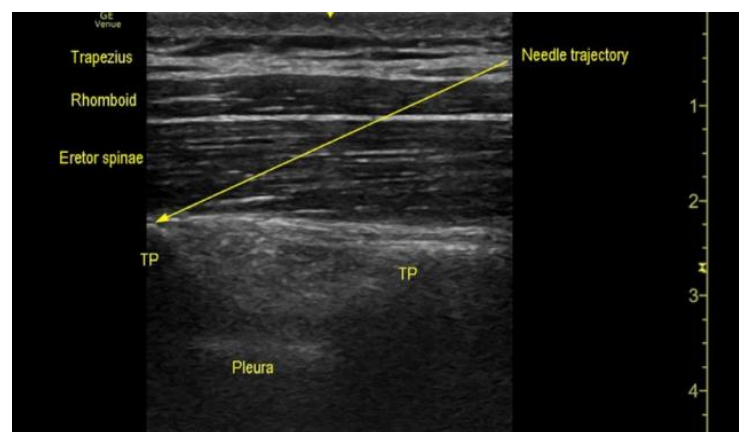


Figura 43, Vista ecografica parasagittale del blocco dei muscoli erettori della colonna vertebrale⁷⁰

Blocchi toracici anteriori (Serratus, PECS I, PECS II)

Il blocco del piano nervoso del serrato anteriore (*Serratus Anterior Nerve Block* o SANB) viene eseguito con un approccio più laterale e mira a bloccare i nervi intercostali su più livelli lungo l'angolo costale, a livello del piano fasciale. Se possibile, il paziente viene posizionato in decubito laterale con il braccio flessa sopra la testa. La sonda viene posizionata sulla linea ascellare media o posteriore, a livello della quinta costa. L'ago viene inserito posteriormente alla sonda e diretto anteriormente per iniettare l'anestetico tra i muscoli grande dorsale e serrato anteriore, se il paziente è in decubito laterale. Se il paziente è in posizione supina, l'ago entra anteriormente alla sonda, diretto posteriormente e inferiormente.⁷⁰

Anche il blocco del serrato sta guadagnando popolarità poiché consente di bloccare i nervi intercostali su più livelli con una singola iniezione e può essere eseguito in pazienti con coagulopatia o in posizione supina, a differenza del blocco ESP e dell'epidurale che richiedono il decubito laterale. Si presta all'inserimento di un catetere per un'analgia

prolungata, ma può essere utilizzato solo per fratture costali anteriori e laterali, non posteriori.⁷⁰

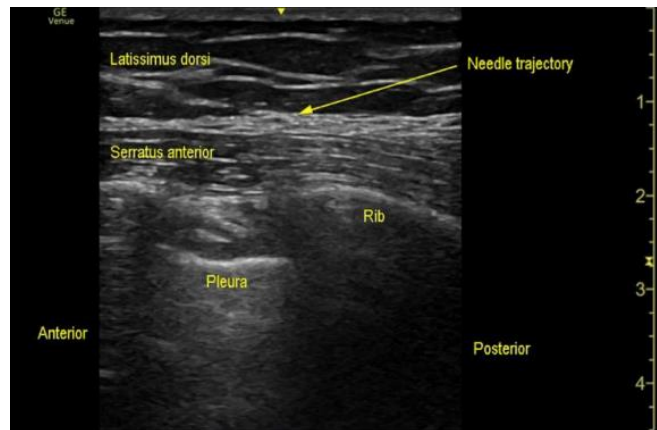


Figura 44, Vista ecografica laterale del blocco del piano del muscolo dentato anteriore⁷⁰

Altri blocchi toracici anteriori sono i blocchi PECS I e II (*Pectoral Nerve Blocks*) che riguardano i muscoli pettorali. Il blocco PECS I anestetizza i nervi pettorali mediali e laterali, che innervano i muscoli pettorali, tramite l'iniezione di anestetico sul piano fasciale tra i muscoli pettorali maggiori e minori.

Il blocco PECS II è un'estensione primo: prevede una seconda iniezione lateralmente al punto di iniezione del PECS I, nel piano tra il muscolo pettorale minore e il muscolo serrato anteriore, con l'intenzione di fornire il blocco della parte superiore dei nervi intercostali.⁷¹

I blocchi PECS svolgono un ruolo cruciale nella gestione del dolore toracico e la loro efficacia è stata confermata da numerosi gruppi di ricerca in tutto il mondo. Tuttavia le evidenze disponibili per il trauma toracico sono ancora limitate, andrebbero ulteriormente studiati e valutati per portare a miglioramenti nella salute e nella qualità della vita di molti pazienti.⁷²

Blocco dei nervi intercostali (ICNB)

Il blocco dei nervi intercostali (ICNB) blocca direttamente la trasmissione nocicettiva associata al nervo intercostale in una distribuzione dermatomera (ad esempio, laterale e posteriore). Si esegue tramite un approccio posteriore, a circa 7 cm lateralmente alla linea mediana della colonna, per il trattamento delle fratture costali o del dolore toracico ai livelli T7–T11, con la sonda posizionata in orientamento sagittale e l'ago introdotto 2–3 mm al di sotto del margine inferiore della costa. Si iniettano 5 mL di anestetico al livello del dolore e a livello delle coste soprastanti e sottostanti, per ottenere un controllo ottimale

del dolore. Solitamente viene eseguito unilateralmente per il rischio di indurre uno pneumotorace bilaterale.⁷⁰

I vantaggi risiedono nel fatto che è relativamente facile da eseguire grazie all'approccio posteriore e alla localizzazione più superficiale dei nervi. Lo svantaggio è che è impossibile da eseguire a livelli superiori (T1-T6) a causa della presenza della scapola e dei muscoli romboidi.⁷⁰

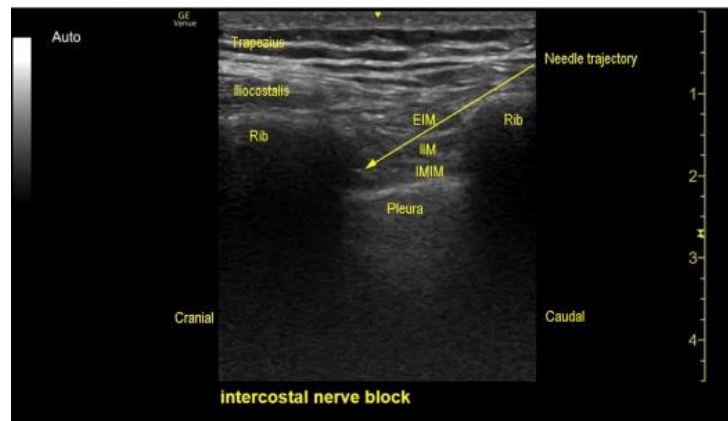


Figura 45, EIM= muscolo intercostale esterno, IM= muscolo intercostale interno, IMM= muscolo intercostale intimo⁷⁰

Analgesia epidurale

L'analgesia epidurale toracica (TEA) è fondamentale nella gestione del dolore acuto dopo interventi di chirurgia toracica, addominale e a seguito di fratture costali. Il posizionamento del catetere e l'iniezione di anestetico devono essere mirati ai segmenti toracici che innervano la cute, i muscoli e le ossa lesionate da cui origina l'input nocicettivo.⁷³

Per l'esecuzione è preferibile che il paziente venga posizionato in posizione seduta, con flessione del collo e della parte superiore della schiena, se non è possibile si posiziona in decubito laterale.

Il posizionamento del catetere avviene tramite punti di repere anatomici, che sono il processo spinoso prominente di C7, la spina della scapola (T3) e il bordo inferiore della scapola (T7), e utilizzando la tecnica della perdita di resistenza. La puntura avviene in sede paramediana a causa dell'estrema angolazione caudale dei processi spinosi toracici.⁷³

L'ago, per raggiungere lo spazio epidurale, deve progredire attraverso la cute e i legamenti interspinosi, tessuti molto densi, che oppongono un'elevata resistenza. Una volta impegnato e oltrepassato il legamento giallo si avverte una perdita di resistenza:

questo segno conferma che l'ago è posizionato correttamente all'interno dello spazio epidurale.⁷⁴

Le scelte principali degli anestetici da infondere includono gli anestetici locali da soli, gli oppioidi da soli o la combinazione di entrambi. Solitamente si combinano gli anestetici locali con gli oppioidi per ottenere un'analgesia sinergica, riducendo gli effetti avversi dose-dipendenti di ciascun farmaco. La combinazione di anestetici locali e oppioidi produce un'analgesia superiore rispetto all'utilizzo isolato di una delle due classi di farmaci, tuttavia è necessaria un'attenta titolazione delle concentrazioni, per ottenere un'analgesia ottimale ed evitare gli effetti collaterali, come l'ileo post-operatorio e l'ipotensione. Le complicanze sono rare e includono la perforazione durale e le lesioni nervose da cause emorragiche o infettive.⁷³

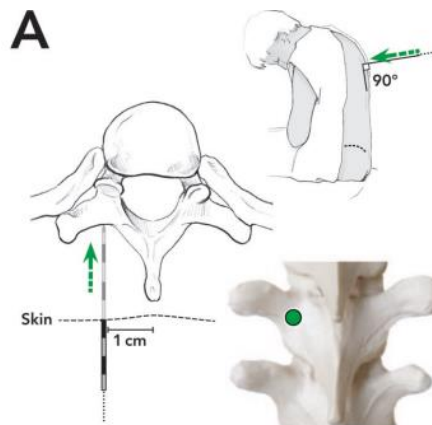


Figura 46, schema del posizionamento del catetere epidurale toracico⁷³

Blocco paravertebrale

Lo spazio paravertebrale è delimitato antero-lateralmente dalla pleura parietale, posteriormente dal legamento costotrasversario, medialmente dalle vertebre e dai fori intervertebrali, inferiormente e superiormente dalle coste. La vicinanza della pleura parietale (limite antero-laterale) è il motivo per cui questa tecnica richiede estrema precisione. Per evitare il rischio di pneumotorace il blocco paravertebrale viene eseguito sotto guida ecografica.⁷⁵

I nervi presenti in questo spazio sono privi di guaina fasciale, fattore che li rende estremamente suscettibili all'azione dell'anestetico locale. Questo blocco determina un'anestesia unilaterale, segmentale, somatica e simpatica, includendo il ramo posteriore in diversi dermatomeri toracici. Lo spazio paravertebrale comunica con lo spazio epidurale attraverso i fori intervertebrali e questo spiega perché, a volte, un blocco

paravertebrale può comportarsi quasi come un'epidurale, dando una parziale copertura anche sul lato controlaterale. ⁷⁵

Per quanto riguarda la tecnica di esecuzione, l'anestesista individua lo spazio paravertebrale da T2 a T6 utilizzando una sonda ecografica lineare. Posizionando la sonda sul processo spinoso interessato, si visualizzano i processi trasversi mediante un movimento laterale della sonda e si identificano 3 strutture anatomiche: il doppio strato della membrana intercostale interna, il processo trasverso e i movimenti respiratori della pleura parietale. Dopo aver anestetizzato la cute, si posiziona l'ago inferiormente alla sonda e si inserisce nello spazio tra la membrana intercostale interna e la pleura.

