

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA

Facoltà di Medicina e Chirurgia

Scuola di specializzazione in MEDICINA D'EMERGENZA URGENZA



*Tesi di specializzazione*

*Anno accademico 2023/2024*

*“Gestione precoce del dolore nei pazienti con trauma toracico chiuso e multiple fratture costali in Medicina d’Urgenza e Pronto Soccorso, Ospedale Bufalini di Cesena: confronto tra terapia convenzionale e blocchi nervosi periferici”*

**Relatore:**

Prof. Roberto Pontremoli

**Co-relatore:**

Dott.ssa Raffaella Francesconi

Dott. Giuseppe Romano

**Candidata:**

Dott.ssa Federica Vischi

## Sommario

1. Introduzione:.....	4
2. Il trauma toracico.....	6
2.1 Anatomia:.....	6
2.2 Introduzione ed epidemiologia:.....	7
2.3 Score prognostici.....	10
2.3.1 <i>Injury Severity Score (ISS)</i> .....	11
2.3.2 <i>The Trauma and Injury Severity Scoring (TRISS)</i> .....	11
2.3.3 <i>Thorax Trauma Severity Score (TTSS)</i> .....	12
2.4 Diagnosi.....	13
2.5 Principali lesioni associate.....	14
2.5.1 <i>Fratture costali</i> .....	14
2.5.2 <i>Fratture di sterno</i> .....	16
2.6 Terapia.....	18
2.6.1 <i>Analgesia</i> .....	19
2.6.2 <i>Ossigenoterapia</i> .....	21
3. Anestesia locoregionale (ALR) e Blocchi Nervosi Periferici (BNP).....	23
3.1 Introduzione (Storia ed evoluzione).....	23
3.2 Anatomia e farmacologia.....	25
3.3 BNP nel trauma toracico.....	27
3.3.1 <i>Serratus Anterior Plane Block, SAPB</i> .....	28
3.3.2 <i>Erector Spinae Plan block, ESPB</i> .....	33
3.3.3 <i>Pectointercostal fascial block, PIFB</i> .....	36
3.4 Controindicazioni.....	39
3.5 Complicanze.....	40
3.5.1 <i>LAST Local anesthetic systemic toxicity (SIAARTI)</i> .....	40
4. Il nostro studio.....	42
4.1 Introduzione.....	42
4.2 Obiettivi dello studio:.....	43
4.3 Materiale e metodi.....	43
4.3.1 <i>Popolazione</i> .....	44
4.3.2 <i>Trattamento</i> .....	45
4.3.3 <i>Farmacologia, dosi e volumi raccomandati</i> .....	45

4.3.4 Raccolta dati.....	48
4.4 Risultati e discussione .....	49
4.4.1 Gruppo BNP:.....	49
4.4.2 Confronto gruppo BNP+AC con gruppo AC .....	51
4.4.3 Confronto SAP-ESP .....	53
4.4.4 PIFB.....	54
4.4.5 Complicanze .....	56
4.5 Discussione .....	56
4.6 Conclusioni: .....	59
5. Bibliografia .....	60

## 1. Introduzione:

Il trauma costituisce la prima causa di morte nei pazienti con età inferiore a 44 anni e la settima causa di morte in ordine di frequenza nei soggetti anziani. Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ed i Centers for Disease Control (CDC), 9 persone muoiono ogni minuto in seguito ad eventi traumatici e 5.800.000 individui di ogni età e classe sociale muoiono ogni anno per lesioni intenzionali o non intenzionali. Ancora più significativa risulta l'incidenza di lesioni traumatiche, che a livello mondiale rappresentano il 18% di tutte le malattie. Gli incidenti stradali determinano più di un milione di decessi all'anno e tra 20 e 50 milioni di lesioni significative e costituiscono la prima causa di morte per trauma.

Vi è una distribuzione trimodale della mortalità per trauma:

- *Il primo picco (50%)* si manifesta entro pochi secondi o minuti dopo l'evento traumatico. In questa fase, il decesso interviene per apnea conseguente a grave trauma cranico o lesione mielica alta oppure per rottura di cuore, aorta o altri grossi vasi e in generale per lesioni gravissime incompatibili con la vita
- *Il secondo picco (30%)* si realizza nel giro di minuti/ore dopo il trauma ed è determinato da shock emorragico e problemi respiratori. Queste sono le lesioni su cui il Trauma system può andare ad incidere maggiormente.
- *Il terzo picco (20%)*, si manifesta in un periodo compreso tra giorni ed alcune settimane e la mortalità è conseguenza spesso di sepsi ed insufficienza multiorgano. (1,2)

Nell'ambito della patologia traumatica, il trauma toracico costituisce la seconda causa di morte da lesione non intenzionale dopo il trauma cranico. Questo ha molteplici cause, e tra queste gli incidenti stradali sono al primo posto. Circa il 30% dei pazienti con politrauma hanno anche un trauma toracico, e di questi circa il 25% va incontro a morte per le complicanze. Molti pazienti con trauma toracico muoiono dopo l'ingresso in ospedale e numerosi decessi potrebbero essere prevenuti con una diagnosi precoce ed un immediato trattamento.

I traumi toracici si dividono in traumi chiusi e traumi penetranti.

Meno del 10% dei traumi chiusi del torace e circa il 15-30% delle lesioni penetranti necessitano di intervento chirurgico.

Le lesioni più frequentemente riportate nei traumi chiusi sono le fratture costali, associate o meno a pneumotorace/emotorace e frequentemente evolvono verso un'insufficienza respiratoria con ipossia, ipercapnia ed acidosi.

L'ipossia nel trauma toracico ha un'eziopatogenesi multifattoriale: è in genere causata da un'alterazione della meccanica ventilatoria conseguente a fratture costali/sternali, ma anche da un alterato rapporto ventilazione/perfusione (presenza di contusioni/lacerazioni polmonari) o da alterazioni del regime pressorio (pneumotorace iperteso). L'ipercapnia causa acidosi e successiva inadeguata ventilazione, determinata da alterazioni pressorie toraciche o da ridotto livello di coscienza.

La gestione dei pazienti con trauma toracico include una valutazione primaria con ripristino delle funzioni vitali, accurata valutazione secondaria e trattamento definitivo delle lesioni potenzialmente pericolose per la vita. L'obiettivo prioritario consiste nel prevenire o correggere l'ipossia, che è la più grave conseguenza del trauma toracico.

Lo scarso controllo del dolore, determinato dalle lesioni, contribuisce alla mortalità associata al trauma toracico e una corretta gestione ne determina un recupero più rapido.(3–5)

La mancanza di un'adeguata terapia analgesica peggiora dunque la dinamica respiratoria, portando ad ipossia ed ipercapnia, sviluppo di contusioni polmonari associate, aumento del tempo di degenza e della mortalità (6–10).

## 2. Il trauma toracico

### 2.1 Anatomia:

Il torace ha approssimativamente la forma di un cilindro cavo delimitato superiormente dalla "linea cervico-toracica", passante per l'incisura giugulare dello sterno anteriormente e il processo spinoso della VII vertebra cervicale posteriormente, e la "linea toraco-addominale" che origina dal processo xifoideo dello sterno proseguendo lungo il margine inferiore della dodicesima costa fino al processo spinoso della XII vertebra toracica.

È costituito da due componenti principali: la parete toracica e la cavità toracica.

- La parete toracica è la porzione più esterna, formata da cute e sottocute, ossa e muscoli saldi tra loro.

La componente ossea, ossia 12 paia di coste, forma la gabbia toracica, la cui principale funzione è quella di proteggere gli organi interni comprendendo anche quelli siti nella parte superiore dell'addome come fegato e milza.

La componente muscolare si divide in intrinseca ed estrinseca: la prima è formata dai muscoli intercostali che uniscono una costa con quella immediatamente superiore e inferiore e sono formati da tre strati: esterno, interno e profondo. Il nervo intercostale decorre tra lo strato interno e profondo originando dai nervi spinali toracici. Ogni muscolo intercostale è accompagnato inoltre da un'arteria e una vena che decorrono lungo il margine inferiore della rispettiva costa.

La muscolatura estrinseca è invece formata da una serie di gruppi muscolari che contribuiscono alla stabilità del torace e permettono il movimento dell'arto superiore. Tra questi troviamo i muscoli toraco-appendicolari come il grande e piccolo pettorale, il serrato o dentato anteriore e posteriore e i muscoli spino-appendicolari tra cui il trapezio, il gran dorsale, il grande e piccolo romboide e l'elevatore della scapola.

Il diaframma forma la base di questa grande cavità ed è un gran muscolo a forma di cupola ed il maggior responsabile dell'atto respiratorio.

La parete toracica è innervata dai 12 nervi intercostali che originano dalla divisione nei rami anteriori dei nervi toracici e si occupano dell'innervazione sensitiva. Il primo nervo toracico forma parte del plesso brachiale; i successivi 6 raggiungono lo sterno e fino a ricevere la sensibilità della parete anterolaterale del torace dove prendono il nome di rami cutanei

anteriori; gli ultimi 6 continuano oltre gli spazi intercostali e si dirigono obliquamente verso il basso e sono deputati alla sensibilità della parete anteriore dell'addome.

- La cavità toracica accoglie numerose strutture ed è rivestita da due membrane dette pleure. La pleura viscerale ricopre gli organi interni, mentre quella parietale riveste la parete toracica. Tra i due foglietti pleurici risiede uno spazio virtuale, dunque fisiologicamente non apprezzabile, in cui una minima quantità di liquido pleurico lubrifica e permette lo scivolamento di una pleura sull'altra durante gli atti respiratori. All'interno di tale cavità sono contenute strutture appartenenti a diversi apparati e sistemi, tra cui il cardiocircolatorio (cuore e grossi vasi), respiratorio (trachea, bronchi e polmoni), apparato digerente (esofago), sistema linfatico e nervoso. (11–13)

## 2.2 Introduzione ed epidemiologia:

Il trauma toracico si differenzia in trauma toracico chiuso e trauma toracico penetrante o aperto in base al meccanismo di lesione.

Nel trauma toracico chiuso possono presentarsi danni per lesione diretta agli organi intratoracici, compressione e/o forze di accelerazione e decelerazione, mentre nei traumi toracici penetranti, le lesioni sono localizzate lungo il percorso dell'oggetto penetrante. In generale, le vittime di traumi penetranti che giungono vive in ospedale hanno una prognosi migliore delle vittime di traumi chiusi con elevata energia cinetica all'impatto. (14,15)

Il meccanismo della lesione e la gravità del danno tissutale predicono il decorso clinico e la prognosi. La sindrome da distress respiratorio acuto (Acute Respiratory Distress Syndrome, ARDS) è la manifestazione più frequente dopo un trauma toracico e si manifesta nel 12-25% dei casi.

Ciò è dovuto al fatto che normalmente, in un polmone sano, il regolare turnover del surfattante delle secrezioni è garantito dalla meccanica respiratoria e dalla clearance mucociliare.

In polmoni contusi con lesioni che producono un esteso danno alveolare, vi è un rilascio di citochine pro-infiammatorie. Queste richiamano i neutrofili nel polmone, che attivandosi rilasciano mediatori tossici che possono lesionare l'endotelio capillare e l'epitelio alveolare. La lesione dell'endotelio capillare causa la liberazione di proteine nello

spazio extra-vascolare, alterando il gradiente oncotico con un richiamo dei liquidi nello spazio interstiziale. La presenza della lesione dell'endotelio alveolare determina inoltre il passaggio di essudato e sangue nello spazio alveolare.

Le conseguenze di questo processo includono pertanto: una profonda alterazione degli scambi respiratori, con sviluppo di ipossiemia e, più tardivamente, ipercapnia; una ridotta compliance polmonare con riduzione dei volumi respiratori; l'aumento della pressione arteriosa polmonare (16,17)

In aggiunta, il dolore causato dalle fratture della cassa toracica non permette di generare sufficienti pressioni negative per distendere gli alveoli danneggiati né di produrre tosse efficace. (18)

Secondo le linee guida dell'“Advanced Trauma Life Support” (ATLS), le lesioni che possono verificarsi in caso di trauma toracico si suddividono in:

- *Lesioni “life-threatening”*: devono essere identificate e risolte nel corso della valutazione primaria. Solitamente queste lesioni vengono riconosciute e trattate dal personale dell'emergenza territoriale, nei primi minuti in seguito ad un trauma.