Con l'introduzione della guida ecografica si sono ridotte le complicanze come lo pneumotorace, l'emotorace, l'iniezione intratecale e il blocco del plesso brachiale. ⁷⁵

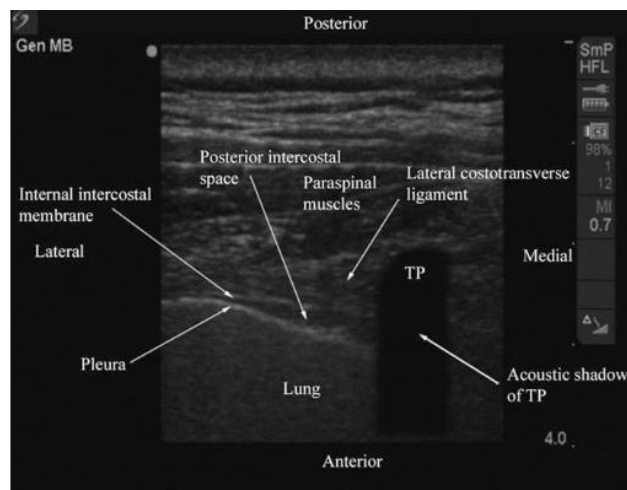


Figura 47, Ecografia trasversale della regione paravertebrale toracica con il fascio di ultrasuoni diretto sul processo trasverso (TP)

STUDIO CLINICO

Introduzione

Il trauma toracico interessa circa il 60% dei pazienti politraumatizzati e si associa ad una mortalità del 20%-25%. Come illustrato nei capitoli precedenti si distinguono traumi toracici penetranti (aperti) e contusivi (chiusi) e, tra le due tipologie, il trauma contusivo rappresenta la forma più comune nei paesi occidentali, coprendo circa il 70% dei casi. ¹⁰

Nel trauma toracico possono essere coinvolte varie strutture, tra cui la parete toracica, la pleura, il parenchima polmonare, le vie aeree e altri organi mediastinici come cuore, esofago e grossi vasi. Le complicanze più gravi sono rappresentate da ipossia,

insufficienza respiratoria, ARDS, riduzione della gittata cardiaca, fino ad arrivare a quadri di instabilità emodinamica e shock.

Il dolore rappresenta uno dei sintomi cardine nel paziente traumatizzato e incide negativamente sulla dinamica respiratoria. Limitando i movimenti respiratori e sopprimendo il riflesso della tosse, il dolore compromette gli scambi gassosi e aumenta significativamente il rischio di complicanze quali atelettasia e polmonite. Pertanto, una strategia analgesica efficace nel paziente traumatizzato è fondamentale nel ridurre le complicanze e la mortalità.

Lo studio TRACTION (*Thoracic Trauma Intubation Risk Score for Blunt Trauma*) è uno studio multicentrico osservazionale volto ad arruolare pazienti che, all'accesso in Pronto Soccorso, presentano un trauma toracico contusivo, e a ricercare le variabili che indicano il rischio di intubazione orotracheale nelle prime 6 ore. *Outcome* secondari dello studio riguardano la valutazione del tipo di analgesia somministrata ai pazienti nei primi 7 giorni dal ricovero, correlandola alla progressione del dolore percepito dal paziente giorno dopo giorno, descritto con un valore da 0 a 10 secondo la *Numerical Rating Scale* (NRS), in cui 0 indica "assenza di dolore" e 10 "il peggior dolore mai provato".

Materiali e metodi

Nello studio TRACTION sono stati inclusi tutti i pazienti che, dopo aver subito un trauma toracico contusivo, si sono presentati al Pronto Soccorso delle strutture partecipanti, situate nelle città di Bologna, Cesena, Genova, Novara, Pisa, Rozzano e Varese, e sono stati arruolati in ordine di accesso. Per quanto riguarda il campione raccolto presso il Policlinico San Martino di Genova, i pazienti sono stati arruolati tra il 21 febbraio 2023 e il 1 aprile 2026, per un totale di 83 soggetti inclusi. Gli accessi al Pronto Soccorso sono stati monitorati quasi quotidianamente mediante il sistema informatico *Onesys*, al fine di individuare i pazienti eleggibili.

I criteri di inclusione erano:

- Età pari o superiore a 18 anni;
- Trauma toracico contusivo con lesioni documentabili significative (punteggio toracico AIS, T-AIS ≥ 2);
- *Glasgow Coma Scale* (GCS) > 8 all'ingresso;
- TC *total body* eseguita entro 6 ore dall'accesso in Pronto Soccorso.

I criteri di esclusione comprendevano:

- Et  inferiore a 18 anni;
- Trauma toracico penetrante;
- *Glasgow Coma Scale* (GCS) < 8 all'ingresso;
- Pazienti gi  intubati all'arrivo in Pronto Soccorso;
- Pazienti intubati per intervento chirurgico d'urgenza entro 24 ore dall'arrivo;
- Pazienti con direttive di non intubazione.

Per ciascun paziente, previo consenso informato scritto, sono stati raccolti al giorno 0 i seguenti dati:

- Variabili antropometriche: et , sesso, peso, altezza;
- Comorbidit  e assunzione di anticoagulanti o antiaggreganti;
- Dati pre-ospedalieri: dinamica del trauma, intenzionalit  del trauma, pressione arteriosa sistolica, frequenza cardiaca, frequenza respiratoria, GCS;
- Emogasanalisi arteriosa entro le prime 6 ore (PaO₂/FiO₂, lattati, BE, massima FiO₂ richiesta nelle prime 6 ore);
- Parametri vitali peggiori nelle prime 6 ore (PAS minima, FC massima, FR massima, SpO₂, GCS, NRS);
- Presenza di fratture vertebrali mieliche;
- Presenza di trauma cardiaco;
- Stato infettivo da SARS-CoV2 al momento del ricovero;
- Dati radiologici: e-FAST, ecografia toracica, TC (numero di fratture costali, numero di lobi contusi, presenza di emotorace/pneumotorace, presenza di *volet* costale);
- Trasfusioni di sangue/plasma fresco congelato/piastrine e somministrazione di cristalloidi entro 6 ore ed entro 24 ore;
- Somministrazione di acido tranexamico e/o fibrinogeno;
- Posizionamento di drenaggio toracico entro le prime 24 ore;
- Necessit  di intervento chirurgico urgente entro le prime 24 ore;
- Regime analgesico basale.

Al termine della fase di raccolta dati del giorno 0, ogni paziente   stato sottoposto a ecografia toracica mediante sonda convex, finalizzata all'esplorazione di dodici regioni polmonari (sei per emitorace) e alla determinazione del *Lung Ultrasound Score* (LUS),

calcolato sia per singola regione, assegnando un punteggio da 0 a 3, sia come punteggio globale.

Successivamente, i pazienti arruolati sono stati sottoposti a monitoraggio ecografico giornaliero per 7 giorni consecutivi, durante il quale sono stati raccolti i seguenti dati:

- Dolore riferito dal paziente secondo la NRS (*Numerical Rating Scale*);
- Terapia analgesica programmata e al bisogno, con le seguenti opzioni:
 - Paracetamolo o FANS
 - Paracetamolo + FANS
 - Oppioidi minori
 - Oppioidi maggiori
 - Catetere epidurale
 - Blocchi paravertebrali
 - Blocco anteriore (PECS I o II o Serratus)
 - Blocco del Piano Erettore Spinale (ovvero ESP)
 - Analgesia Controllata dal Paziente (PCA)
 - Nessuna analgesia ricevuta
- Eventuale supporto ossigenoterapico (ossigenoterapia convenzionale, HFNC, CPAP, NIV, IOT) con relativi parametri (PEEP, PS);
- Necessità di intubazione tracheale;
- Necessità di drenaggio toracico;
- Necessità di intervento chirurgico (con o senza intubazione);
- Reparto di ricovero;
- LUS regionale e globale.

Al termine del periodo di osservazione o alla dimissione, è stata compilata una scheda relativa agli *outcome* del paziente, in particolare:

- Punteggi AIS e ISS (*Injury Severity Score*);
- New RTS (*Revised Trauma Score*);
- Giorno di massima terapia analgesica;
- Sviluppo di ARDS entro 1 settimana dal trauma;
- Durata complessiva di NIV e ventilazione meccanica invasiva;
- Giorni di ricovero in ICU e durata totale del ricovero;

- *Outcome* finale (dimissione o decesso).

Tutti i dati sono stati raccolti in forma anonima tramite la piattaforma online REDCap, accessibile ai ricercatori coinvolti nello studio. Ad ogni paziente è stato attribuito un codice identificativo progressivo in base al centro di arruolamento (ad esempio, GE01, GE02, ecc. per Genova), consentendo la gestione centralizzata delle informazioni nel rispetto della privacy.

Risultati

Il campione arruolato presso il Policlinico San Martino è composto da 83 pazienti, di cui 62 uomini (75%) e 21 donne (25%).

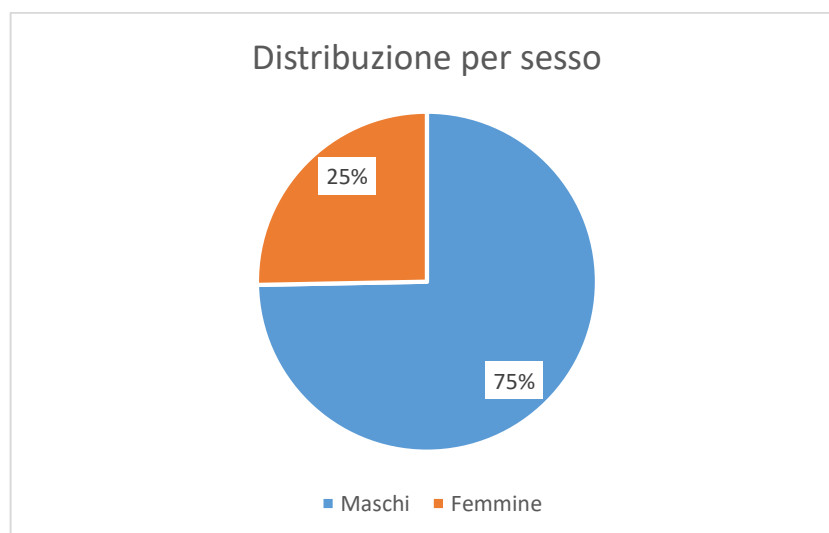


Figura 48

L'età media del campione è di 58,3 anni, con una deviazione standard di $\pm 18,7$ anni.

La dinamica del trauma è risultata piuttosto eterogenea nel campione analizzato. Gli incidenti motociclistici rappresentano la causa più frequente, interessando il 33,73% dei pazienti. Seguono le cadute a bassa energia, responsabili del 25,3% dei casi, e le cadute ad alta energia, che costituiscono il 18% del totale.

Per quanto riguarda le altre dinamiche, gli investimenti pedonali rappresentano l'8,4% dei casi, seguiti dagli incidenti che coinvolgono auto o autocarri (6%). I traumi da bicicletta costituiscono il 4,8% del campione, mentre la quota rimanente, classificata come "altro/impatto con oggetto smusso", si attesta al 3,6%.

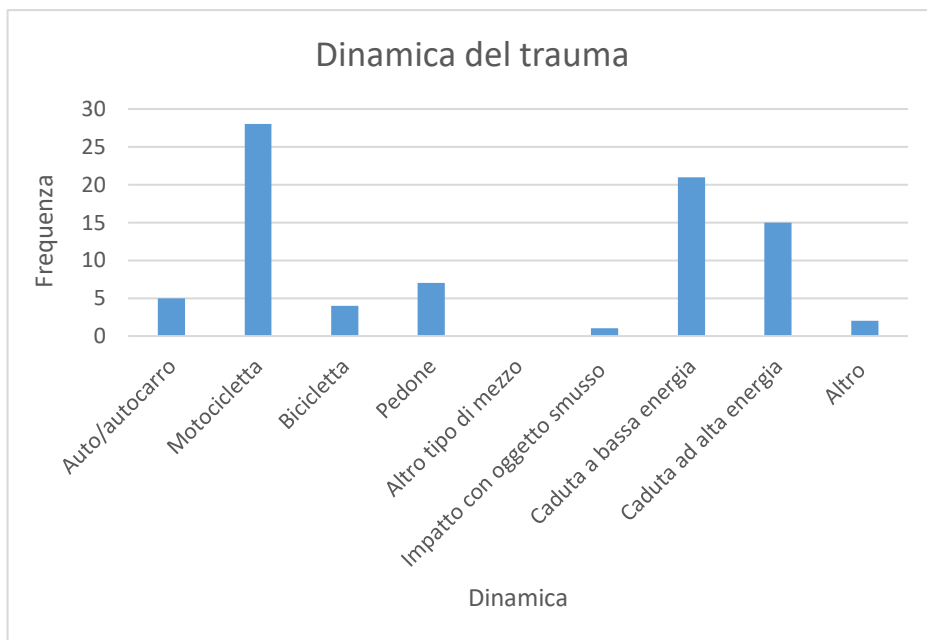


Figura 49

Per quanto riguarda l'intenzionalità del trauma, quasi tutte le dinamiche sono state accidentali, solo un caso si è rivelato essere un'autolesione.

Riguardo alle comorbilità dei pazienti, la più frequente è risultata essere l'insufficienza cardiaca cronica (6% dei casi), al secondo posto la malattia polmonare cronica e la malattia cardiaca cronica, entrambe riscontrate nel 3,6% dei casi. Non sono stati registrati casi di malattia renale cronica e malattia epatica cronica.

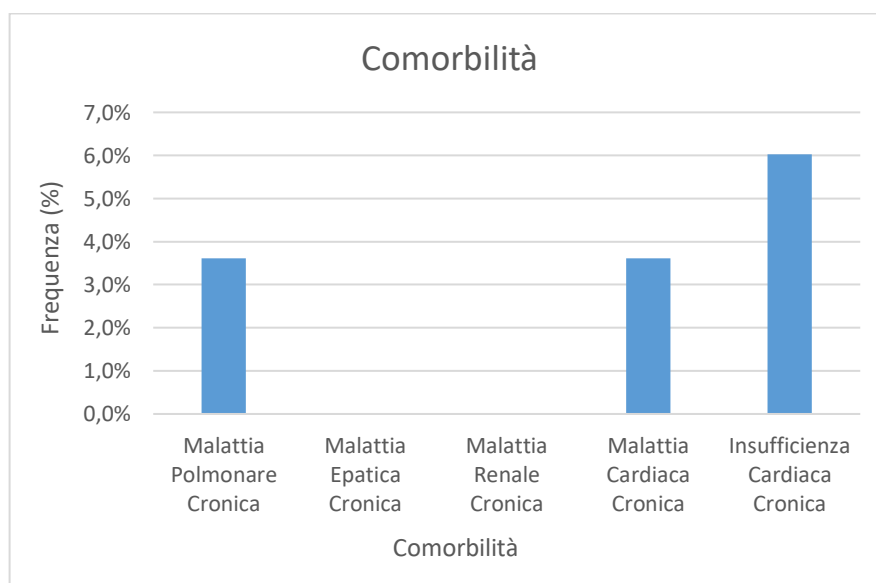


Figura 50

Al momento dell'accesso in Pronto Soccorso è stata valutata l'intensità del dolore espressa dai pazienti secondo la scala NRS, che va da un punteggio 0 (nessun dolore) a

un punteggio pari a 10 (peggiore dolore mai provato). Il valore medio di NRS registrato al giorno 0 è di $6,31 \pm 2,04$ DS, di seguito viene riportata la distribuzione dei punteggi NRS al momento dell'ingresso.

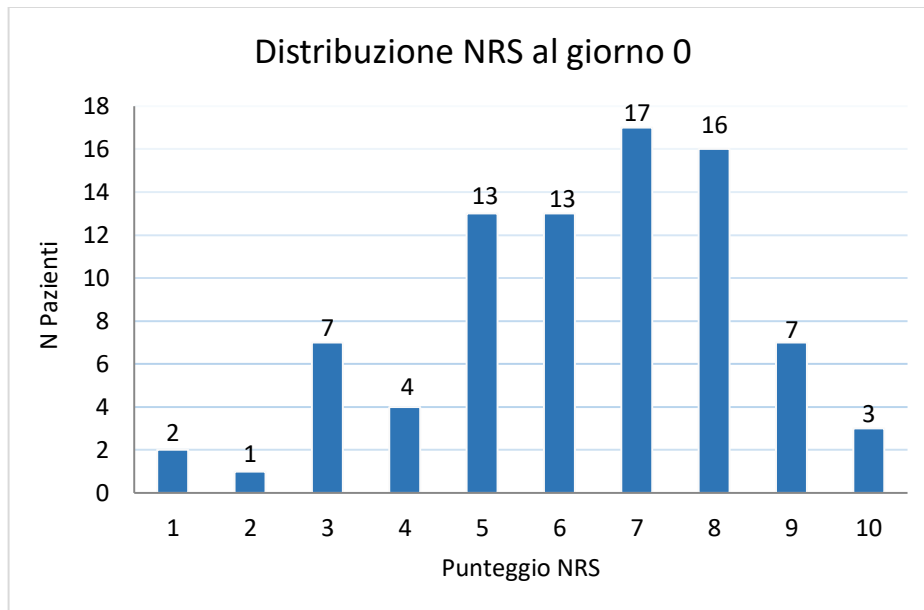


Figura 51

In particolare:

- 10 pazienti (12%) hanno riportato un dolore lieve (NRS 1-3);
- 30 pazienti (36%) hanno riportato un dolore moderato (NRS 4-6);
- 43 pazienti (52%) hanno riportato un dolore severo (NRS 7-10);
- Nessun paziente ha riferito di non provare dolore (NRS 0).

Di questi 83 pazienti arruolati, 14 pazienti (17%) non hanno ricevuto nessuna terapia analgesica al giorno 0, pur in presenza di dolore rilevato tramite scala NRS. Di questi la maggior parte ha riportato un dolore almeno moderato ($NRS \geq 5$), in particolare: 4 pazienti riportavano un NRS pari a 6, 3 pazienti pari a 5, 2 pazienti pari a 8, 1 paziente pari a 9, 1 paziente pari a 10, 1 paziente pari a 4, 1 paziente pari a 3 e 1 paziente ha riportato un valore di 1. La distribuzione dei punteggi NRS in questo sottogruppo di pazienti è rappresentata nel grafico seguente.

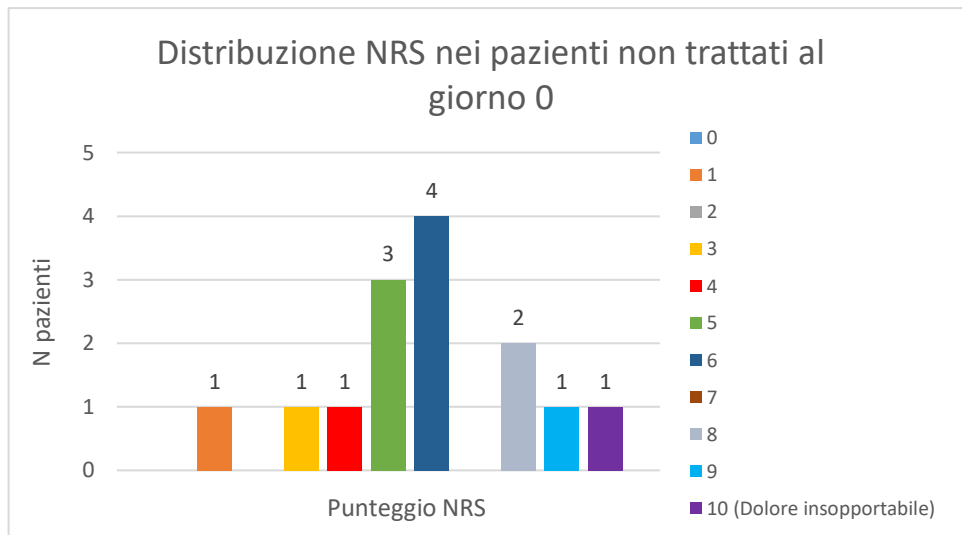


Figura 52

Al fine di evidenziare una possibile correlazione tra punteggio NRS medio all'ingresso ed età, il campione è stato suddiviso in 4 fasce d'età: ≤ 40 anni, 41-59 anni, 60-79 anni e > 80 anni. Per ciascun gruppo è stato calcolato il valore di NRS medio al giorno 0. Il campione comprendeva 15 soggetti nella fascia ≤ 40 anni, 29 nella fascia 41-59, 28 nella fascia 60-79 e 11 nella fascia ≥ 80 anni. Di seguito si riportano i risultati ottenuti.

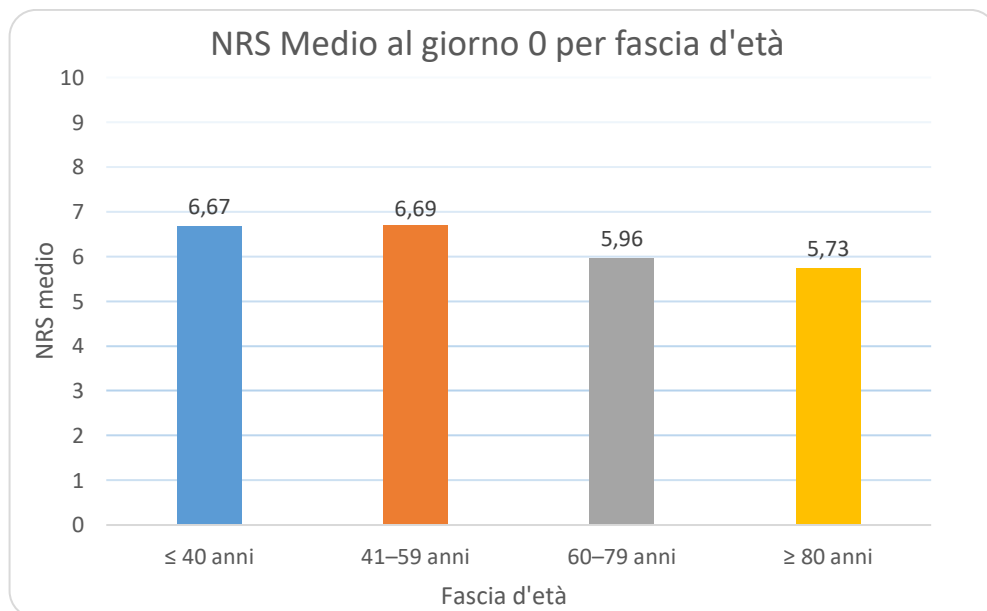


Figura 53

E' stata esplorata anche una possibile correlazione tra punteggio NRS all'ingresso e sesso dei pazienti. Analizzando la distribuzione dell'intensità del dolore in base al sesso, si osserva che il 61,9% delle donne ha riferito un punteggio NRS ≥ 7 , indicativo di dolore severo, mentre il 38% ha riportato un NRS < 7 . Per quanto riguarda gli uomini, il 48% ha riferito un NRS ≥ 7 , mentre il 51,6% ha espresso un dolore inferiore.