Comprendono:

1. *Pneumotorace iperteso*: occorre quando si verifica una soluzione di continuità tra il polmone e la cassa toracica tramite un meccanismo “a valvola”, di modo che l'aria entri durante l'inspirazione ma non riesca ad uscire con l'espiazione, aumentando conseguentemente la pressione intratoracica, riducendo il ritorno venoso e diminuendo la gittata cardiaca fino a causare uno shock di tipo ostruttivo;
2. *Pneumotorace aperto*: è causato da una soluzione di continuo tra l'esterno e la parete toracica. Se la breccia è superiore ad almeno due terzi del diametro della trachea (1.8-2.3 cm), l'aria entrerà dal punto di minor resistenza, ovvero dalla soluzione di continuo, fino a causare uno pneumotorace iperteso;
3. *Emotorace massivo*: causato da un rapido accumulo di almeno 1500 ml di sangue nella cavità pleurica. Al danno polmonare, in questo caso si aggiungerà anche un quadro di shock emorragico conseguente alla perdita rapida e massiva di sangue;
4. *Tamponamento cardiaco*: consiste nell'accumulo di sangue nel sacco pericardico, più spesso associato a ferite penetranti e raramente a traumi toracici chiusi;

5. *Lesioni tracheo-bronchiali*: evento raro ma spesso fatale. Il punto più frequente di lesione è situato a circa 2.5 cm dalla carena. Tra i meccanismi di lesione troviamo impatti diretti del torace, violente decelerazioni e lesioni penetranti;
  6. *Ostruzione delle vie aeree*: in genere causata da edema locale, emorragia o inalazione di contenuto gastrico/corpi estranei, più raramente da traumi diretti del collo, lesioni laringee o dislocazione posteriore della testa della clavicola;
  7. *Arresto cardiocircolatorio traumatico*: oltre a seguire i protocolli standard di RCP (rianimazione cardio-polmonare) deve essere immediatamente avviato il trattamento ABC (airway-breathing-circulation) garantendo una via aerea definitiva tramite intubazione orotracheale, ventilazione meccanica, trattamento di un ipotetico pneumotorace iperteso posizionando un drenaggio toracico bilateralmente. Nell'ipotesi di un tamponamento cardiaco traumatico, eventualmente confermato da un riscontro ecografico, sarebbe indicata l'esecuzione di una toracotomia resuscitativa o, in assenza delle *skill* necessarie per eseguirla, di una pericardiocentesi preferibilmente sotto guida ecografica.
- *Lesioni potenzialmente letali*, identificabili nella valutazione secondaria perché difficilmente diagnosticabili immediatamente, per cui necessitano di ausili diagnostici.  
Tra queste vi sono:
    1. *Volet costale e contusioni polmonari* (che possono comparire fino a 24-48h dal trauma);
    2. *Trauma cardiaco chiuso*: può causare lesioni quali contusione miocardica, rottura di cuore, tamponamento cardiaco, dissecazione/trombosi coronarica e rottura di valvola;
    3. *Rottura traumatica dell'aorta*: è una lesione quasi sempre fatale se non trattata nei primi minuti. Nelle persone che sopravvivono e che riescono ad essere trattate, è presente una lacerazione incompleta o un ematoma che tampona la breccia;
    4. *Lacerazione di diaframma*;
    5. *Rottura esofagea*;
    6. *Emotorace*;
    7. *Pneumotorace semplice*. (1,2)

Durante la valutazione secondaria, il Trauma Team deve identificare altre lesioni significative del torace, quali enfisema sottocutaneo, asfissia traumatica (trauma da

schiacciamento) e fratture di coste, sterno e scapola. Queste lesioni, pur non risultando immediatamente pericolose per la vita, possono determinare complicanze anche gravi.

Le fratture costali, in particolare, possono causare alterazioni della ventilazione, dell'ossigenazione e dell'espettorazione, anche di rilievo e con possibile evoluzione del quadro clinico verso l'insufficienza respiratoria. Questo appare strettamente correlato al numero di fratture costali e ad un inadeguato controllo del dolore, fattori che aumentano la morbilità e la mortalità.(18)

La frattura dello sterno è generata da traumi diretti ad alto impatto. Può avere come conseguenza le lesioni cardiache precedentemente elencate.

### 2.3 Score prognostici

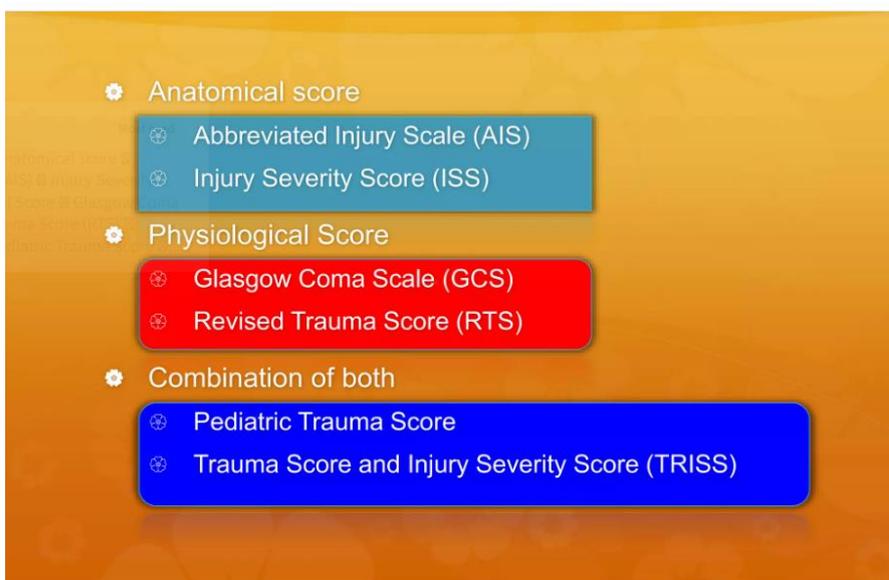


Fig.1: Score prognostici per il trauma

Essendo il trauma una delle principali cause di mortalità e morbilità, le scale di gravità sono importanti strumenti aggiuntivi per caratterizzare la natura e l'entità delle lesioni.

Sebbene non rappresentino gli elementi chiave del trattamento traumatico, sono tuttavia una parte essenziale per l'accuratezza delle decisioni di triage e nell'identificazione dei pazienti con esiti inaspettati.

Possono infatti facilitare le operazioni di triage e aiutare nella valutazione e previsione della prognosi: ciò si traduce in una migliore e più efficace organizzazione e assistenza, con risparmio di tempo e prevenzione dei decessi.

La probabilità di sopravvivenza dei pazienti con lesioni traumatiche dipende dalla gravità della lesione, dalle zone anatomiche lesionate, dall'età e dalle comorbidità. Considerando tali differenze, da più di 30 anni sono stati sviluppati scale di punteggio del trauma che cercano di convertire la gravità della lesione in un numero. (19)

### 2.3.1 Injury Severity Score (ISS)

L'ISS, poi ottimizzato per fini più pratici in AIS (Abbreviated Injury Scale), è un punteggio che va da 1 a 75 e definisce un trauma come maggiore se >15, a seconda delle lesioni riscontrate attribuendo un punteggio da 1 a 6 ai diversi distretti corporei.

Per calcolare il punteggio ISS, è necessario prendere il più alto codice di gravità AIS in ciascuna delle tre regioni corporee più gravemente ferite, elevare al quadrato ogni codice AIS e sommare i tre numeri elevati al quadrato.(20)

### Injury Severity Score (ISS)

Body Region	Score	Abbreviated Injury Scale (AIS)
Head	1	Minor
Face	1	Minor
Neck	2	Moderate
Thorax	3	Serious
Abdomen	3	Serious
Spine	4	Severe
Upper Extremity	5	Critical
Lower Extremity	5	Critical
External and other	6	Unsurviveable

Fig.2: L'ISS

### 2.3.2 The Trauma and Injury Severity Scoring (TRISS)

Lo score TRISS è la combinazione di criteri fisiologici (attraverso il Revised Trauma Score), anatomici (attraverso l'ISS), età del paziente e meccanismo d'infortunio.

È stato sviluppato negli anni '80 ed è ancora oggi largamente utilizzato per la valutazione della gravità dei pazienti politraumatizzati e la loro probabilità di sopravvivenza.

Sebbene le variabili incluse nel TRISS possano sembrare relativamente semplici da raccogliere, spesso vengono registrate in maniera poco precisa, variabile che rende lo score TRISS meno affidabile.(21–23)

RTS	Glasgow Coma Scale	Systolic blood pressure (mm Hg)	Respiratory rate (breaths/min)
4	13-15	>89	10-29
3	9-12	76-89	>29
2	6-8	50-75	6-9
1	4-5	1-49	1-5
0	3	0	0

Fig.3: Score RTS (Revised Trauma Score)

### 2.3.3 Thorax Trauma Severity Score (TTSS)

Al contrario dell'ISS score, il TTSS è stato studiato sia per essere più specifico per il trauma toracico, sia per essere più facilmente applicabile nella realtà clinica del trauma.(24)

Il TTSS è uno score ideato da Pape et al. nel 2000 e combina l'età del paziente con il grado di compromissione degli scambi respiratori (inteso come P/F) e con il grado di lesioni polmonari riscontrate tramite indagini radiologiche. Lo score esprime la gravità di un trauma toracico andando da un minimo di 0 punti (per i traumi meno gravi) a un massimo di 25 punti (per i traumi severi).

Un TTSS  $\geq$  a 7 punti è associato a una maggiore morbilità e quindi implica necessariamente osservazione clinica e monitoraggio in ambiente ospedaliero, mentre un TTSS  $\geq$  a 20 punti è correlato con una prognosi sfavorevole e con la necessità di ventilazione meccanica prolungata

Grade	PaO2/FiO2	Rib fractures	Lung contusion	Pleura	Age	Points
0	> 400	0	No	No	< 30	0
I	300-400	1-3	Unilobar unilateral	Pneumothorax	30-41	1
II	200-300	> 3 unilateral	Unilobar bilateral or bilobar unilateral	Hemothorax (unilateral) or hemo/pneumothorax (unilateral)	42-54	2
III	150-200	> 3 bilateral	Bilateral < 2 lobes	Hemothorax (bilateral) or hemo/pneumothorax (bilateral)	55-70	3
IV	< 150	Flail chest	Bilateral > 2 lobes	Tension pneumothorax	> 70	5

Fig.4: Punteggio e variabili TTSS

## 2.4 Diagnosi

Un approccio sistematico è indispensabile per ridurre la mortalità e la morbilità da trauma. Le priorità di trattamento sono stabilite già in ambito preospedaliero in base alle lesioni riscontrate, ai parametri vitali ed al meccanismo traumatico attraverso la valutazione primaria (priorità basate su ABCDE), in maniera rapida ed efficace.

Tale valutazione ha lo scopo di identificare e trattare le condizioni che determinano l'immediato pericolo per la vita, con successiva centralizzazione del paziente verso un trauma center in grado di eseguire una diagnostica più approfondita in tempi brevi e che disponga degli specialisti necessari a gestire il trauma a dinamica maggiore e le sue complicanze (*trauma team*).

La gestione ospedaliera del paziente traumatizzato inizia nel momento in cui l'ospedale viene informato dell'arrivo del paziente e termina dopo l'espletamento degli interventi di emergenza ed avvenuta stabilizzazione.

All'arrivo del paziente verrà eseguita una rivalutazione primaria e successivamente una valutazione secondaria ripetendo l'esame obiettivo per identificare e monitorare lesioni in grado di peggiorare la prognosi del paziente.

Nel caso specifico del trauma toracico, le valutazioni cliniche/strumentali sono le seguenti:

### Esame obiettivo:

- Osservazione: eventuali segni di contusioni, ematomi, abrasioni e altri segni di trauma compreso il "segno della cintura", indicatore di forte decelerazione o danni vascolari; segni di respiro paradossale o di volet costale possono far sospettare un PNX iperteso; la distensione delle vene del collo può far sospettare un tamponamento cardiaco, PNX iperteso, insufficienza cardiaca, embolia gassosa..
- Palpazione: può far rivelare aree dolenti con sospetto di fratture costali/sternali o presenza di crepitii; a livello del collo può far rilevare un'eventuale deviazione della trachea, segno indiretto di PNX iperteso;
- Auscultazione: i suoni respiratori sono meglio apprezzabili in zona ascellare. Una riduzione monolaterale del MV può indicare la presenza di pneumotorace o emotorace;
- Conteggio (Frequenza respiratoria);
- Saturazione.

La sensibilità dell'esame obiettivo, soprattutto in un contesto di emergenza, quasi mai è sufficientemente elevata da guidare le scelte terapeutiche. È indicato quindi un approfondimento diagnostico tramite indagini diagnostiche/radiologiche quali:

1. E-FAST (*Extended Focused Assessment with Sonography in Trauma*): ecografia a letto del paziente di semplice e rapida esecuzione, operatore dipendente, mirata all'individuazione di pneumotorace semplice, versamento pericardico, pleurico o addominale;
2. ECG: da eseguire in ogni paziente con trauma toracico. Può individuare alterazioni della conduzione direttamente causate dal trauma, come ad esempio nel caso di contusione miocardica, o evidenziare il *primum movens* del trauma stesso (sindrome coronarica acuta, aritmia maligna);
3. Radiografia del torace: indagine radiologica di primo livello, utile per rilevare alterazioni del profilo mediastinico, emotorace, pneumotorace, contusione polmonare, lesioni diaframmatiche e traumi ossei. La sua sensibilità nel rilevare fratture costali è tuttavia bassa e spesso il numero di fratture costali è sottostimato(14,25). Lo screening eseguito solo con proiezioni radiografiche perde circa il 50% delle fratture costali;(26)
4. TC total body con mdc: è l'indagine gold standard, con la maggior sensibilità e specificità nell'individuare la maggior parte delle complicanze correlate al trauma. È quindi riservata ai pazienti vittime di trauma maggiore, pazienti fragili, anziani o ai pazienti nei quali la radiografia ha evidenziato fratture costali ad alto rischio per ulteriori lesioni.

## 2.5 Principali lesioni associate

### 2.5.1 Fratture costali

Le fratture costali costituiscono la lesione più comune nel trauma toracico e sono associate ad una significativa mortalità e morbidità, dovute soprattutto alle complicanze polmonari. Queste lesioni sono spesso sottostimate nella valutazione iniziale del paziente traumatizzato; tuttavia, possono gravemente compromettere la meccanica respiratoria poiché il dolore accentuato dai movimenti causato dalla fissità della gabbia toracica, compromette ventilazione, ossigenazione ed espettorazione. Preesistenti patologie polmonari incrementano sensibilmente l'incidenza di atelettasia e polmonite.

L'aumento del numero di coste fratturate è direttamente proporzionale all'aumento di morbilità, polmonari e non, e mortalità. In particolare, pazienti con 6 o più coste fratturate hanno un significativo aumento di rischio di morte per cause non immediatamente correlate alla frattura delle coste. (4). La mortalità complessiva in pazienti adulti è circa del 10%. Di questa, le morti nei giovani adulti sono di solito associate ad altre lesioni mentre negli anziani c'è circa il 20% di mortalità dovuta a polmonite e insufficienza respiratoria ingravescente.(27)

Sono generalmente causate da un trauma diretto, con compressione antero-posteriore, laterale o da un'onda d'urto esplosiva.(28)

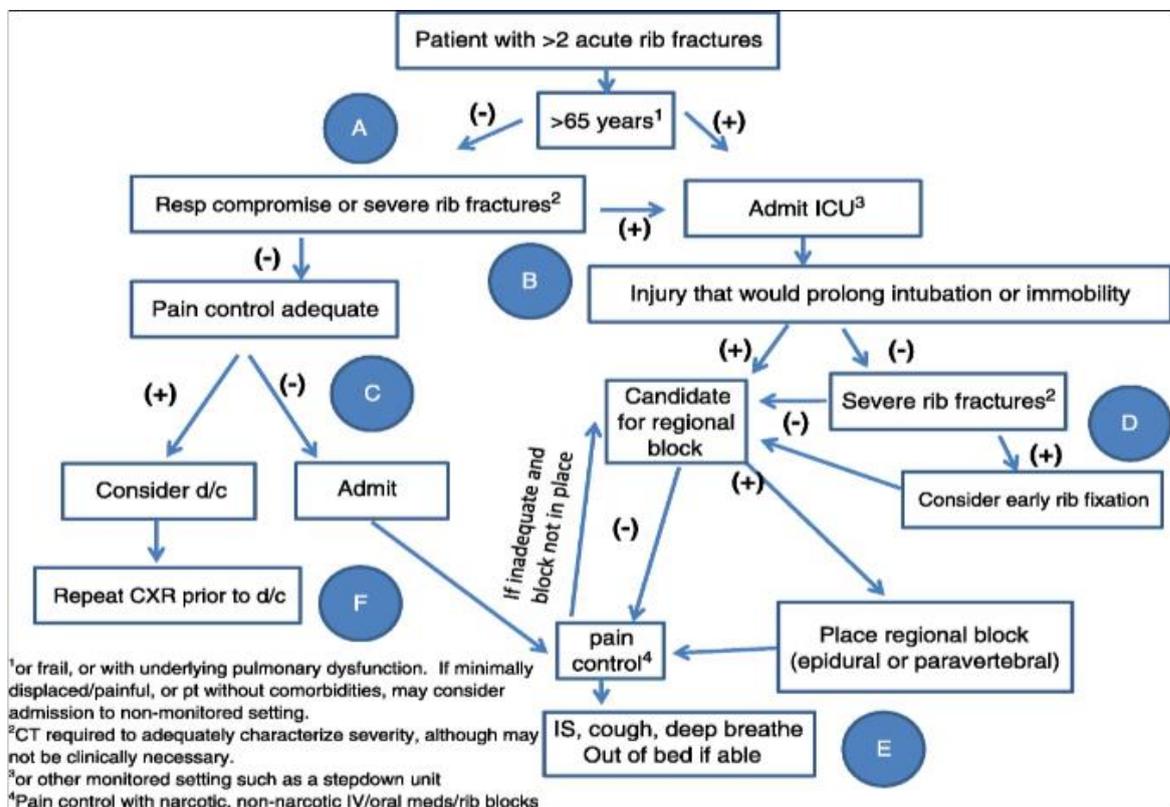


Fig 5: Algoritmo per la gestione delle fratture costali(27)

Le fratture costali determinano dolore localizzato, dolorabilità e crepitii alla palpazione. All'esame obiettivo, è suggestivo per frattura costale anche una deformità all'ispezione o alla palpazione.

La sede della lesione fornisce indicazioni sulla dinamica del trauma e sulle possibili complicanze associate:

- Le prime 3 coste sono protette da scapola, clavicola, omero ed inserzioni di grosse masse muscolari; pertanto, le fratture di scapola, prima o seconda costa e sterno indicano un trauma ad elevata energia, con rischio di gravi lesioni associate a livello di cranio, collo, midollo spinale, polmoni e grossi vasi. In questi casi, a causa della gravità delle lesioni concomitanti, la mortalità può raggiungere il 35%.(25)
- Le coste intermedie (IV-IX) sono quelle più interessate in caso di trauma chiuso. Una compressione antero-posteriore della gabbia toracica determina la curvatura verso l'esterno delle coste, che si fratturano generalmente a livello della linea ascellare media. Una forza diretta applicata sulle coste può causarne la frattura, orientando i monconi ossei verso la cavità pleurica ed incrementando il rischio di pneumotorace e/o emotorace.
- Le fratture delle ultime coste (X-XII) devono far sospettare la possibilità di lesioni epato-spleniche associate.
- Le fratture degli archi posteriori possono essere associate a lesioni renali o a crolli vertebrali.
- Le fratture delle cartilagini anteriori ed il distacco delle articolazioni costo-condrali assumono lo stesso significato delle fratture costali, ma non sono identificabili all'RX torace. Tecniche radiologiche specifiche per valutare le coste non risultano utili, in quanto non individuano tutte le fratture, non modificano le procedure terapeutiche, sono costose e richiedono posture che aumentano il dolore.

Come regola generale, le fratture costali sono meno frequenti nei giovani, in quanto la parete toracica è più elastica, in particolare nei bambini. Ne consegue che la presenza di fratture costali multiple nei giovani indica il trasferimento di una notevole energia.

Negli anziani è comune l'osteopenia, che incrementa il rischio di fratture ossee, anche costali, in seguito a traumi apparentemente minori. In età avanzata è necessario uno stretto follow-up, in quanto un emotorace si può manifestare anche tardivamente. Inoltre, il rischio di polmonite e mortalità è raddoppiato rispetto ai pazienti più giovani.

### 2.5.2 Fratture di sterno

Sono dovute a traumi a impatto diretto e ad elevata energia, e per tale ragione sono sempre da considerare un campanello d'allarme per gravi lesioni concomitanti, come multiple

fratture costali, contusioni cardiache e polmonari con idrotorace, emotorace e pneumotorace.(29)

Lo sterno tende a fratturarsi a livello del corpo. Queste fratture sono in genere poco comuni e raramente richiedono trattamento chirurgico. Sono fratture estremamente dolorose e possono essere associate a ipoventilazione (antalgica o per compromissione della meccanica respiratoria), insufficienza respiratoria e ristagno di secrezioni bronchiali.(30)

La frattura sternale può essere riconosciuta innanzitutto per la presenza di dolorabilità elettiva alla palpazione.

Devono essere valutate con:

- *RX in proiezione laterale*
- *Ecografia*, maggiormente sensibile e specifica
- *TC torace*
- *ECG*
- *Enzimi cardiaci*, per il rischio di contusione miocardica.(14)

A volte, una lussazione posteriore dell'articolazione sterno-claveare può causare la dislocazione nel mediastino dei monconi della clavicola con compressione sulla vena cava superiore ed impone immediata riduzione della lussazione.

### 2.5.3 Volet costale

Si verifica quando un segmento della cassa toracica anteriore o laterale diventa instabile in conseguenza di fratture costali segmentarie che interessano 3 o più coste adiacenti. Ciò determina un movimento paradossale di tale segmento, con rientramento durante l'inspirazione e fuoriuscita durante l'espiazione. Ciò causa aumento del lavoro respiratorio con rischio di sviluppare/aggravare un'eventuale contusione polmonare sottostante, con evoluzione verso l'ipossiemia, insufficienza ventilatoria e possibile arresto respiratorio improvviso.(15,28)

È spesso causato da un trauma toracico chiuso e generalmente non è isolato. Il tasso di mortalità varia tra il 10% e il 20% nei pazienti con tali lesioni aggiuntive.

Il movimento paradossale potrebbe non essere osservato perché la respirazione è superficiale a causa del dolore, pertanto la diagnosi può essere difficile. Tuttavia, il trauma

da *flail chest* può essere diagnosticato con un'attenta ispezione, palpazione, percussione e auscultazione con un alto tasso di sensibilità del 90% e specificità del 98%.

Il principale problema in questi pazienti è la lesione parenchimale causata dal trauma ad elevata energia, nonché il dolore causato dalle fratture costali, che aggravano le condizioni del paziente. La presenza di dolore riduce il volume corrente e può sopprimere il riflesso della tosse, portando ad atelettasia e polmonite da ristagno di secrezioni bronchiali. Allo stesso tempo, il movimento paradossale rende difficile la respirazione e può causare insufficienza respiratoria.

## 2.6 Terapia

La gestione del trauma toracico mira inizialmente all'individuazione delle lesioni *life-threatening*, le quali meritano un trattamento immediato. Nello specifico:

1. Ostruzione delle vie aeree: va trattata con aspirazione di liquidi (sangue, vomito etc), rimozione di eventuali corpi estranei, intubazione oro-tracheale, riduzione di un'eventuale dislocazione clavare;
2. Lesione tracheo-bronchiale: intubazione oro-tracheale, intubazione selettiva bronchiale, riparazione chirurgica;
3. Pneumotorace iperteso: minitoracotomia, decompressione tramite drenaggio toracico;
4. Emotorace massivo: drenaggio toracico, riparazione chirurgica;
5. Tamponamento cardiaco: pericardiocentesi, toracotomia d'urgenza, riparazione cardiocirurgica;
6. Arresto cardiaco traumatico: RCP secondo protocollo, intubazione oro-tracheale, drenaggio toracico bilaterale, toracotomia rianimatoria/pericardiocentesi.

Le lesioni invece che non necessitano di un trattamento immediato possono essere rimandate fino all'ingresso in ospedale. In particolare:

1. Pneumotorace semplice: drenaggio toracico, riparazione chirurgica se refrattario. In casi selezionati si può adottare un atteggiamento conservativo, in particolare se lo

pneumotorace è < 0.8 cm. Sopra 2 cm l'indicazione al drenaggio toracico è assoluta, mentre tra 0.8 e 2 cm viene valutato caso per caso;

2. Emotorace: stesso trattamento dell'emotorace massivo;
3. Volet costale: ossigeno terapia con applicazione di PEEP per mantenere espansa la parete toracica (riducendo così i movimenti paradossi e reclutando alveoli nella zona contusa), efficace analgesia, in casi selezionati potrebbe essere necessaria una stabilizzazione costale chirurgica, (eventuale intubazione e ventilazione meccanica se grave ipossiemia);
4. Contusione cardiaca: monitoraggio multiparametrico, osservazione;
5. Rottura traumatica dell'aorta: riparazione chirurgica;
6. Lacerazione di diaframma: riparazione chirurgica;
7. Rottura di esofago: riparazione chirurgica.

Il trattamento medico è di supporto ed è attuabile fin dalla prima valutazione sul territorio. Si basa su analgesia, ossigenoterapia e fisioterapia respiratoria.(31)

È necessario agire sulle complicanze legate alle lesioni da trauma (in particolare alle contusioni polmonari e multiple fratture costali), ovvero dolore, ipoventilazione, ipossia e nei casi più gravi distress respiratorio.