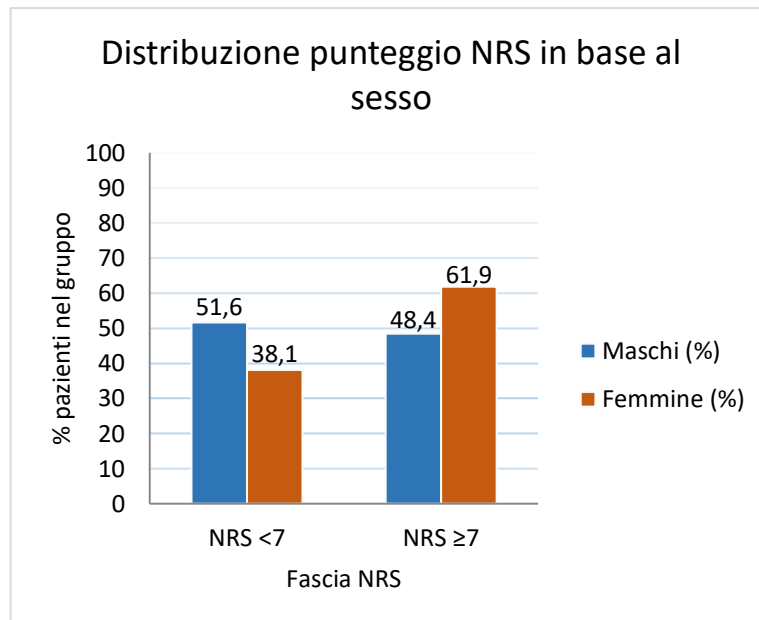


Figura 54

Per quanto riguarda la frequenza delle lesioni toraciche, all'ingresso 71 pazienti (85,5%) presentavano almeno una frattura costale e 53 pazienti (63,9%) almeno una contusione polmonare. Nessun paziente ha presentato *volet* costale, mentre 27 pazienti (32,5%) hanno sviluppato pneumotorace e in 7 pazienti (8,4%) è stato diagnosticato un emotorace.

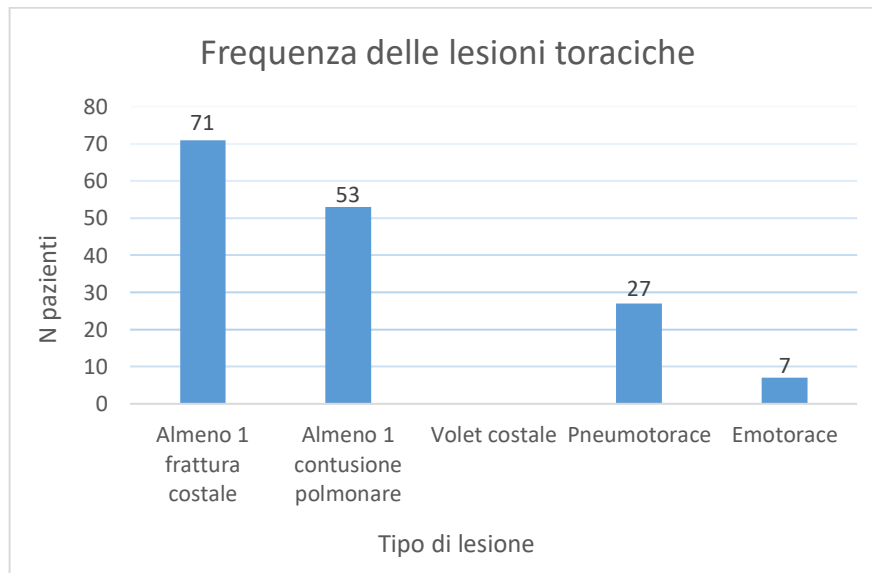


Figura 55

E' stata esplorata la correlazione tra NRS e il numero di fratture costali. La maggior parte dei pazienti ha da 1 a 7 coste fratturate, mentre i valori di NRS sono distribuiti maggiormente tra 5 e 9.

Dal grafico si evince che il numero di fratture costali non aumenta in maniera proporzionale con l'intensità del dolore: ci sono pazienti con poche fratture costali che

esprimono un NRS pari a 8, mentre un paziente con 13 coste fratturate esprime un NRS di 3 e un altro con 17 coste fratturate esprime un valore pari a 6.

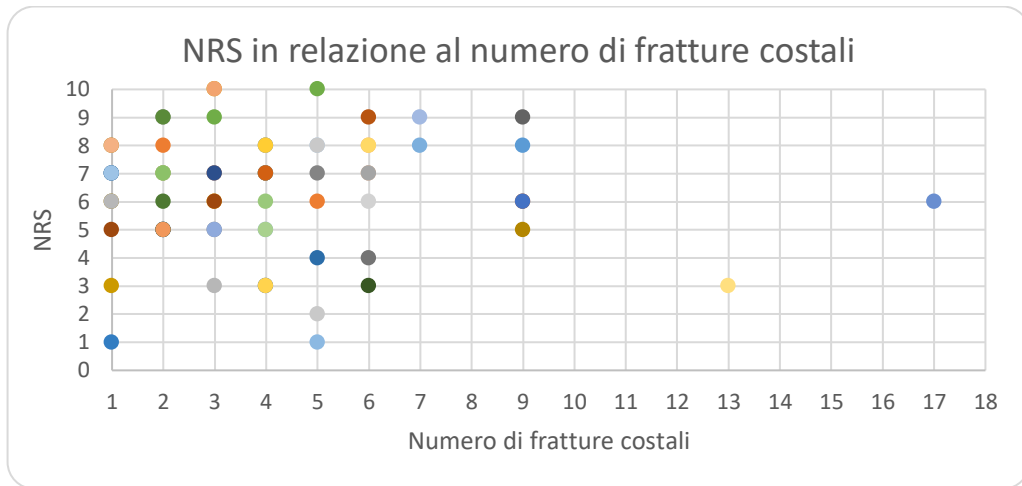


Figura 56

Per quanto riguarda la correlazione tra NRS e numero di contusioni polmonari i dati analizzati sono riportati nel grafico seguente. Anche in questo caso si nota che il numero di lobi contusi non è direttamente proporzionale all'intensità del dolore espressa dal paziente: ci sono pazienti che hanno 1-2 lobi contusi ed esprimono dolore severo ($NRS \geq 7$), mentre pazienti con 3 o più contusioni polmonari riportano un punteggio NRS molto più basso.

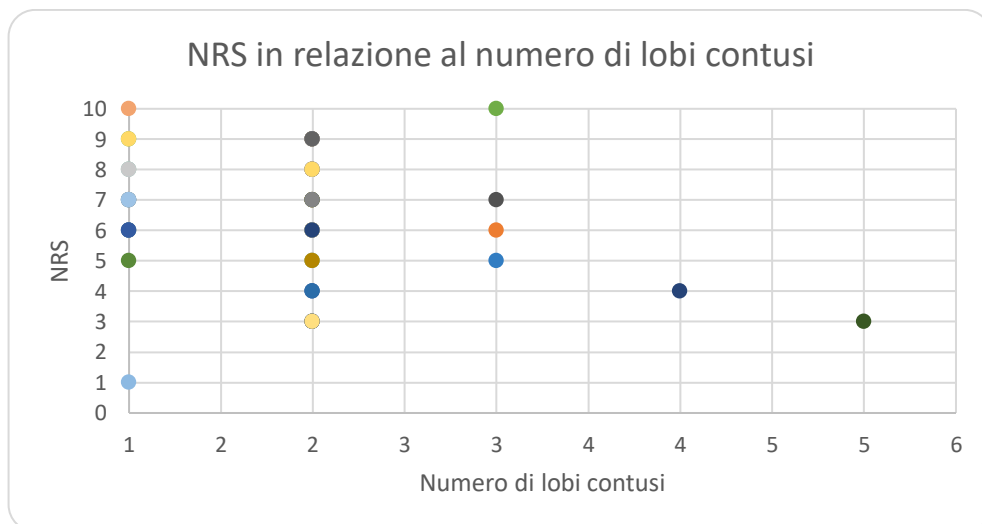


Figura 57

L'andamento dell'intensità del dolore è stato monitorato quotidianamente, mediante scala NRS, nei 7 giorni successivi al trauma. Al giorno 0 la media del punteggio NRS è risultata di 6,31 (n=83). Nei giorni successivi c'è stata una diminuzione progressiva dell'intensità del dolore con un NRS medio al giorno 1 di 6,04 (n=67), al giorno 2 di 5,14 (n=58), al

giorno 3 di 4,73 (n=56), al giorno 4 di 4,4 (n=50), al giorno 5 di 4,16 (n=45), al giorno 6 di 4,0 (n=42) e, infine, al giorno 7 c'è stata una piccola risalita con NRS di 4,12 (n=33). La valutazione dell'intensità del dolore è considerata affidabile fino al giorno 4, poiché la numerosità del campione rimane sufficientemente elevata rispetto a quella iniziale. Successivamente, il numero di pazienti valutabili si riduce drasticamente a causa delle dimissioni, con conseguente diminuzione della potenza statistica e della robustezza delle analisi effettuate nei giorni successivi. Dal giorno 0 al giorno 4 si registra una variazione percentuale del 30,27%, dato che correla con un buon controllo del dolore grazie alle terapie analgesiche somministrate.

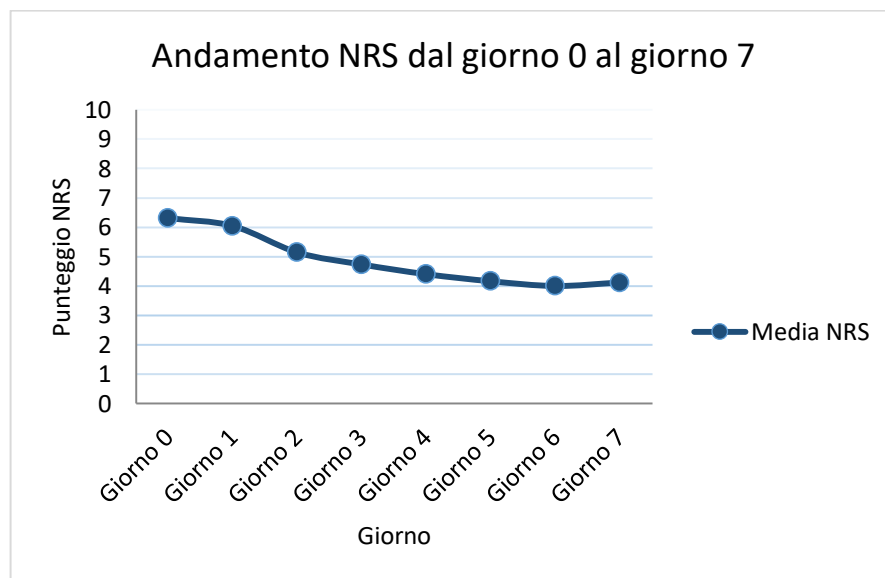


Figura 58

Nell'ambito delle terapie analgesiche al giorno 0 la somministrazione di paracetamolo o FANS in monoterapia è risultata predominante (45,8% dei casi), mentre 1 solo paziente ha ricevuto la combinazione di paracetamolo e FANS. Per quanto riguarda l'utilizzo degli oppioidi in monoterapia, l'oppioide forte è stato utilizzato nel 8,4% dei casi mentre l'oppioide debole nel 3,6% dei casi. Il 17% dei pazienti non ha ricevuto nessuna analgesia. Sono state utilizzate anche le strategie terapeutiche multimodali in cui si combinano più principi attivi: paracetamolo/FANS con oppioide forte (9,6%), paracetamolo/FANS con oppioide debole (8,4%), paracetamolo associato a FANS e oppioide forte (2,4%), paracetamolo associato a oppioide forte e oppioide debole (2,4%), in un solo caso è stata utilizzata la combinazione di paracetamolo con FANS e oppioide debole.