Il controllo precoce ed aggressivo del dolore con narcotici sistemici oppure con anestesia locale o regionale migliora l'outcome dei pazienti con fratture costali, sternali o scapolari. Bendaggi ed immobilizzatori esterni sono controindicati mentre sono efficaci blocchi intercostali, anestesia epidurale e somministrazione endovenosa di analgesici.(32)

La somministrazione di ossigeno anche mediante NIMV, avverrà precocemente per evitare l'ipossiemia e qualora non si rilevi un adeguato funzionamento degli scambi respiratori il paziente verrà sottoposto a ventilazione meccanica invasiva.(1,15,33)

### 2.6.1 Analgesia

Il controllo del dolore nel trauma toracico è una delle fasi della gestione a maggior impatto perché agisce sulle complicanze del trauma, sulla morbilità, sulla mortalità e sulla durata della degenza. La gestione del dolore in un trauma toracico è considerato un intervento di

emergenza ed è un obiettivo che va raggiunto il prima possibile attraverso un approccio multimodale(34,27)

Un rapido ed efficace controllo del dolore porta ad obiettivi importanti ovvero: buona igiene polmonare, tosse efficace, inspirazione profonda, rapida mobilitazione.

Le molecole maggiormente utilizzate sono:

- *Paracetamolo*: farmaco comunemente usato a scopo analgesico e antipiretico. Offre numerosi vantaggi come la facile accessibilità, la quantità di somministrazioni giornaliere, i pochi effetti collaterali e inoltre ha simili effetti tra la somministrazione ev e per os. È da evitare l'utilizzo in pazienti con insufficienza epatica acuta e bisogna ridurre la dose in pazienti anziani e con problemi epatici cronici.
- *Antiinfiammatori Non Steroidei (FANS)*: Molti studi hanno dimostrato un uguale effetto analgesico rispetto agli oppioidi per il dolore acuto traumatico in bambini e adulti. Hanno un'efficacia maggiore rispetto al paracetamolo ma hanno una maggior probabilità di sviluppare emorragie gastrointestinali, insufficienza renale acuta ed eventi cardiovascolari; la maggior parte dei rischi è correlata ad un effetto a lungo termine, proprio per questo il loro utilizzo deve essere molto limitato nel tempo (non più di 72 ore) e sempre tenendo presente età e comorbilità del paziente.(35)
- *Oppioidi*: data la loro varietà di dosaggio, efficacia stabilita, basso costo, rapido inizio d'azione ed assenza di effetto tetto, rimangono i principali farmaci d'uso nel dolore nocicettivo acuto e severo. Il loro uso è però associato alla depressione del centro del respiro e del sistema nervoso centrale, alla dose dipendenza e ad un ritardato transito intestinale con rischio di ileo.
- *Ketamina*: sta emergendo come promettente farmaco nel setting del trauma se usato a dose analgesica. Offre analgesia senza compromettere lo stato respiratorio o indurre ipotensione. Nasce come anestetico dissociativo e agisce come antagonista dei recettori NMDA. La dose analgesica di ketamina è 0.3–0.5 mg/kg e potenzia l'azione analgesica degli oppioidi riducendone il loro dosaggio così come gli effetti avversi. (35)

Medication	Dosing			Precautions (P), Contraindications (CI), and Considerations*
	Maintenance Dose	Routes of Administration	Maximum Suggested Dose/ Duration*	
Acetaminophen	1,000 mg q6h	PO, PR, IV	4,000 mg/day (2,000-3,000 mg/ day in older adults)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liver dysfunction (P)</li> <li>• Cardiac dysfunction (P)</li> </ul>
<b>NSAIDs</b>				
Ibuprofen	400 mg q6h	PO	2,400 mg/day	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cardiac history (CI)</li> <li>• GI bleeding (CI)</li> <li>• Fracture (P)</li> <li>• Renal dysfunction (P)</li> <li>• Single dose ibuprofen &gt; 400 mg or ketorolac &gt;10 mg not recommended</li> <li>• COX-2 selective NSAIDs reduce risk of major and upper gastrointestinal bleeding vs. nonselective</li> </ul>
Ketorolac	10 mg q6h	PO, IV	40 mg/day for no more than 5 days	
Celecoxib	100 mg q12h	PO	400 mg/day	
<b>Opioids</b>				
Fentanyl	IV: 25-50 mcg q30-60min CI: 50 mcg/hr	IV	200 mcg/hr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• All opioids confer risk of addiction and life-threatening respiratory depression</li> <li>• Extended-release preparations are not intended for acute pain</li> <li>• Fentanyl may accumulate in lipid stores with prolonged use</li> </ul>
Hydromorphone	PO: 2 mg q4h IV: 0.4 mg q3h CI: 0.5 mg/hr	PO, IV	PO: 10 mg/dose IV: 1 mg/dose CI: 3 mg/hr	
Morphine	IV: 2 mg q3h	PO, IV	10 mg/dose	
Oxycodone	5 mg q4h	PO	20 mg/dose	
Tramadol	50 mg q4h	PO	400 mg/day	
Ketamine	0.3 mg/kg (bolus)  0.1 mg/kg/ hr (infusion)	IV, IM, IN	0.5 mg/kg/ dose (bolus)  1 mg/kg/hr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acute psychosis, cerebrovascular accident (CVA), cardiac decompensation (CI)</li> <li>• Dose based on ideal body weight if obese</li> <li>• Dependence potential</li> <li>• Monitor for emergence reactions</li> </ul>

Fig.6: Principali molecole analgesiche e loro dosaggi

Il paracetamolo orale o endovenoso e i FANS forniscono un significativo sollievo dal dolore e riducono il fabbisogno complessivo di oppioidi.(27,37)

L'importanza della gestione del dolore nel trauma è sottolineata dal documento per la gestione del trauma toracico pubblicato dalla Eastern Association for the Surgery of Trauma (EAST) nel 2016, il quale raccomanda l'utilizzo di un approccio analgesico multimodale che comprende quindi diverse molecole, rispetto al trattamento unicamente con farmaci oppiacei. Ciò che è emerso dal consensus è che l'analgesia, in quanto elemento fondamentale per una rapida guarigione, deve essere ottenuta per ogni paziente nel modo più efficace possibile, soppesando benefici ed effetti collaterali di ogni singola metodica.(33)

## 2.6.2 Ossigenoterapia

Rappresenta una delle fasi più importanti della gestione medica preospedaliera del paziente traumatizzato.

Durante la fase preospedaliera, i pazienti con trauma necessitano di essere ossigenati con elevate FiO<sub>2</sub>, fino al 100%. L'ossigenoterapia aumenta il metabolismo cellulare, evitando così l'insufficienza respiratoria e la "triade letale" (ipotermia, deficit della coagulazione, acidosi) e riducendo il tasso di mortalità nei pazienti politraumatizzati e con trauma cranico. (38,39)

Vi sono diverse modalità di somministrazione di O<sub>2</sub> terapia:

- *Cannule nasali semplici*: erogano bassi flussi e bassa concentrazione (FiO<sub>2</sub>) di ossigeno e vengono utilizzate nei traumi lievi-moderati.
- *Maschera Venturi*: presidio oronasale che eroga alti flussi di ossigeno a concentrazione regolabile a seconda della necessità, utilizzata molto nei traumi toracici con un certo grado di compromissione, soprattutto in ambito ospedaliero.
- *Maschera con reservoir*: presidio maggiormente usato nell'ambito pre-ospedaliero in pazienti con elevato grado di compromissione respiratoria. Eroga elevate concentrazioni di ossigeno ma a bassi flussi.
- *High-flow nasal cannula (HFNC)*: erogano alti flussi di ossigeno umidificato e riscaldato ad elevate concentrazioni, garantendo anche un minimo di pressione positiva di fine espirazione (PEEP). Gli studi condotti finora, tuttavia, non hanno dimostrato una superiorità di questo presidio rispetto agli altri. Andrebbe quindi valutato il suo utilizzo caso per caso evitando di ritardare l'intubazione, quando necessaria(31);
- *Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) e Non-Invasive Ventilation (NIV)*: erogano alti flussi di ossigeno a pressioni definite tramite ventilatori meccanici. Presidio utilizzato nei traumi severi, in cui la compliance polmonare si riduce e il paziente deve esercitare una forza inspiratoria maggiore per poter ottenere pressioni intratoraciche più negative; può beneficiare dell'applicazione di pressioni positive per ridurre il lavoro inspiratorio ed ottenere una maggior distensione polmonare.
- *Intubazione oro-tacheale (IOT)*: da riservarsi ai pazienti con grave compromissione respiratoria, ARDS, arresto cardiaco traumatico o problematiche di "A" (*airways*). (1,40)

Numerosi studi hanno evidenziato come non vi siano cambiamenti nell'utilizzo di ossigenoterapia a basso flusso o NIV tardiva rispetto all'utilizzo di cannule nasi ad alto flusso/NIV precoce nel ridurre il bisogno di IOT e nel tasso di complicanze secondarie nel trauma ad alto rischio con ipossiemia non severa e in assenza di insufficienza respiratoria acuta.(41)

### 3. Anestesia locoregionale (ALR) e Blocchi Nervosi Periferici (BNP)

#### 3.1 Introduzione (Storia ed evoluzione)

Con il concetto di “oligoanalgesia”, molti sforzi si sono concentrati sul miglioramento del controllo del dolore nei pazienti con trauma ed il ruolo di questa nel trattamento del trauma è stato fortemente implementato nelle ultime decadi.

L’anestesia locoregionale, e con questa i blocchi nervosi periferici, consiste nell’iniezione in situ o nello spazio epidurale di anestetici locali che possono essere somministrati *in situ* o mediante infusione continua con appositi cateteri.

Tra le tecniche di ALR vi sono:

- Blocchi nervosi periferici (BNP);
- Blocchi di nervo singolo, molto utilizzati nella anestesia/analgesia degli arti;
- Blocchi fasciali, utilizzati maggiormente nella chirurgia ortopedica e addominale.

I rapidi progressi nelle tecniche ecografiche bedside e la conseguente proliferazione di studi e materiale didattico hanno reso più accessibile l'apprendimento del blocco nervoso periferico. Dalla prima descrizione di un blocco di un nervo ulnare con la cocaina per consentire l'estrazione indolore di un proiettile nel 1884 da Burke, sono stati sviluppati numerosi blocchi nervosi per provvedere all'analgesia e all'anestesia chirurgica per tantissime regioni del corpo dalla metà del XX secolo, sebbene questi metodi non siano stati sviluppati specificatamente per il trauma.

In prima battuta, le unità militari hanno usati questi blocchi per eseguire l'anestesia sugli arti inferiori e permettere interventi chirurgici in ambienti a basse risorse; il basso impatto emodinamico garantito da queste procedure e il comfort del paziente permisero una rimozione più facile e sicura di proiettili e livelli di cura più alti.

All'inizio, lo sviluppo raro ma catastrofico di LAST (*Local Anesthetic Systemic Toxicity*) e dei danni neurologici successivi al blocco nervoso periferico portarono ad un uso più limitato di questi, con il bisogno di sviluppare soluzioni e metodi di gestione più sicuri.

Negli anni '70, invece, nuove tecniche ecoguidate hanno implementato il ruolo dei BNP nella cura preoperatoria da parte dei team di anestesisti. Questa esperienza si è poi estesa alla gestione dei traumi civili e militari, con sviluppo di dispositivi preospedalieri,

competenze infermieristiche avanzate e medici d'emergenza che hanno iniziato ad offrire queste tecniche in svariate situazioni.

L'indicazione più riconosciuta e il principale vantaggio dell'anestesia regionale nei pazienti traumatizzati, è il fornire sollievo dal dolore acuto mediante un'anestesia profonda di una specifica area del corpo.(42) Il rapido e spesso completo sollievo dal dolore ottenuto dai blocchi anestetici è più efficace rispetto all'approccio farmacologico tradizionale (sedativi e oppioidi sistemici). (43).