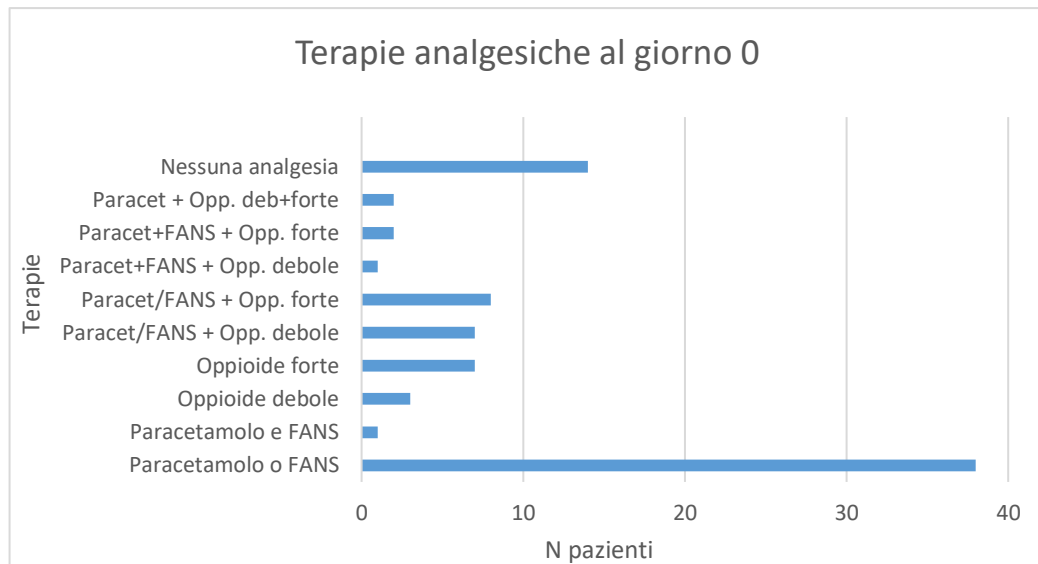


Figura 59

Il picco di trattamento analgesico, cioè il momento in cui è stato necessario utilizzare la terapia analgesica più intensa, si è verificato in media a 1,5 giorni dal trauma, con una deviazione standard di $\pm 1,71$ giorni, con la maggior parte dei pazienti (62%) che ha raggiunto il picco analgesico già al giorno 0 o al giorno 1.

Per quanto riguarda l'andamento delle terapie utilizzate nei 7 giorni successivi al trauma la monoterapia di paracetamolo o FANS rimane predominante, tuttavia cala dal 70% al giorno 0 al 44% al giorno 7. Gli oppioidi forti mostrano un trend in aumento dal 23% al 35%, mentre gli oppioidi deboli aumentano fino al giorno 2 (27%) e poi calano progressivamente nei giorni seguenti. La combinazione di paracetamolo e FANS è risultata poco utilizzata, attestandosi intorno al 1,5%, con un picco al giorno 3 del 7,7%. Per quanto riguarda “nessuna analgesia” la percentuale si è progressivamente ridotta nei giorni, arrivando allo 0% al giorno 7.

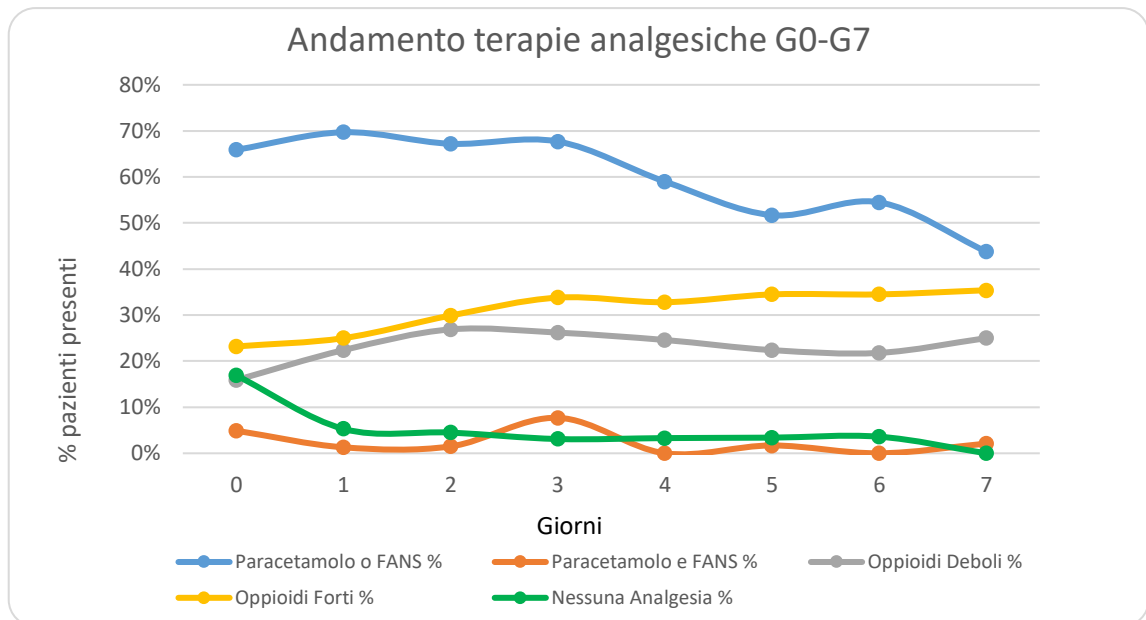


Figura 60

E' stata analizzata la variazione dell'intensità del dolore dal giorno 0 al giorno 1, a seconda della strategia analgesica utilizzata:

- Nei pazienti che non hanno ricevuto nessuna analgesia l'NRS medio è passato da 5,93 a 6,50 (+ 9,6%);
- Nei pazienti che hanno ricevuto paracetamolo o FANS l'NRS medio è variato da 6,11 a 5,79 (-5,2%);
- Nei pazienti a cui sono stati somministrati oppioidi deboli l'NRS medio si è ridotto, passando da 5,75 a 4,33 (-24,7%), tuttavia si tratta di un campione molto piccolo (n=3);
- Nei pazienti che hanno ricevuto oppioidi forti l'NRS medio è diminuito da 7,78 a 6,43 (-17,4%);
- Nei pazienti che hanno ricevuto terapie di combinazione l'NRS medio è passato da 6,47 a 6,31 (-2,5%).

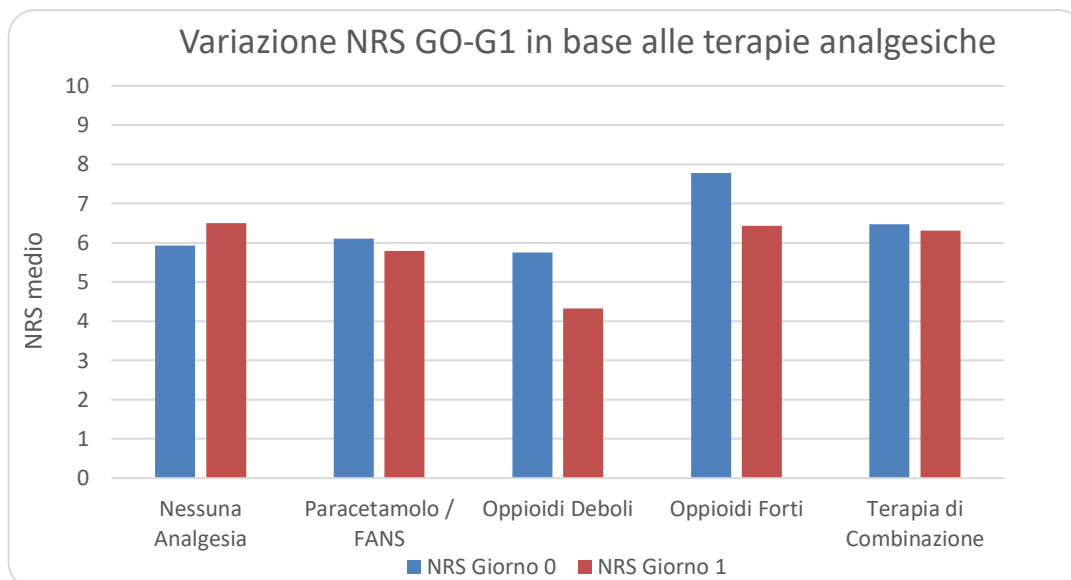


Figura 61

L'analisi delle dosi analgesiche *rescue* somministrate nei sette giorni successivi al trauma ha evidenziato un andamento variabile nel tempo. Considerando il numero di pazienti che hanno richiesto almeno una dose *rescue*, al giorno 1 sono stati registrati 11 pazienti trattati con terapia analgesica aggiuntiva, pari al 17,7% dei pazienti valutabili. Il valore più elevato è stato osservato al giorno 2, con 16 pazienti che hanno ricevuto dosi *rescue* (29,6%), seguito dal giorno 3, in cui il ricorso a terapia aggiuntiva ha interessato 14 pazienti (26,4%).

Nei giorni successivi si è osservata una progressiva riduzione del ricorso alle dosi *rescue*, con 10 pazienti al giorno 4 (22,2%) e 6 pazienti al giorno 5 (15,0%). Al giorno 6 e al giorno 7 il numero di pazienti trattati con analgesia *rescue* è risultato pari a 8 pazienti in entrambe le giornate, corrispondenti rispettivamente al 20,0% e al 24,2% dei pazienti valutabili.

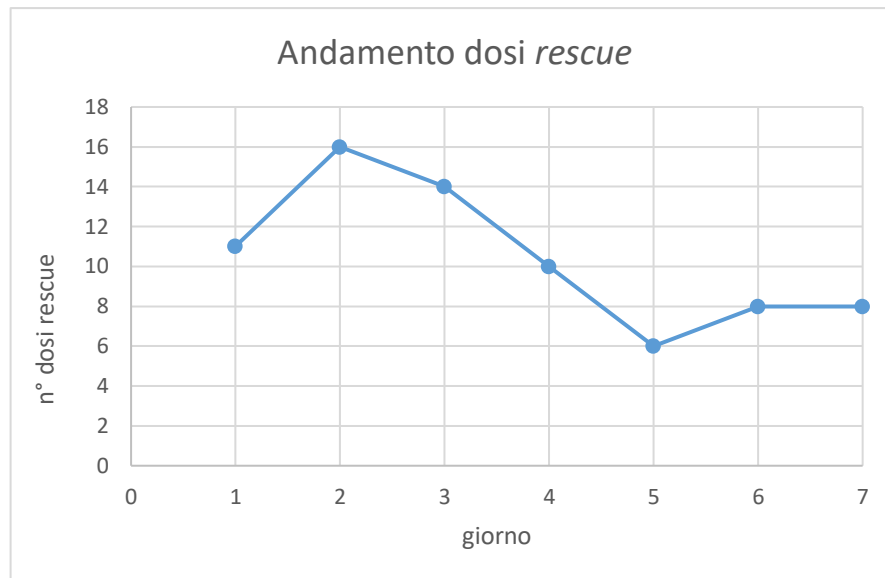


Figura 62

Discussione

Il controllo del dolore nel trauma toracico contusivo rappresenta un aspetto fondamentale della gestione del paziente traumatizzato, soprattutto durante le prime fasi dell'ospedalizzazione. Lo studio TRACTION ha consentito di valutare, all'interno di una coorte multicentrica, l'evoluzione dell'intensità del dolore, rilevata mediante la scala NRS, e le strategie analgesiche adottate.