I principali benefici di questi blocchi sono l'ottenimento di una buona analgesia senza interferenza sullo stato emodinamico e respiratorio del paziente, la minor assunzione di oppioidi con minor effetti collaterali oppioidi-relati, la minor incidenza di sindromi da dolore post traumatico e migliori *outcomes* chirurgici. L'utilizzo appare molto promettente soprattutto nei pazienti a maggior rischio di aspirazione, con difficile gestione delle vie aeree, multiple comorbidità, quindi pazienti ad alto rischio anestesilogico. Nei pazienti geriatrici, in particolare, eliminano gli effetti collaterali provocati dall'anestesia generale (insufficienza respiratoria, mortalità da ospedalizzazione, lunghezza del tempo di degenza etc.), apportando numerosi vantaggi nel controllo del dolore post-operatorio e riducendo il delirium a breve termine.(44)

L'EAST nel 2005 ha designato l'anestesia toracica epidurale come livello I di raccomandazione per la gestione delle fratture costali; se fino a poco fa l'anestesia epidurale era considerata come livello I di raccomandazione per la gestione delle fratture costali, negli ultimi anni la facilità di esecuzione e la sicurezza dei BNP, il minor monitoraggio procedurale, i minori effetti collaterali rispetto all'analgesia sistemica e il minor tempo di ospedalizzazione(45) hanno permesso a questa tecnica di avere applicazioni in sempre più numerosi campi, dalla riduzione del dolore peri- e post-operatorio della chirurgia non laparotomica di torace (cardiochirurgia(46), chirurgia della mammella(47)) e addome(48) , fino alla gestione del dolore di origine traumatica o procedurale.

Table 1 Summary of current trends in regional anesthesia for trauma			
Primary Objectives	Provider Groups	PNB Techniques Reported	Challenges
<i>Prehospital</i>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Early analgesia</li> <li>• Decrease need for opioids and sedatives</li> <li>• Facilitate smooth transport to hospital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paramedics</li> <li>• EMS nurses</li> <li>• Prehospital physicians</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interscalene</li> <li>• Femoral</li> <li>• Fascia iliaca</li> <li>• Sciatic</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnostic accuracy of injury and thorough neurologic examination before block</li> <li>• Appropriateness of patient selection</li> <li>• Consistency of training, experience, and oversight</li> <li>• Preparedness for recognizing and treating LAST</li> <li>• Limited opportunity for ultrasound guidance</li> <li>• Time needed to perform block vs urgency of transport</li> </ul>
<i>ED</i>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Earlier pain relief addresses concerns of oligoanalgesia in trauma care</li> <li>• Decrease need for opioids and sedatives</li> <li>• Provide superior analgesia, likely to be effective even in opioid-tolerant patients</li> <li>• Preserve consciousness and airway protection</li> <li>• Reduce pain from distracting injury and enable further assessment of concurrent injuries</li> <li>• Avoid deep sedation for ED procedures and the need for close monitoring during sedation recovery (and shorten ED length of stay)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anesthesiologists</li> <li>• CRNAs</li> <li>• Emergency medicine physicians</li> <li>• Advanced practice nurses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Most of the common PNB techniques for upper and lower extremities</li> <li>• Non-neuraxial truncal blocks</li> <li>• Neuraxial block (sparingly)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prioritization of primary survey and early resuscitation</li> <li>• Consistency of training, experience, and oversight</li> <li>• Preparedness for recognizing and treating LAST</li> <li>• Availability of equipment, space, and time</li> <li>• Satisfactory patient positioning</li> </ul>

Tab

1: sintesi degli attuali utilizzi dell'anestesia locoregionale nel trauma(42)

### 3.2 Anatomia e farmacologia

Dal punto di vista fisiopatologico, le fibre nervose si dividono in A, B e C.

Le fibre deputate alla nocicezione sono le A (mieliniche) e le C (amieliniche); all'interno delle fibre A troviamo tre ulteriori sottogruppi, ovvero le fibre A $\alpha$  e A $\beta$  (alto grado di mielinizzazione, costituite da fibre motorie efferenti e da fibre meccanocettive) e le fibre A $\delta$  (basso grado di mielinizzazione, nocicettive).

L'esecuzione di un BNP prevede l'iniezione di anestetico locale in prossimità di un nervo, con conseguente blocco della conduzione nervosa per inibizione reversibile dei canali del Na<sup>+</sup> andando ad intaccare prevalentemente l'attività delle fibre A $\delta$  e delle fibre C, mentre le fibre A $\alpha$  e A $\beta$  verranno risparmiate o scarsamente coinvolte.(49)

I farmaci utilizzati per ottenere tale effetto sono gli anestetici locali, molecole che si legano a recettori specifici intracellulari dei canali del Na<sup>+</sup> impedendo il raggiungimento della soglia di depolarizzazione. Gli anestetici locali si dividono a loro volta in esteri ed amidi: gli esteri sono metabolizzati prevalentemente dalle colinesterasi plasmatiche, mentre gli amidi dagli enzimi microsomiali epatici.

La scelta per i BNP ricade in genere sugli amidi, in quanto sono più stabili e maneggevoli, ma gravati anche da un metabolismo molto più lento degli esteri: ciò è da tenere in considerazione in quanto le elevate e incrementali concentrazioni plasmatiche possono essere associate più facilmente a tossicità sistemica e ad effetti collaterali.

Per questa ragione, quando si effettua un BNP è necessario calcolare il dosaggio minimo efficace di anestetico locale (mg/kg) e la corretta diluizione del principio attivo.

L'effetto può anche essere prolungato tramite iniezione locale di desametasone o di adrenalina, che con effetto rispettivamente antinfiammatorio e vasocostrittore rallentano l'assorbimento del farmaco.(50)

I volumi da infondere quindi risulteranno elevati (30-40 ml), ma necessari per distribuirsi in tutto lo spazio fasciale e coinvolgere quante più strutture nervose possibili.

<b>Table 10-1</b>							
Comparative Pharmacology of Local Anesthetics							
Classification	Potency	Onset	Duration after Infiltration (min)	Maximum Single Dose for Infiltration (mg)	Toxic Plasma Concentration (µg/mL)	pK	Protein Binding (%)
<b>Esters</b>							
Procaine	1	Slow	45–60	500		8.9	6
Chloroprocaine	4	Rapid	30–45	600		8.7	
Tetracaine	16	Slow	60–180	100 (topical)		8.5	76
<b>Amides</b>							
Lidocaine	1	Rapid	60–120	300	>5	7.9	70
Prilocaine	1	Slow	60–120	400	>5	7.9	55
Mepivacaine	1	Slow	90–180	300	>5	7.6	77
Bupivacaine	4	Slow	240–480	175	>3	8.1	95
Levobupivacaine	4	Slow	240–480	175		8.1	>97
Ropivacaine	4	Slow	240–480	200	>4	8.1	94

Fig. 7: caratteristiche degli anestetici locali<sup>[22]</sup>

### 3.3 BNP nel trauma toracico

Nel trauma toracico chiuso i blocchi fasciali sono indicati in pazienti con dolore intenso (NRS>6) da fratture sternali, costali monolaterali o prevalenti monolaterali, con numero di fratture > 5 e/o necessità di supporto di O2 per desaturazione/dispnea conseguente al trauma.

In questa tesi parleremo in particolare di:

- Blocco del muscolo serrato anteriore (*Serratus Anterior Plane Block, SAPB*)
- Blocco del muscolo sacrospinale (*Erector Spinae Plan block, ESP*)
- Blocco parasternale (*Pectointercostal fascial block, PIFB*)

I nervi interessati sono i nervi toracici, nervi misti che emergono dai forami intervertebrali tra T1 e T12 e si dividono a loro volta in ramo anteriore (nervi intercostali da T1 a T11, sottocostale T12) e ramo posteriore (mediali e laterali, innervano la cute e la muscolatura del dorso e lombare alta).

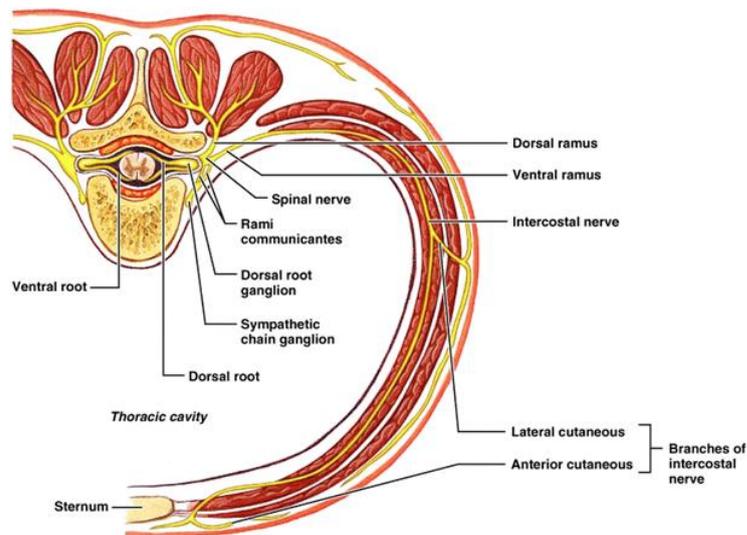


Fig. 8: innervazione toracica

### 3.3.1 Serratus Anterior Plane Block, SAPB

Il blocco del muscolo serrato anteriore (*Serratus Anterior Plane Block, SAPB*), descritto per la prima volta da Blanco(51) nel 2013 su volontari sani ha la finalità di indurre una analgo/anestesia della parete toracica anterolaterale di intensa e breve durata.

Il muscolo serrato anteriore (anche denominato dentato anteriore o grande dentato) è un vasto muscolo del torace che origina dal margine interno della scapola e si inserisce con fasci digitiformi sulla superficie anterolaterale delle prime 9-10 coste (figura 8). Occupa quindi la regione laterale della parete toracica, tra il muscolo grande dorsale posteriormente e i muscoli pettorali anteriormente.

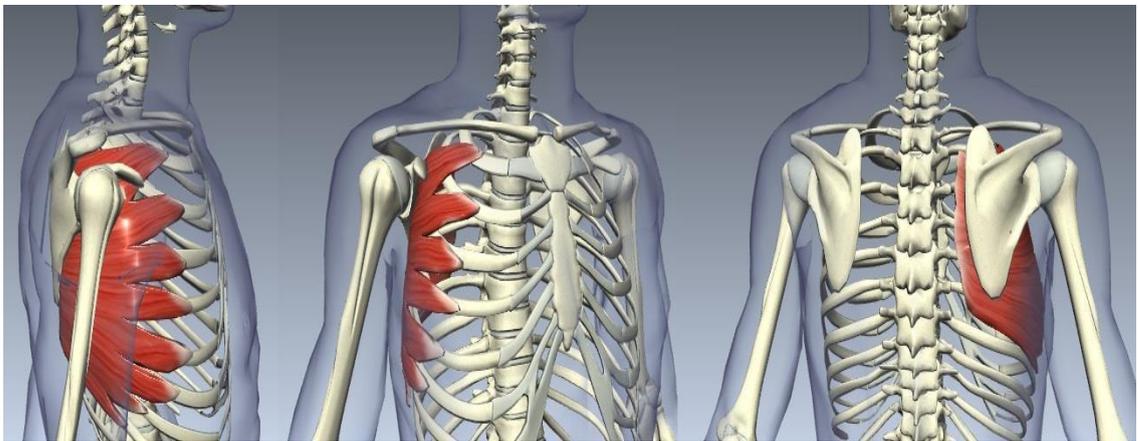


Fig 8: Anatomia del muscolo serrato anteriore

Questo muscolo permette l'adesione della scapola alla parete toracica posteriore, contribuisce ai movimenti della scapola (abduzione e rotazione, elevazione con i fasci superiori e abbassamento tramite i fasci inferiori), ed è un muscolo inspiratorio accessorio (le inserzioni costali favoriscono l'espansione toracica durante l'inspirazione profonda e forzata).

È innervato dal nervo toracico lungo (che origina dal plesso brachiale C5-C7) che corre superficialmente al muscolo lungo l'ascellare media in senso craniocaudale, ed è vascolarizzato dalla arteria mammaria esterna (laterale toracica), dall'arteria toracica superiore e dall'arteria toracodorsale, con origine dall'arteria ascellare. (figura 9).

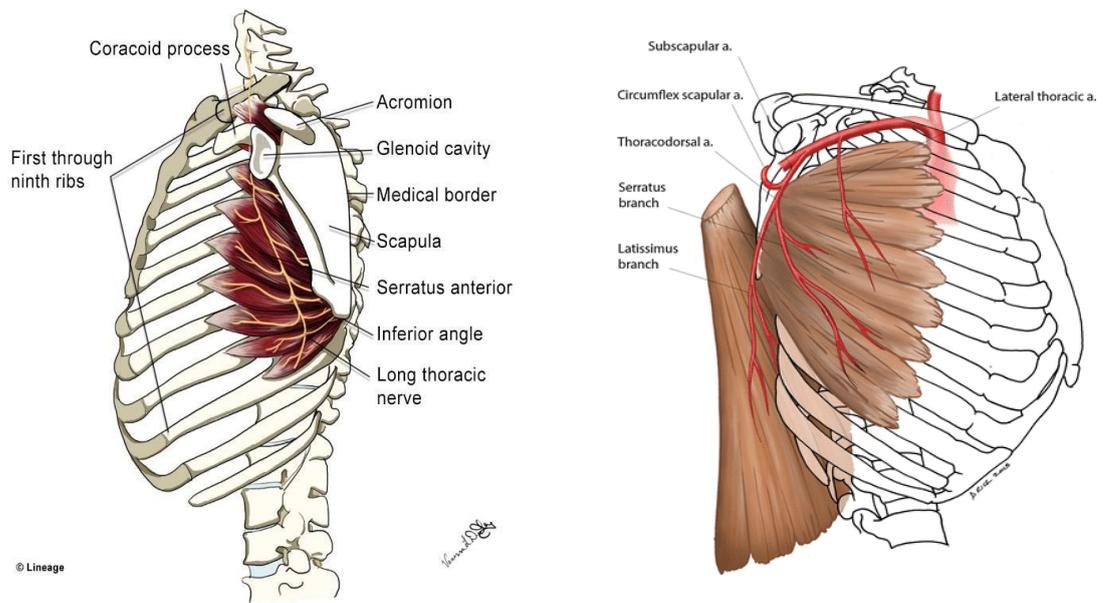


Figura 9 Innervazione e vascolarizzazione del muscolo serrato anteriore.