Nel campione di 83 pazienti arruolato presso il Policlinico San Martino prevale nettamente il sesso maschile, che rappresenta il 75% del totale, a fronte di una quota femminile pari al 25%. Questo suggerisce che gli uomini siano più frequentemente coinvolti negli eventi traumatici rispetto alle donne e rispecchia i dati epidemiologici riportati in letteratura sul trauma toracico. Il genere maschile risulta statisticamente più esposto ad occupazioni ad alto rischio, attività sportive a maggior impatto fisico e a comportamenti di guida più rischiosi.

L'età media del campione è di 58,3 anni, indicatore di un'età medio-alta. La deviazione standard è di $\pm 18,7$ anni, che riflette un campione piuttosto eterogeneo, in cui coesistono sia pazienti giovani adulti (35-40 anni), tipicamente vittime di incidenti stradali o traumi ad alta energia, sia pazienti anziani (70-75 anni), coinvolti più frequentemente nelle cadute accidentali o a bassa energia. Il fatto che l'età media del campione sia abbastanza alta è correlato al profilo epidemiologico della città di Genova, che registra un indice di vecchiaia notevolmente superiore rispetto ad altre città italiane.

Per quanto riguarda la dinamica del trauma, gli incidenti motociclistici rappresentano la causa più frequente nel campione analizzato. Questo risultato trova una spiegazione nel fatto che, nella città di Genova, la maggior parte degli abitanti utilizza moto e scooter come principale mezzo di trasporto, fattore che contribuisce alla maggiore incidenza di traumi causati da incidenti motociclistici e influenza la gravità delle lesioni. Da un punto di vista biomeccanico, l'impatto scarica l'energia cinetica direttamente sulla gabbia toracica e, in mancanza di dispositivi di protezione come cinture di sicurezza o airbag, il torace risulta più esposto al trauma.

Le comorbidità riscontrate più frequentemente nel campione sono risultate l'insufficienza cardiaca cronica (6%), seguita dalla malattia polmonare cronica (3,6%) e dalla malattia cardiaca cronica (3,6%). In questi pazienti più fragili le strategie analgesiche richiedono un approccio personalizzato sulla base delle patologie concomitanti. Nei pazienti con insufficienza cardiaca il dolore può determinare un'iperattivazione del sistema nervoso simpatico, peggiorando il quadro di scompenso; per questo motivo un buon controllo del dolore è fondamentale anche per proteggere la funzionalità cardiaca. In questi pazienti meglio evitare la somministrazione di FANS, per il loro effetto di ritenzione idrosalina e sviluppo di edemi, che possono peggiorare il quadro clinico.

Per quanto riguarda i pazienti con malattia polmonare cronica, la scelta terapeutica deve essere volta ad evitare la depressione respiratoria, un effetto avverso associato soprattutto all'uso degli oppioidi. Per questo motivo è preferibile ricorrere ad analgesici quali paracetamolo o FANS, quando possibile.

Infine, nessun paziente ha presentato un'anamnesi positiva per malattia renale cronica o epatopatia cronica, di conseguenza la strategia terapeutica non è stata influenzata da limitazioni legate all'escrezione renale o al metabolismo epatico.

Osservando la distribuzione dei punteggi NRS al giorno 0 si nota come la maggior parte dei pazienti (83% del totale) ha riferito un dolore moderato-severo ($NRS \geq 5$). Un punteggio NRS elevato rappresenta un importante fattore prognostico per i pazienti con trauma toracico, poiché il dolore induce ipoventilazione, ristagno di secrezioni bronchiali, e di conseguenza, aumentato rischio di polmonite, atelettasia ed evoluzione verso insufficienza respiratoria acuta. Pertanto sono necessari protocolli di analgesia adeguata fin da subito.

Un dato importante riguarda i 14 pazienti (17% del totale) che non hanno ricevuto nessuna analgesia al giorno zero, nonostante avessero espresso dolore tramite scala NRS. In particolare 8 pazienti riportavano un dolore moderato (NRS 4-6), 4 pazienti un dolore severo (NRS 7-10) e 2 pazienti un dolore lieve (NRS 1-3). Questa discrepanza tra l'intensità del dolore riferita e la mancata somministrazione di analgesici può essere dovuta a diversi fattori tra cui il rifiuto della terapia da parte dei pazienti per il timore degli effetti collaterali, la sottostima del punteggio NRS da parte degli operatori sanitari, la presenza di altre priorità cliniche come la stabilizzazione delle funzioni vitali, oppure criticità organizzative legate al sovraffollamento del Pronto Soccorso.

L'analisi del punteggio NRS per fasce d'età ha evidenziato una riduzione dell'intensità del dolore riferita dai pazienti con l'aumentare dell'età. In particolare, i soggetti più giovani (≤ 40 anni e 41–59 anni) presentano valori medi di NRS superiori a 6,5, mentre nelle fasce di età più avanzata il punteggio si riduce progressivamente, fino a 5,73 negli ultraottantenni. Questo andamento potrebbe riflettere una diversa percezione e manifestazione del dolore nella popolazione anziana, a causa di alterazioni della sensibilità nocicettiva e alla presenza di deficit cognitivi.

In merito alla distribuzione del punteggio NRS in base al sesso, dai dati raccolti risulta che le donne riferiscono più frequentemente un dolore severo ($\text{NRS} \geq 7$) al momento dell'ingresso, in particolare il 61,9% delle pazienti di sesso femminile riferisce un dolore severo, contro il 48,4% dei pazienti di sesso maschile. Tuttavia bisogna considerare che, all'interno del campione analizzato, il numero di donne ($n=21$) è nettamente inferiore rispetto a quello degli uomini ($n=62$), fattore che può inficiare la significatività statistica. Per un'analisi più accurata sarebbe preferibile disporre di un campione più bilanciato tra i due gruppi.

Le lesioni più frequentemente rilevate nel campione sono le fratture costali e le contusioni polmonari. E' stata ricercata un'eventuale correlazione tra il numero di fratture costali o il numero di lobi contusi e il punteggio NRS. I dati analizzati dimostrano che l'intensità del dolore non è direttamente proporzionale né al numero di fratture costali, né al numero di lobi polmonari contusi. Pazienti con poche lesioni hanno infatti riportato punteggi NRS ugualmente elevati. Questo può essere spiegato dal fatto che il dolore non origina primariamente dal tessuto osseo o dal tessuto parenchimale del polmone, ma piuttosto

dallo stiramento delle strutture innervate come la pleura parietale e i muscoli intercostali, quindi una frattura instabile associata a ematoma intercostale può provocare un dolore più intenso rispetto a multiple fratture composte. Inoltre, la percezione del dolore è soggettiva e influenzata da numerosi fattori biologici, psicologici, cognitivi e culturali. Per questa serie di motivi la terapia analgesica non deve basarsi esclusivamente sul numero di fratture o di contusioni visibili radiologicamente, ma considerare anche l’NRS riferito dal paziente.

Per l’analisi dell’andamento dell’intensità del dolore è stato registrato quotidianamente il punteggio NRS, dal giorno 0 al giorno 7. Si è registrata una diminuzione del dolore del 30,3% nei primi 4 giorni, dato che suggerisce una buona efficacia delle terapie analgesiche somministrate nelle fasi iniziali. Dal quarto giorno in poi il campione diminuisce drasticamente a causa delle dimissioni dei pazienti e, di conseguenza, diminuisce la potenza statistica e la robustezza delle analisi effettuate nei giorni successivi. Pertanto, la variazione percentuale del 34,7% dal giorno 0 al giorno 7 deve essere interpretata con cautela. Tale andamento sottolinea un fenomeno cruciale nella ricerca clinica prospettica: la perdita di dati nel corso della degenza rischia di generare un *bias* di selezione, concentrando le analisi avanzate quasi esclusivamente sui pazienti più gravi o a lenta risoluzione. Nonostante ciò, l’andamento dei punteggi NRS conferma il raggiungimento di un controllo analgesico ottimale nella gran parte dei casi.

Per quanto riguarda la scelta delle terapie analgesiche al giorno 0 il paracetamolo o i FANS in monoterapia hanno rappresentato l’opzione principale, evidenziando un approccio iniziale basato su analgesici di prima linea (non oppioidi). E’ emersa anche l’applicazione delle strategie di analgesia multimodale, attraverso diverse combinazioni (paracetamolo/FANS associati a oppioide forte/debole), volte a sfruttare l’effetto sinergico delle varie molecole, riducendo gli effetti collaterali dei singoli farmaci. In una quota di pazienti è stato somministrato l’oppioide in monoterapia al giorno 0, probabilmente a causa del dolore particolarmente intenso associato al trauma, che ha richiesto un controllo antalgico tempestivo.

Analizzando l’andamento delle terapie analgesiche nei giorni seguenti, il paracetamolo o i FANS hanno continuato a rappresentare l’opzione di scelta. La loro somministrazione è diminuita progressivamente, compatibilmente con il miglioramento clinico e le dimissioni dei pazienti.

Gli oppioidi deboli hanno registrato un lieve incremento nei primi 2 giorni, probabilmente a causa di un parziale fallimento dei soli analgesici non oppioidi in fase iniziale, che ha richiesto un potenziamento temporaneo della terapia. Tuttavia bisogna considerare che gli oppioidi deboli sono stati somministrati in un numero limitato di casi.

Per quanto riguarda gli oppioidi forti è stato registrato un trend in aumento a partire dal terzo giorno, dovuto alla necessità di potenziare il trattamento nei pazienti con dolore persistente e severo. Nei giorni seguenti la curva degli oppioidi forti è rimasta pressoché stabile, verosimilmente dovuto al fatto che i pazienti con degenza prolungata spesso presentano un dolore più severo e refrattario ai farmaci di primo livello.

Un dato positivo riguarda l'andamento della curva relativa a "nessuna analgesia" che si è progressivamente ridotta nei giorni seguenti al trauma, a testimonianza del fatto che l'attenzione al dolore da parte del personale sanitario si è fatta più stringente e quasi nessun paziente è rimasto senza analgesia.

Il picco del trattamento analgesico si è verificato entro le 48 ore dal trauma, momento in cui il dolore è solitamente più intenso.

L'analisi della variazione dell'NRS medio tra il giorno 0 e il giorno 1 in base alle terapie somministrate dimostra l'efficacia delle scelte terapeutiche. Il dato più rilevante è rappresentato dal sottogruppo trattato con oppioidi forti, che al giorno 0 presenta un NRS vicino a 8 e dopo 24 ore l'NRS scende a 6,4. Un trend sovrapponibile si è registrato anche per gli oppioidi deboli, il cui NRS scende da 5,8 a 4,3. Il gruppo trattato con paracetamolo/FANS o terapie di combinazione ha mostrato un NRS abbastanza stabile, risultato che evidenzia come i farmaci non oppioidi svolgano un ruolo di mantenimento e stabilizzazione del quadro e necessitino di un intervallo di tempo più ampio per indurre una riduzione della sintomatologia. Infine, il gruppo che non ha ricevuto nessuna analgesia ha registrato un aumento del valore di NRS dal giorno 0 al giorno 1, evidenziando la necessità di un trattamento analgesico immediato.

L'analisi del ricorso alle dosi *rescue* mostra un andamento temporale caratterizzato da un incremento nei primi giorni successivi al trauma, con un picco al giorno 2 e valori ancora elevati al giorno 3. Successivamente si registra una progressiva riduzione del numero di pazienti che necessitano di analgesia aggiuntiva. Tale andamento riflette l'evoluzione del dolore nel trauma toracico: nelle prime 24-72 ore, infatti, il processo infiammatorio che consegue alla lesione può determinare un aumento del dolore, rendendo necessario ricorrere a terapie aggiuntive. La successiva diminuzione del ricorso all'analgesia *rescue*

potrebbe invece essere attribuita sia al progressivo miglioramento del quadro clinico, sia all'ottimizzazione delle terapie analgesiche di base, come suggerito dal contemporaneo incremento dell'utilizzo di oppioidi e dalla diminuzione dei valori medi di NRS, nel corso del follow-up. È importante sottolineare che il ricorso alle dosi *rescue* può essere considerato un segno indiretto del grado di controllo del dolore. Il fatto che molti pazienti abbiano richiesto analgesici aggiuntivi nei primi giorni post-trauma evidenzia come la terapia iniziale non sia sempre sufficiente. È quindi indispensabile rivalutare regolarmente il piano terapeutico, personalizzandolo in base all'evoluzione della sintomatologia.

Conclusioni

I dati dello studio TRACTIONs offrono una panoramica sulla gestione del dolore da trauma toracico contusivo presso l'Ospedale Policlinico San Martino e ne evidenziano sia i progressi che le aree di miglioramento. L'andamento dei punteggi NRS mostra una riduzione progressiva dell'intensità dolorosa dal giorno 0 al giorno 7, che testimonia un controllo della sintomatologia complessivamente efficace nella maggior parte dei pazienti. Rimane tuttavia una problematica rilevante: circa il 17% dei pazienti con dolore moderato al giorno zero non ha ricevuto alcuna terapia analgesica, un dato che sottolinea la necessità di protocolli di intervento tempestivi e di una maggiore attenzione nella gestione del dolore nelle fasi iniziali.

Sul fronte delle strategie terapeutiche, predomina l'analgesia farmacologica sistemica, incentrata su paracetamolo, FANS e oppioidi, mentre le tecniche di analgesia locoregionali non rientrano nei protocolli standard della pratica clinica del Policlinico San Martino. Quest'ultimo aspetto rappresenta una discrepanza con la letteratura scientifica, che indica l'analgesia locoregionale come particolarmente efficace nei casi di dolore toracico severo o refrattario alla terapia sistemica. Alla luce di ciò, appare opportuno valutare l'introduzione di tali tecniche anche nella realtà del San Martino.

La variabilità delle risposte individuali osservata nello studio conferma che non esiste un approccio unico applicabile a tutti i pazienti. Risulta quindi necessario, da un lato, ampliare la casistica per approfondire il ruolo delle strategie multimodali e dei blocchi

nervosi periferici; dall'altro, promuovere la definizione di protocolli condivisi che consentano una gestione del dolore più rapida e personalizzata nel trauma toracico.

BIBLIOGRAFIA

1. Trauma - Enciclopedia. Treccani.
[https://www.treccani.it/enciclopedia/trauma_\(Universo-del-Corpo\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/trauma_(Universo-del-Corpo)/)
2. Anastasi G, Cannas M, Cavaletti G. Trattato di anatomia umana, topografica e atlante di anatomia umana. Edi-Ermes Publ Milano Italy. 2021; -
https://www.google.com/search?q=Anastasi+G%2C+Cannas+M%2C+Cavaletti+G.+Trattato+di+anatomia+umana%2C+topografica+e+atlante+di+anatomia+umana.+Edi-Ermes+Publ+Milano+Italy.+2021%3B&oq=Anastasi+G%2C+Cannas+M%2C+Cavaletti+G.+Trattato+di+anatomia+umana%2C+topografica+e+atlante+di+anatomia+umana.+Edi-Ermes+Publ+Milano+Italy.+2021%3B&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzgxNGowajeoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8
3. Torace - Enciclopedia. Treccani.
[https://www.treccani.it/enciclopedia/torace_\(Universo-del-Corpo\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/torace_(Universo-del-Corpo)/)
4. Estes T. Istituto Superiore Sanità.
5. Protocolli per la gestione intraospedaliera del trauma maggiore - O. Chiara - S. Cimbanassi - - Libro - Elsevier - | IBS. https://www.ibs.it/protocolli-per-gestione-intraospedaliera-del-libro-o-chiara-s-cimbanassi/e/9788821430381?srsid=AfmBOoqL7HimGXSnxDX_wRhxAxpxTe7mMVG9xmOze28MuvQ5rgATHXg1
6. Rau CS, Wu SC, Kuo PJ, et al. Polytrauma Defined by the New Berlin Definition: A Validation Test Based on Propensity-Score Matching Approach. *Int J Environ Res Public Health*. 2017;14(9):1045. doi:10.3390/ijerph14091045
7. Linn, «The Injury Severity Score—Importance and Uses».
8. Palmer CS, Gabbe BJ, Cameron PA. Defining major trauma using the 2008 Abbreviated Injury Scale. *Injury*. 2016;47(1):109-115. doi:10.1016/j.injury.2015.07.003
9. 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 Col Bras Cir*. 51:e20243652. doi:10.1590/0100-6991e-20243652-en
10. Dogrul BN, Kiliccalan I, Asci ES, Peker SC. Blunt trauma related chest wall and pulmonary injuries: An overview. *Chinese Journal of Traumatology*. 2020;23(3):125-138. doi:10.1016/j.cjtee.2020.04.003
11. Monaco M, Mondello B, Barone M, et al. Il trauma toracico: incidenza, costi socio-economici, ricaduta didattica-formativa. Esperienza della Cattedra di Chirurgia Toracica dell'Università di Messina negli ultimi otto anni. *Il Giornale di Chirurgia - Journal of the Italian Surgical Association*. 2008;29(11):488.

12. Dongel I, Coskun A, Ozbay S, Bayram M, Atli B. Management of thoracic trauma in emergency service: Analysis of 1139 cases. *Pak J Med Sci.* 2013;29(1):58-63. doi:10.12669/pjms.291.2704
13. Demirhan R, Onan B, Oz K, Halezeroglu S. Comprehensive analysis of 4205 patients with chest trauma: a 10-year experience☆. *Interact CardioVasc Thorac Surg.* 2009;9(3):450-453. doi:10.1510/icvts.2009.206599
14. Lee RB, Bass SM, Morris JAJ, Mackenzie EJ. Three or More Rib Fractures as an Indicator for Transfer to a Level I Trauma Center: A Population-based Study. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery.* 1990;30(6):689.
15. May L, Hillermann C, Patil S. Rib fracture management. *BJA Education.* 2016;16(1):26-32. doi:10.1093/bjaceaccp/mkv011
16. Bastos R, Calhoon JH, Baisden CE. Flail chest and pulmonary contusion. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2008;20(1):39-45. doi:10.1053/j.semtevs.2008.01.004
17. Chiaranda M. Urgenze ed Emergenze-Istituzioni 4a Edizione. 2016; https://www.google.com/search?q=Chiaranda+M.+Urgenze+ed+Emergenze-Istituzioni+4a+Edizione.+2016%3B&oq=Chiaranda+M.+Urgenze+ed+Emergenze-Istituzioni+4a+Edizione.+2016%3B&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBDTE5MDQ2ODU4M2owajCoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8
18. Morgan C, Bennett-Brown K, Stebbings A, Li L, Dattani R. Clavicle fractures. *Br J Hosp Med (Lond).* 2020;81(7):1-7. doi:10.12968/hmed.2020.0158
19. Baumann MH, Noppen M. Pneumothorax. *Respirology.* 2004;9(2):157-164. doi:10.1111/j.1440-1843.2004.00577.x
20. Wilson H, Ellsmere J, Tallon J, Kirkpatrick A. Occult pneumothorax in the blunt trauma patient: tube thoracostomy or observation? *Injury.* 2009;40(9):928-931. doi:10.1016/j.injury.2009.04.005
21. Liman ST, Kuzucu A, Tastepi AI, Ulasan GN, Topcu S. Chest injury due to blunt trauma. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2003;23(3):374-378. doi:10.1016/s1010-7940(02)00813-8
22. Blank JJ, de Moya MA. Traumatic pneumothorax and hemothorax: What you need to know. *J Trauma Acute Care Surg.* 2026;100(1):12-17. doi:10.1097/TA.0000000000004692
23. Carlino MV, Guarino M, Izzo A, et al. Arterial blood gas analysis utility in predicting lung injury in blunt chest trauma. *Respiratory Physiology & Neurobiology.* 2020;274:103363. doi:10.1016/j.resp.2019.103363
24. 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.
25. Ramin S, Charbit J, Jaber S, Capdevila X. Acute respiratory distress syndrome after chest trauma: Epidemiology, specific physiopathology and ventilation strategies.

- Anaesthesia Critical Care & Pain Medicine*. 2019;38(3):265-276.
doi:10.1016/j.accpm.2018.09.009
26. Johnson SB. Tracheobronchial injury. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2008;20(1):52-57. doi:10.1053/j.semtcvs.2007.09.001
 27. Imazio M. Dieci quesiti in tema di tamponamento cardiaco. *Giornale Italiano di Cardiologia*. 2018;19(9):471-478.
 28. Jacob S, Sebastian JC, Cherian PK, Abraham A, John SK. Pericardial effusion impending tamponade: a look beyond Beck's triad. *Am J Emerg Med*. 2009;27(2):216-219. doi:10.1016/j.ajem.2008.01.056
 29. Alborzi Z, Zangouri V, Paydar S, et al. Diagnosing Myocardial Contusion after Blunt Chest Trauma. *J Tehran Heart Cent*. 2016;11(2):49-54.
 30. Mutsuga M. [Traumatic Thoracic Aortic Injury]. *Kyobu Geka*. 2022;75(10):759-762.
 31. Balm R, Legemate DA. Traumatic aortic rupture. *Br J Surg*. 2006;93(9):1033-1034. doi:10.1002/bjs.5504
 32. Hacıbrahimoglu G, Solak O, Olcmen A, Bedirhan MA, Solmazer N, Gurses A. Management of traumatic diaphragmatic rupture. *Surg Today*. 2004;34(2):111-114. doi:10.1007/s00595-003-2662-8
 33. Shah R, Sabanathan S, Mearns AJ, Choudhury AK. Traumatic rupture of diaphragm. *Ann Thorac Surg*. 1995;60(5):1444-1449. doi:10.1016/0003-4975(95)00629-Y
 34. ARDS Definition Task Force, Ranieri VM, Rubenfeld GD, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition. *JAMA*. 2012;307(23):2526-2533. doi:10.1001/jama.2012.5669
 35. Matthay MA, Arabi Y, Arroliga AC, et al. A New Global Definition of Acute Respiratory Distress Syndrome. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2024;209(1):37-47. doi:10.1164/rccm.202303-0558WS
 36. Meade MO, Cook DJ, Guyatt GH, et al. Ventilation strategy using low tidal volumes, recruitment maneuvers, and high positive end-expiratory pressure for acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2008;299(6):637-645. doi:10.1001/jama.299.6.637
 37. ATLS-10th-Edition.pdf. <https://saude.ufpr.br/labsim/wp-content/uploads/sites/23/2022/08/ATLS-10th-Edition.pdf>
 38. Conti M. ATLS – TRAUMATOLOGIA E TRATTAMENTO DELLE LESIONI SUPPORTO VITALE NEL TRAUMA.
 39. Ah E, Fh B. Teaching Approach of Primary Survey in Trauma Patients. *International Journal of Internal and Emergency Medicine*.