L'azione dell'anestetico si estrinseca prevalentemente a livello della branca laterale dei nervi intercostali, la quale contrae con il muscolo serrato anteriore un rapporto anatomico importante. Minima è invece l'azione sul nervo toracico lungo (nervo prevalentemente motorio) e sul nervo toracodorsale.

Il nervo intercostale, che decorre lungo il bordo inferiore di ciascuna costa, a livello della parete toracica laterale (linea ascellare media) dà origine alla sua branca laterale. Questa emerge in superficie proprio attraverso il muscolo serrato per poi dividersi in un ramo posteriore e in uno anteriore, che prendono la sensibilità quindi dalle rispettive regioni della parete toracica. Questa si estende in senso cranio caudale da T2 a T9, e in senso anteroposteriore dall'ascellare posteriore fino alla parete toracica anteriore, con estensione in parte anche verso la zona ascellare.

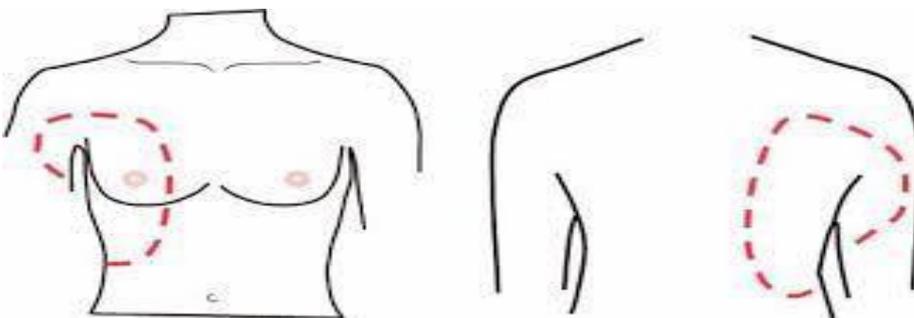


Fig 10: Zona interessata dall'anestetico nel SAPB

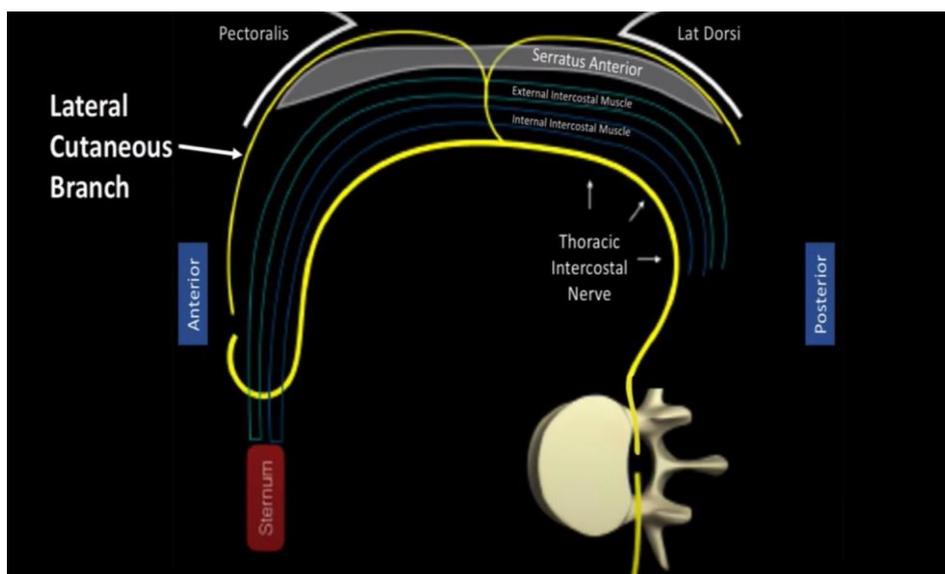


Fig 11 Emergenza della branca laterale di ciascun nervo intercostale e divisione nei rami anteriore e posteriore.

Si tratta di una procedura ecoguidata, con possibilità di essere eseguita da un singolo operatore o da due operatori, visto l'alto volume di anestetico da iniettare. (52)

Il paziente può essere posizionato in decubito laterale sul lato non interessato oppure in decubito supino. La prima posizione è quella preferenziale in quanto l'approccio ecografico sarà postero-anteriore, mentre la seconda prevede una iniezione del farmaco in senso antero-posteriore che potrebbe risultare in una minore diffusione fasciale del farmaco.



Figura 12 A sx: decubito laterale su lato sano; a dx decubito supino

Il punto di repere è la V costa a livello della linea ascellare media, che è la zona dove il muscolo serrato anteriore si superficializza sulla parete toracica per inserirsi sulle coste, oltre ad essere la zona in cui emerge la branca laterale del nervo intercostale.

La V costa corrisponde nell'uomo alla linea del capezzolo. Nella donna potrebbe essere necessario contare le coste sia manualmente partendo dall'angolo del Louis (inserzione della II costa) oppure con la sonda ecografica, scansionando la parete toracica dall'alto partendo dall'ascella.

Una volta individuato il repere, la sonda viene orientata orizzontalmente con il repere luminoso diretto anteriormente verso lo sterno. Il repere ecografico è rappresentato dal punto in cui il muscolo serrato anteriore incrocia il grande dorsale: in questa proiezione si osserva una piccola "lingua" superficiale che è rappresentata dal grande dorsale, al di sotto giace il muscolo serrato, in un piano sottostante vi sono le ombre costali con i muscoli intercostali, e infine la linea pleurica (figura 11).



Fig 13 Punti di repere, al davanti del muscolo grande dorsale rappresentato in rosso.

Accanto a questa tecnica di iniezione superficiale, è descritta anche una seconda tecnica di blocco del serrato anteriore. Si tratta di una anestesia più profonda, dove il farmaco viene iniettato al di sotto del serrato, tra questo muscolo e il piano costale (quindi muscoli intercostali). In questo caso, il repere sarà direttamente il piano costale. L'ago andrà fatto progredire oltre il muscolo serrato fino a toccare il bordo costale. Giunti a questo livello, l'iniezione del farmaco determinerà lo "scollamento" del muscolo serrato dalle coste.

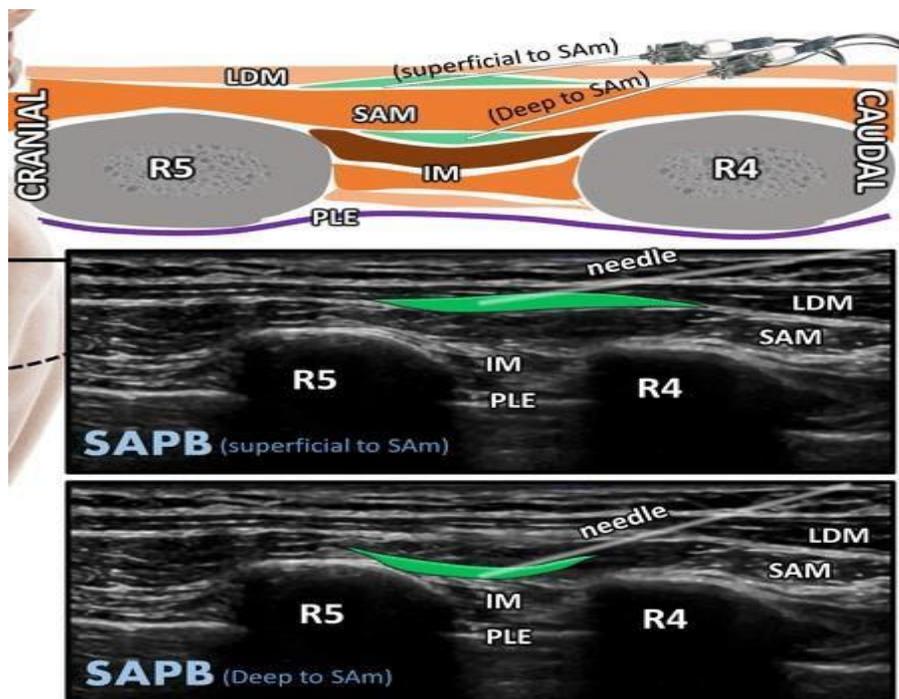


Figura 14 Due diversi approcci al blocco del serrato: in alto l'approccio superficiale (tra muscolo grande dorsale e serrato), in basso l'approccio profondo tra serrato e piano costale.

In letteratura non sono descritte grosse differenze in termini di efficacia tra le due metodiche.

### 3.3.2 Erector Spinae Plan block, ESPB

L'*Erector Spinae Plan block* è un blocco interfasciale che è stato inventato nel 2016 da Forero et al(53) che consiste nell'iniezione di anestetico locale in un piano compreso tra il processo trasverso e il muscolo sacro-spinale e che diffonde cranio-caudalmente nello spazio paravertebrale.(54) Il muscolo sacro-spinale è composto da 3 capi: muscolo ileo costale (lateralmente), muscolo lunghissimo del dorso (posizione intermedia) e muscolo spinale (medialmente).

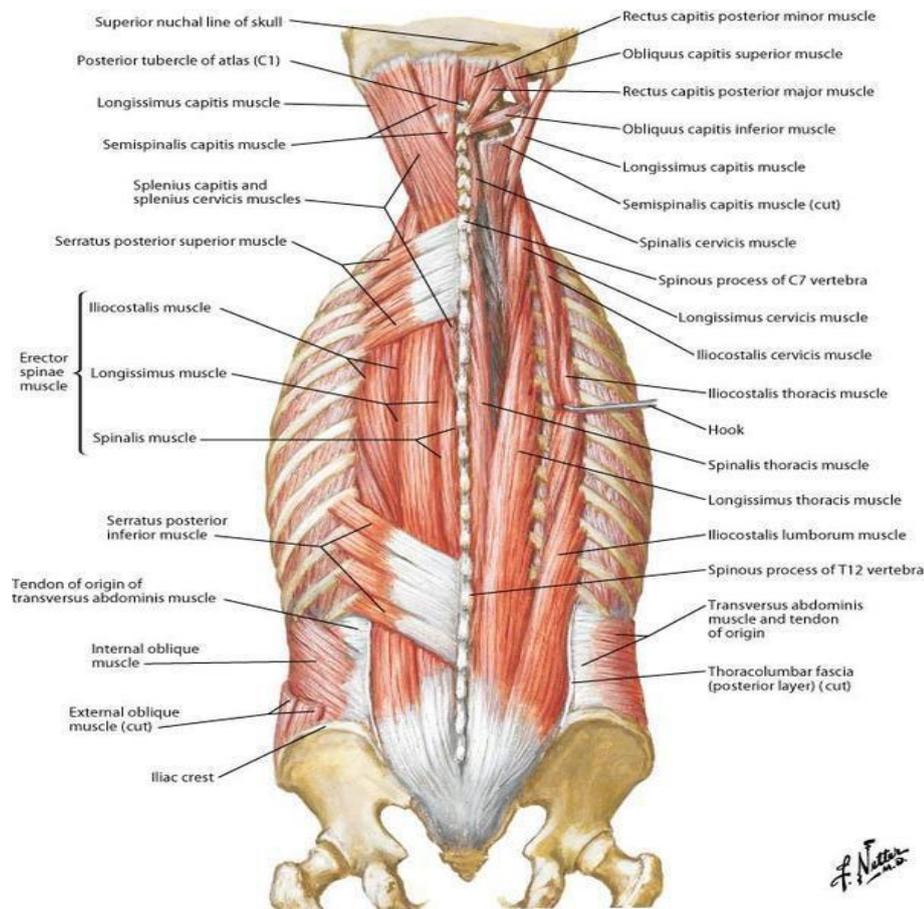


Fig 15: L'anatomia topografica del muscolo sacro- spinale

Il paziente può essere posizionato in posizione seduta o sdraiato sul fianco controlaterale a quello interessato. Il punto di repere ottimale (vertebra T5) si ottiene identificando la base della scapola tracciando una linea orizzontale immaginaria o disegnandola con pennarello quindi salendo di un paio di spazi intercostali. Esiste una estrema variabilità tra i pazienti.

La tecnica classica prevede il posizionamento trasversale del trasduttore lineare a livello di T5, successivamente rotazione cranio-caudale per portarsi longitudinalmente sul margine costo-vertebrale, a circa 3 cm lateralmente al processo spinoso della quinta vertebra

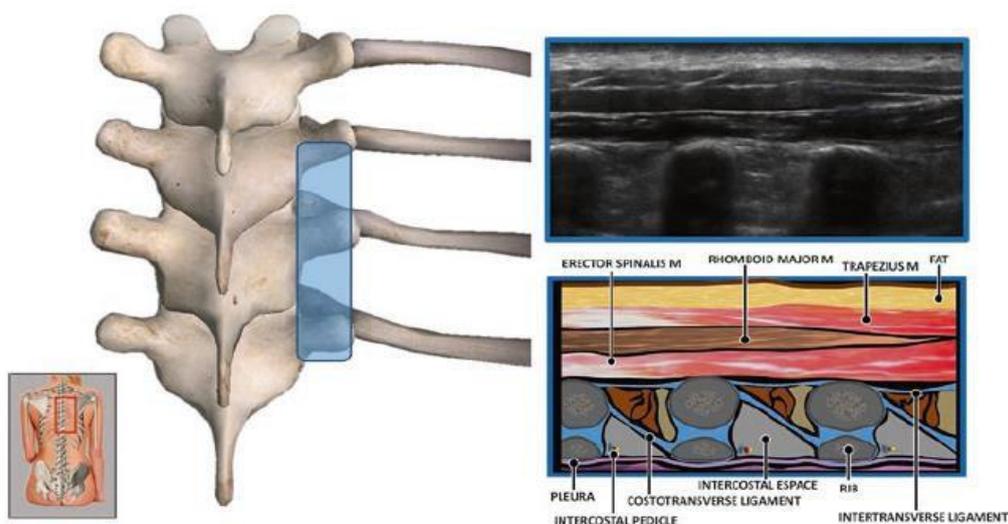
dorsale (T5) con *marker* craniale. L'immagine ecografica da ottenere prevede l'identificazione, superficialmente, di tre muscoli superficiali dorsali alla linea iperecogena con sbarramento acustico posteriore prodotta dal processo trasverso.



Fig 16: TM: muscolo trapezio; RMM: muscolo grande romboide; ESM: muscolo sacro-spinale; TP: processo trasverso vertebrale

L'ago viene inserito in modalità *in-plane* in direzione cranio-caudale fino al raggiungimento ed al superamento del terzo strato muscolare, a contatto con il processo trasverso.

Fig 17: punti di repere ESPB



Con ago da insulina è consigliabile iniettare 1 ml di lidocaina nel sito di inserzione dell'ago da anestesia loco-regionale per evitare il dolore iniziale. Viene quindi iniettato un volume di circa 20- 30 cc di anestetico locale tipo bupivacaina 0.25% o ropivacaina 0.5%. La locale

iniezione del liquido anestetico enfatizza l'immagine e dimostra la corretta diffusione lineare del liquido al di sotto della fascia del terzo strato muscolare ed al di sopra del processo trasverso.

Quando l'anestetico è iniettato nel piano fasciale posteriormente al muscolo sacro-spinale, si determina la soppressione della attività nervosa sia del ramo dorsale che del ramo ventrale in modo da ottenere una anestesia ed una analgesia diffusa a livello della parete anteriore, laterale e posteriore dell'emigabbia toracica. Tale blocco avviene per azione dell'anestetico locale a livello del forame intervertebrale. L'anestetico locale penetra attraverso il legamento costotrasverso superiore fino a raggiungere lo spazio paravertebrale. È importante, pertanto, eseguire l'iniezione vicino all'apofisi dei processi trasversi che rappresentano un *landmark* sonografico agevole e permettono di essere molto prossimi al forame costotrasverso, permettendo così la diffusione dell'anestetico. Il muscolo sacro-dorsale si estende verticalmente lungo tutta la colonna dorso-lombare permettendo così la diffusione del farmaco sul suo piano cranio-caudale agendo su numerosi metameri. La letteratura riferisce una riduzione della sensazione dolorosa e la comparsa di anestesia locale completa dopo circa 20 – 60 minuti per una durata variabile dalle 3 alle 6 ore (*single shot*), con una possibile recrudescenza di sintomatologia solitamente molto più attenuata rispetto alla valutazione iniziale. Il blocco può comunque essere ripetuto.

La letteratura, in un articolo di Jie Li et al, ha mostrato come l'ESP potrebbe essere la tecnica di anestesia locoregionale per il controllo del dolore nella chirurgia toracica più sicura ed efficace. Questo, infatti, riesce a bloccare i nervi senza dover entrare nello spazio paravertebrale, rendendolo più sicuro. Il SAPB blocca i nervi intercostali senza bloccare la componente pleurica per cui può dare un effetto analgesico minore rispetto all'ESP che blocca i rami della catena simpatica, il dorsale anteriore e i rami ventrali dei nervi spinali.(55)

### 3.3.3 Pectointercostal fascial block, PIFB

Il blocco parasternale è una tecnica di anestesia loco regionale che ha la finalità di indurre un'anestesia di media-lunga durata della regione sternale e parasternale della parete toracica.

Come per gli altri BNP, è stato dimostrato che un'adeguata analgesia parasternale migliora i tempi di recupero del paziente (sia traumatico che post-operatorio), con miglioramento della performance respiratoria alle prove spirometriche, una riduzione delle complicanze e una riduzione del consumo di oppiacei.(29,56)

È stato descritto per la prima volta nel 2014 da Torre et al(57) per l'analgia post-intervento di chirurgia della mammella, successivamente utilizzato per la riduzione del dolore post-sternotomia (58,59) e post-toracotomie mini-invasive. È utile nelle fratture dello sterno e delle coste anteriori (60, 61) ed ha benefici anche nei pazienti pediatrici e adulti sottoposti a chirurgia a cuore aperto, impianti di ICD e sindromi da dolore cronico post chirurgia per bypass.(62,63)

È inoltre una tecnica con minor rischio di pneumotoraci ed ematomi poiché l'anestetico è iniettato tra il muscolo pettorale e l'intercostale esterno, quindi più lontano da cuore e polmoni evitando il piano dell'arteria mammaria interna (rispetto al blocco del trasverso toracico che inietta tra intercostale e trasverso)(64)

Il target di questa tecnica sono i rami anteriori cutanei dei nervi intercostali dal II al VI, risparmiati dalle altre tecniche di blocco della parete toracica (SAP, PEC, ESP block)(65).

Dalla superficie in profondità, la parete toracica parasternale è formata da:

- 1) tessuti molli superficiali (cute e sottocute),
- 2) muscolo grande pettorale che appoggia direttamente il piano costale,
- 3) ombre delle cartilagini costali con i muscoli intercostali,
- 4) una sottile linea iperecogena (spesso non visibile) che è rappresentata dal muscolo trasverso toracico,
- 5) uno spazio ecoprivo che corrisponde allo spazio neuro vascolare, dove corrono i vasi mammari interni (arteria e vena) ed il nervo intercostale che a questo livello, come già detto in precedenza, dà il suo ramo anteriore che si superficializza attraverso i muscoli intercostali ed il grande pettorale,
- 6) linea pleurica.

Il muscolo intercostale profondo e il trasverso del torace sono sullo stesso piano giusto sopra la pleura: il muscolo trasverso occupa la parete toracica antero-mediale mentre l'intercostale quella laterale e posteriore. L'arteria mammaria interna e il nervo intercostale corrono sopra questo piano.

Dopo aver fornito le branche cutanee laterali responsabili della componente sensitiva della parete toracica laterale, il nervo intercostale viaggia verso la regione parasternale dove passa nel muscolo intercostale interno, nella membrana dell'intercostale esterno e poi nel gran pettorale, dando la componente sensitiva della parete anteriore del torace attraverso le branche cutanee anteriori. Nel PIFB si deposita l'anestetico sulla fascia che separa il grande pettorale e il muscolo intercostale esterno, ottenendo così il blocco delle branche cutanee anteriori prima che il nervo intercostale penetri il gran pettorale, da T2 fino a T6.(66)

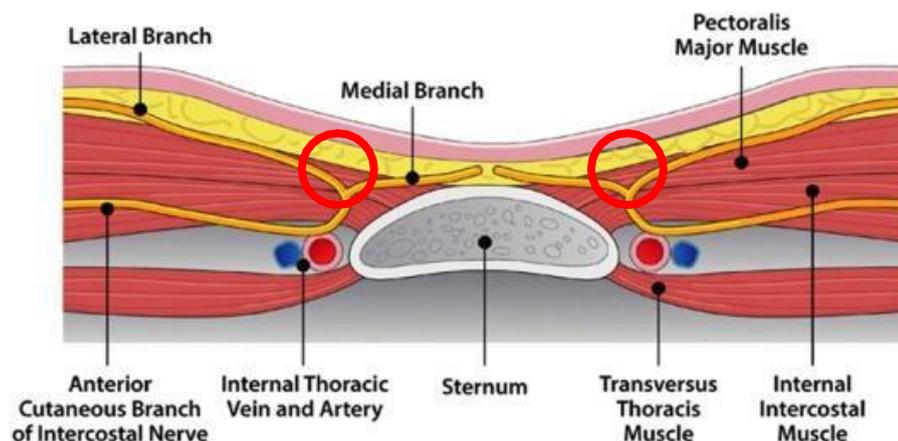


Fig 18: anatomia parete toracica. L'iniezione dell'anestetico avviene nel punto di emergenza indicato dal cerchio rosso.

Il blocco parasternale viene fatto con tecnica in plane con l'operatore posizionato alla testa del paziente.

Si utilizza la sonda lineare ad alta frequenza, con preset per tessuti superficiali. Si appoggia la sonda sul manubrio dello sterno con il reperi rivolto cranialmente. Si visualizza quindi il tavolato osseo dello sterno. Si trasla la sonda distalmente di qualche centimetro fino ad incontrare l'angolo del Louis (facilmente riconoscibile per la presenza di una piccola incisura che interrompe la continuità del periostio). Individuato questo punto di reperi, si sposta lateralmente la sonda (dx o sn) in modo da visualizzare la II cartilagine costale:

l'angolo del Louis, infatti, è un repere fisso e corrisponde sempre al punto di inserzione della III cartilagine costale. A questo punto, ci si sposta verso il basso fino ad identificare la III cartilagine costale, che rappresenta il target per l'iniezione dell'anestetico locale.

Il blocco parasternale va effettuato bilateralmente per consentire un'adeguata analgesia di tutta la regione parasternale, sia destra che sinistra. L'iniezione viene generalmente fatta a livello della III cartilagine costale in modo da garantire analgesia da T2 a T6.

Generalmente è sufficiente l'ago echoplex di lunghezza 50 mm in quanto il repere è quasi sempre molto superficiale anche nei soggetti corpulenti/muscolosi e nelle donne con seno prominente. In alternativa, è possibile usare l'ago da 80 mm. È raccomandabile, prima di procedere alla puntura, di eseguire un mappaggio color doppler della zona interessata in modo da escludere la presenza di vasi sanguigni lungo il tragitto dell'ago.

Con tecnica in plane, si fa avanzare l'ago fino ad intercettare il piano costale, quindi al di sotto del muscolo grande pettorale. Arrivati a questa profondità, si inietta la dose di anestetico ottenendo lo scollamento del muscolo grande pettorale e lo spread del farmaco.

La procedura va quindi ripetuta subito dopo nel lato controlaterale.

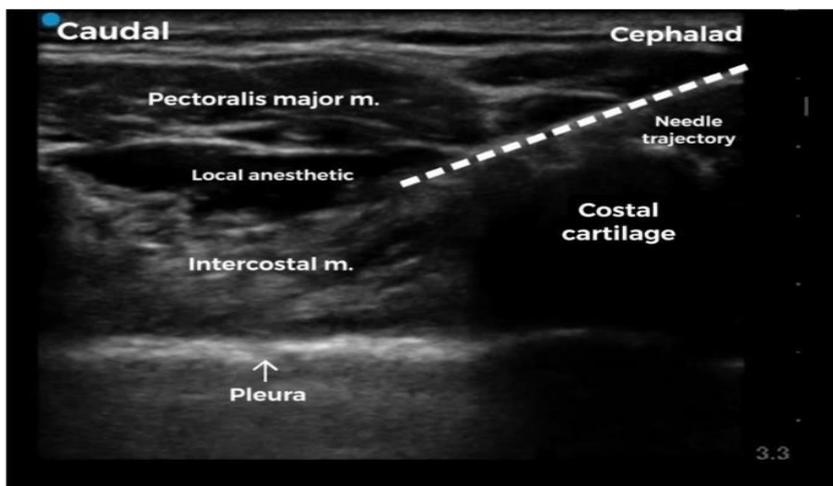


Fig 19: iniezione di anestetico locale nel PIFB

Il blocco parasternale può anche essere eseguito in profondità, ovvero tra il muscolo intercostale interno e il trasverso toracico. Nella figura 20 si vede la differenza tra le due procedure: a sx il blocco parasternale superficiale con l'iniezione di anestetico tra gran pettorale e muscolo intercostale esterno; a dx il blocco parasternale profondo, con l'anestetico iniettato tra il muscolo intercostale interno e il muscolo trasverso toracico.