2020;3(3).<https://www.remedypublications.com/international-journal-of-internal-and-emergency-medicine-abstract.php?aid=6295>

40. Castro D, Patil S, Zubair M, Keenaghan M. Arterial Blood Gas. *StatPearls*. Published online August 1, 2024. <https://www.statpearls.com/point-of-care/17837>
41. CORRETTA newsletter_simyoung_interpretazione EGA. https://campus.meyer.it/wp-content/uploads/2023/06/Newsletter_simyoung_interpretazione-EGA.pdf
42. Dev SP, Hillmer MD, Ferri M. Arterial Puncture for Blood Gas Analysis. *N Engl J Med*. 2011;364(5):e7. doi:10.1056/NEJMvcm0803851
43. Lamba TS, Sharara RS, Singh AC, Balaan M. Pathophysiology and Classification of Respiratory Failure. *Critical Care Nursing Quarterly*. 2016;39(2):85-93. doi:10.1097/CNQ.0000000000000102
44. Ho ML, Gutierrez FR. Chest Radiography in Thoracic Polytrauma. *American Journal of Roentgenology*. 2009;192(3):599-612. doi:10.2214/AJR.07.3324
45. Polireddy K, Hoff C, King NP, Tran A, Maddu K. Blunt thoracic trauma: role of chest radiography and comparison with CT - findings and literature review. *Emerg Radiol*. 2022;29(4):743-755. doi:10.1007/s10140-022-02061-1
46. Van Hise ML, Primack SL, Israel RS, Müller NL. CT in blunt chest trauma: indications and limitations. *Radiographics*. 1998;18(5):1071-1084. doi:10.1148/radiographics.18.5.9747608
47. 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
48. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest*. 2008;134(1):117-125. doi:10.1378/chest.07-2800
49. Via G, Storti E, Gulati G, Neri L, Mojoli F, Braschi A. Lung ultrasound in the ICU: from diagnostic instrument to respiratory monitoring tool. *Minerva Anesthesiol*. 2012;78(11):1282-1296.
50. Jackson K, Butler R, Aujayeb A. Lung ultrasound in the COVID-19 pandemic. *Postgraduate Medical Journal*. 2021;97(1143):34-39. doi:10.1136/postgradmedj-2020-138137
51. De Molo C, Consolini S, Salvatore V, et al. Interoperator Reliability of Lung Ultrasound during the COVID-19 Pandemic. *Ultraschall Med*. 2023;44(1):75-80. doi:10.1055/a-1452-8379
52. Sayed MS, Elmeslmany KA, Elsayy AS, Mohamed NA. The Validity of Quantifying Pulmonary Contusion Extent by Lung Ultrasound Score for Predicting ARDS in Blunt Thoracic Trauma. *Crit Care Res Pract*. 2022;2022:3124966. doi:10.1155/2022/3124966

53. Wemple ML, Swenson KE, Swenson ER. Oxygen Therapy Part 2 — Indications and Toxicity. Hardin CC, ed. *NEJM Evidence*. 2023;2(7). doi:10.1056/EVIDra2300111
54. Sklar MC, Munshi L. High-flow nasal oxygen therapy in adults with hypoxemia. *CMAJ*. 2019;191(45):E1250. doi:10.1503/cmaj.191021
55. Chiumello D, Coppola S, Froio S, Gregoretti C, Consonni D. Noninvasive ventilation in chest trauma: systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*. 2013;39(7):1171-1180. doi:10.1007/s00134-013-2901-4
56. Prunet B, Bourenne J, David JS, et al. Patterns of invasive mechanical ventilation in patients with severe blunt chest trauma and lung contusion: A French multicentric evaluation of practices. *J Intensive Care Soc*. 2019;20(1):46-52. doi:10.1177/1751143718767060
57. 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
58. Anderson D, Chen SA, Godoy LA, Brown LM, Cooke DT. Comprehensive Review of Chest Tube Management: A Review. *JAMA Surg*. 2022;157(3):269-274. doi:10.1001/jamasurg.2021.7050
59. Otsuka H, Sato T, Sakurai K, et al. Use of interventional radiology as initial hemorrhage control to improve outcomes for potentially lethal multiple blunt injuries. *Injury*. 2018;49(2):226-229. doi:10.1016/j.injury.2017.11.038
60. Gould J, Vedantham S. The Role of Interventional Radiology in Trauma. *Semin Intervent Radiol*. 2006;23(3):270-278. doi:10.1055/s-2006-948766
61. Loeser JD, Treede RD. The Kyoto protocol of IASP Basic Pain Terminology. *Pain*. 2008;137(3):473-477. doi:10.1016/j.pain.2008.04.025
62. Robinson CL, Phung A, Dominguez M, et al. Pain Scales: What Are They and What Do They Mean. *Curr Pain Headache Rep*. 2024;28(1):11-25. doi:10.1007/s11916-023-01195-2
63. Monacelli F, Signori A, Roffredo L, et al. Algoplus® Scale in Older Patients with Dementia: A Reliable Real-World Pain Assessment Tool. *J Alzheimers Dis*. 2017;56(2):519-527. doi:10.3233/JAD-160790
64. Gessner DM, Horn JL, Lowenberg DW. Pain management in the orthopaedic trauma patient: Non-opioid solutions. *Injury*. 2020;51:S28-S36. doi:10.1016/j.injury.2019.04.008
65. Fortune S, Frawley J. Optimizing Pain Control and Minimizing Opioid Use in Trauma Patients. *AACN Adv Crit Care*. 2021;32(1):89-104. doi:10.4037/aacnacc2021519
66. Muldowney M, Bhalla PI. Pain management in thoracic trauma. *International Anesthesiology Clinics*. 2021;59(2):40-47. doi:10.1097/AIA.0000000000000311

67. Qureshi O, Dua A. COX Inhibitors. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing; 2026. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK549795/>
68. Anekar AA, Hendrix JM, Cascella M. WHO Analgesic Ladder. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing; 2026. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554435/>
69. Pergolizzi JV, LeQuang JA, Berger GK, Raffa RB. The Basic Pharmacology of Opioids Informs the Opioid Discourse about Misuse and Abuse: A Review. *Pain Ther.* 2017;6(1):1-16. doi:10.1007/s40122-017-0068-3
70. Hussein B, Mercader D, Theophanous RG. Ultrasound-guided thoracic nerve blocks for emergency department patients with rib fractures: A review. *The Journal of Emergency Medicine.* 2025;68:1-14. doi:10.1016/j.jemermed.2024.07.016
71. Maroni I. BLOCCO DI FASCIA: introduzione ai blocchi della parete toracica. Campus Vygon Italia. February 7, 2023. <https://campusvygon.com/it/blocco-di-fascia-introduzione-ai-blocchi-della-parete-toracica/>
72. Blanco R. PECS blocks: where are we now? *Curr Opin Anaesthesiol.* 2025;38(5):626-637. doi:10.1097/ACO.0000000000001549
73. Manion SC, Brennan TJ, Riou B. Thoracic Epidural Analgesia and Acute Pain Management. *Anesthesiology.* 2011;115(1):181. doi:10.1097/ALN.0b013e318220847c
74. Macpherson D, Quondamatteo F, Broom M. Update on applied epidural anatomy. *BJA Education.* 2022;22(5):182-189. doi:10.1016/j.bjae.2021.12.006
75. Ben Aziz M, Mukhdomi J. Thoracic Paravertebral Block. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing; 2026. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK570560/>

RINGRAZIAMENTI

Questi 6 anni sono stati lunghi, impegnativi, faticosi ma anche intensi e pieni di emozioni, che mi hanno fatto crescere e diventare la persona che sono oggi. E' arrivato il momento di ringraziare tutte le persone che mi sono state accanto e che mi hanno supportata in questo percorso.

Ringrazio il Prof. Roberto Pontremoli per la sua disponibilità e professionalità.

Un grazie anche al Dottor Stefano Sartini, che ha seguito me e le mie compagne in questo progetto di tesi. Grazie per tutti gli insegnamenti ricevuti e per avermi fatto appassionare al mondo della Medicina d'Urgenza, che prima non conoscevo ma che adesso mi sta piacendo sempre di più. E' stato un grande esempio del medico che vorrei essere in futuro.

Un ringraziamento speciale va alla mamma, al papà e alla nonna Renata, che mi sono stati di grandissimo supporto in questi anni, esame dopo esame. Senza di voi non sarei qui oggi, perdonatemi per tutte le lamentele e lo stress che avete dovuto sopportare in questi anni. Grazie per tutto l'amore che mi date sempre.

Un grazie anche al resto della mia famiglia, ai miei zii e ai miei cugini, che so che fanno sempre il tifo per me.

A Vitto, Tati, Fra e Vale per essermi sempre state accanto. È raro trovare delle persone come voi e sono stata davvero fortunata ad avervi incontrato. A tutte le risate, le gioie, i pianti e gli esaurimenti (grazie UniGe), che abbiamo fatto insieme in questi anni, non so come avrei fatto senza di voi. Mi mancheranno le nostre cene con la pizza in spiaggia, i panini del Masetto, i gelati di Pisacane, i bagni al mare e le passeggiate sui monti. Se Genova è diventata, per me, una seconda casa, è soprattutto merito vostro. Vi auguro un futuro pieno di soddisfazioni e tanta felicità, continuate a brillare sempre.

Una menzione speciale va a taxiDani per averci scarrozzate in mille posti tra Genova e dintorni, per avermi fatto amare i paesaggi della Liguria e avermi insegnato qualche parola in genovese (ho finalmente imparato cosa significa "lepego").

A Bea, mia sorella, insieme fin dai banchi di scuola del liceo. Siamo cresciute insieme e ci siamo sempre state l'una per l'altra, anche quando le nostre vite hanno preso strade diverse. So che posso sempre contare su di te, pronta a tirarmi su di morale e a farmi

sorridere quando c'è qualcosa che non va. A tutte le mille avventure che abbiamo vissuto e a tutte quelle che ci aspettano, ti voglio tanto bene.

A Cami e Sere, che mi hanno fatta diventare la loro cugina acquisita. A tutti i viaggi fatti insieme e alle serate in compagnia, come dimenticare la nostra prima volta a ballare al Lido di Naxos, le (dis)avventure durante l'Interrail (ridateci la nostra salsa piccante) e le nostre facce quando siamo entrate la prima volta nella nostra casa a Palma di Maiorca. Grazie per tutte le risate e il supporto che mi avete dato in questi anni.

A Fede, Teo, Franci, Marco, Artu e Marti, per tutti i momenti passati insieme fin da liceo e per le mille risate che mi fate fare ogni volta che ci vediamo, rimanete sempre così.

A Gabri e Rebe, amiche di una vita. Dividevamo la merenda a scuola e adesso, dopo 20 anni, siamo ancora qui. Siete un punto di riferimento per me, anche se adesso abitiamo in città diverse ed è più difficile vederci. Grazie per avermi accompagnata fino a qui e per avermi supportato sempre, anche a distanza. Questo traguardo lo devo anche a voi. Vi voglio tanto bene.

Ad Alessandro, per esserci stato (quasi) fino alla fine. Ti auguro un futuro brillante e pieno di soddisfazioni, sei speciale.