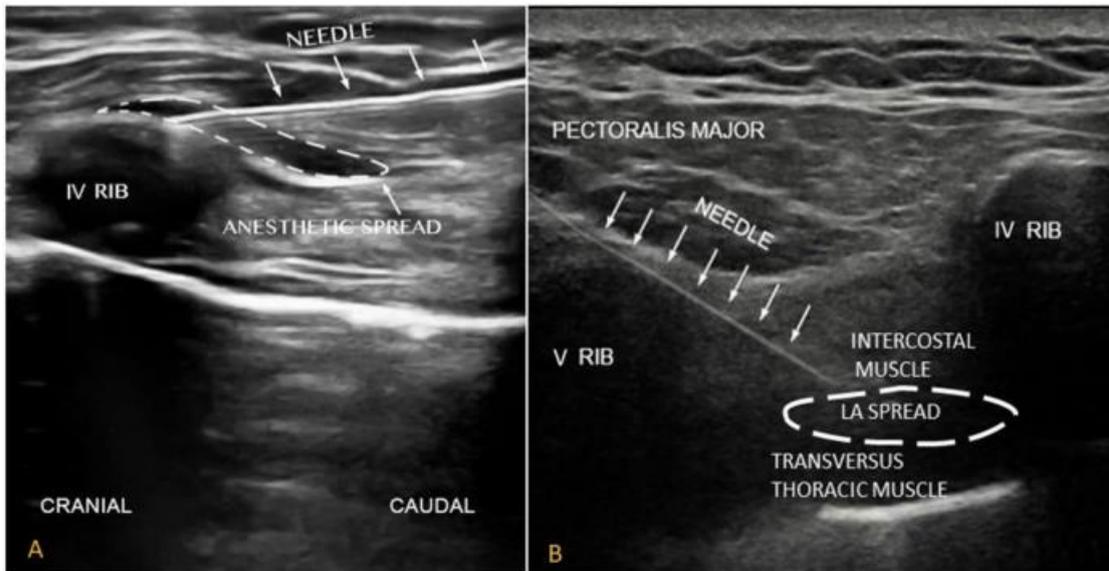


Fig 20

Entrambe le metodiche sembrano garantire un buon controllo del dolore, al momento non vi sono dati in letteratura che dimostrino la migliore efficacia di uno rispetto all'altro.(67,68). La seconda procedura è però a più alto rischio di complicanze per la presenza di delicate strutture vascolari (vasi mammari interni) e per la vicinanza con la pleura.

### 3.4 Controindicazioni

- Pazienti che per altri motivi necessitano di altre metodiche di analgesia (es: catetere peridurale);
- estesi ematomi/sanguinamenti attivi della parete toracica (rischio di sanguinamento e/o scarsa visualizzazione dei punti di reperi):
- esteso enfisema sottocutaneo (per lo sbarramento acustico e quindi difficoltà nell'individuazione dei reperi anatomici);
- infezione (es. cellulite) della cute sovrastante il sito di iniezione;
- allergia nota agli anestetici locali;
- pazienti con sintomatologia scarsa o ben controllata con i farmaci;

- diatesi emorragica. La scoagulazione in range costituisce controindicazione relativa.

### 3.5 Complicanze

La procedura, eseguita in asepsi e sotto guida ecografica, è in genere ben tollerata e con pochi eventi avversi, tutti considerati estremamente rari. I principali sono:

- Ematomi/sanguinamenti della parete toracica;
- iniezione intravascolare;
- insufficiente anestesia;
- infezioni;
- pneumotorace;
- blocco motorio;
- LAST (*Local anaesthetic systemic toxicity*)

#### 3.5.1 LAST Local anesthetic systemic toxicity (SIAARTI)

La descrizione classica di LAST include lo sviluppo iniziale di segni e sintomi da eccitazione del SNC (agitazione, turbe visive o uditive, gusto metallico, parestesie perorali o periferiche, disturbi psichici e crisi epilettiche), seguiti spesso da segni di depressione del SNC (letargia, confusione, coma o arresto respiratorio). Embricate alle manifestazioni neurologiche, possono comparire più o meno evidenti segni di eccitazione cardiaca (tachicardia, ipertensione, aritmie ventricolari), poi soppiantati dalla depressione cardiovascolare (bradicardia, ipotensione, blocchi di conduzione, ridotta contrattilità, asistolia).

Nessuna singola precauzione può di per sé prevenire con certezza eventi di LAST nella pratica clinica, tuttavia esistono molteplici misure che possono ridurre il rischio quali l'utilizzo dell'ecoguida, l'utilizzo della minor dose efficace di anestetico locale iniettato gradualmente (3-5 ml ad intervalli di 15-30 secondi) e l'aspirazione durante l'introduzione dell'ago.

Il momento dell'insorgenza della LAST è anch'esso variabile. Può essere immediato (<60secondi) e suggerire l'iniezione intravascolare di anestetico locale, mentre la comparsa ritardata (1-5 min) può implicare un aumentato assorbimento tessutale. Recenti case

reports mostrano come la LAST si manifesti sempre più spesso in maniera ritardata rispetto alla somministrazione di anestetico locale. Poiché può manifestarsi anche >15-30 min (occasionalmente anche >1h) dall'iniezione, il paziente che riceve una dose più che minima di anestetico locale deve essere attentamente monitorato per almeno 30 minuti dopo l'iniezione (I; B).

In caso di segni/sintomi di LAST, assicurare un'ottimale gestione delle vie aeree al fine di prevenire ipossia, ipercapnia e acidosi, che possono aggravare la tossicità. (I, B).

Somministrare emulsione lipidica al 20% ai primi segni di tossicità in tutti i casi anche solo potenzialmente seri. La prontezza della somministrazione è più rilevante della modalità (bolo vs infusione continua):

- BOLO: 1,5 ml/kg in 1 minuto
- INFUSIONE:
  - 200-250 ml in 15-20 min se il paziente pesa 70 kg o più
  - 0,25 ml/kg/min paziente pesa <70 kg (peso corporeo ideale)
- Massimo dosaggio iniziale: 12 ml/kg. (IIb, B).

Per il controllo delle convulsioni prediligere le benzodiazepine. In alternativa, emulsione lipidica o piccole dosi di propofol sono accettabili, (I, B). Se le convulsioni persistono nonostante l'uso di benzodiazepine, piccole dosi di succinilcolina o altri bloccanti neuromuscolari possono essere utilizzati per minimizzare l'acidosi e l'ipossiemia (I, C).

In caso di arresto cardiaco:

- Se si ricorre all'uso di adrenalina, preferire dosi basse iniziali ( $\leq 1$  µg/kg) (IIa, C);
- L'uso della vasopressina non è consigliato (III, B); evitare i bloccanti dei canali del calcio e i bloccanti dei recettori  $\alpha$ -adrenergici (III, C);
- In caso di aritmie ventricolari, sovente refrattarie al trattamento convenzionale, preferire l'amiodarone (IIa, B); il ricorso ad anestetici locali (lidocaina o procainamide) non è raccomandato (III, C)

La mancata risposta al trattamento con vasopressori ed emulsione lipidica dovrebbe portare alla rapida istituzione di un bypass cardiopolmonare (I, B).

Pazienti con manifestazioni cardiovascolari rilevanti dovrebbero essere tenuti in osservazione per almeno 4-6 ore (rischio di recidiva). Se l'evento LAST fosse limitato al SNC a rapida risoluzione, dovrebbero comunque essere monitorati per almeno 2 ore. (IIa, B)

## 4. Il nostro studio

### 4.1 Introduzione

L’Ospedale M. Bufalini di Cesena è un DEA di II livello e Trauma Center di riferimento del SIAT (sistema integrato di assistenza al trauma) dell’Area Vasta Romagna. È quindi attrezzato per la gestione di pazienti politraumatizzati che provengono (tramite ambulanza o elisoccorso) sia dal territorio di diretta pertinenza, sia da centralizzazione dei centri spoke dell’intera area romagnola.

Il Pronto Soccorso del “Maurizio Bufalini” conta circa 65.000 accessi/anno con picchi di maggiore intensità giornalieri nel corso della stagione estiva.

È dotato di 4 ambulatori attrezzati per la gestione di pazienti con ogni grado di criticità; ognuno di questi è fornito di dispositivi per il monitoraggio multiparametrico e la ventilazione invasiva e non invasiva. La gestione dei pazienti politraumatizzati viene effettuata in un quinto ambulatorio dedicato, denominato “shock room” dove, alle attrezzature succitate, si aggiunge la possibilità di monitoraggio intensivo, emotrasfusione massiva, ROTEM-Tromboelastometria, procedure di drenaggio toracico e toracotomia d’emergenza, ECMO e posizionamento di dispositivo REBOA. Nei locali del PS si trova una struttura definita Osservazione Temporanea (OT) con un massimo di 10 posti monitorizzabili. È inoltre presente una sezione di Osservazione Breve Intensiva (OBI) dotata di 7 posti letto con monitoraggio multiparametrico.

A completamento della U.O. troviamo il reparto di Medicina d’Urgenza, diviso in sub-intensiva e degenza breve.

La terapia sub-intensiva è organizzata come un open space con 8 posti letto monitorati, dedicati alla gestione di pazienti critici e instabili, quali pazienti con insufficienza respiratoria in ventilazione non invasiva, traumatizzati gravi, con sepsi/shock settico ed altre forme di shock e pazienti affetti da patologia acuta neurologica e cardiovascolare, con possibilità di monitoraggio invasivo delle funzioni vitali.

La degenza breve consta di 16 posti letto per il ricovero di pazienti che necessitano di ricoveri di breve durata, con anche possibilità di eseguire monitoraggio in telemetria e con disponibilità di due camere singole per eventuali isolamenti.

Dal 6 giugno del 2022, dopo un'adeguata formazione sia del personale medico che di quello infermieristico attraverso corsi teorici e pratici organizzati da anestesisti esperti, in Pronto Soccorso e nel reparto di Medicina d'urgenza dell'Ospedale M. Bufalini si è iniziato ad eseguire i Blocchi Nervosi Periferici prima citati per la gestione del dolore nel traumatizzato toracico, in particolare nei primi giorni di degenza, i più delicati e a maggior rischio di complicanze respiratorie.

Data l'importanza della gestione dell'analgesia nel paziente con trauma toracico nel setting dell'emergenza-urgenza, si è deciso di valutare l'utilizzo di queste procedure come tecniche alternative/aggiuntive alla terapia antalgica convenzionale attraverso uno studio retrospettivo.

Il presupposto teorico è il tentativo di ridurre i dosaggi della terapia analgesica convenzionale (in particolare di quella con oppiacei) con l'obiettivo di limitarne le complicanze.

In maniera retrospettiva, nel periodo da Gennaio 2022 ad Agosto 2024 sono stati analizzati due gruppi di pazienti con trauma toracico, il primo trattato con blocchi nervosi periferici in aggiunta all'analgesia convenzionale (AC), il secondo trattato unicamente con AC.

#### 4.2 Obiettivi dello studio:

L'obiettivo primario del nostro studio è il confronto del controllo del dolore acuto nei pazienti con trauma toracico e fratture costali multiple sottoposti a BNP in aggiunta all'AC, rispetto ai pazienti trattati unicamente con AC, utilizzando secondo la scala NRS per il dolore a tempo 0 e successivamente a 3-6-12 e 24h dal blocco.

Abbiamo inoltre valutato la differenza di dose di terapia antalgica convenzionale, in particolare di quella con oppiacei nelle prime 24 h (espressa in mg morfina-equivalenti ev) e confrontato i differenti BNP in termini di efficacia.

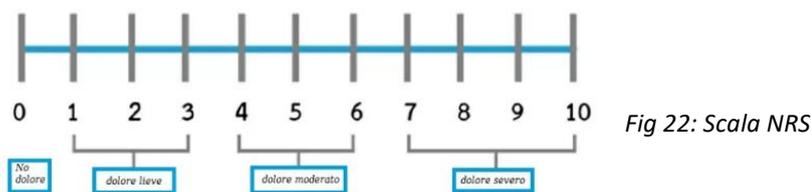
#### 4.3 Materiale e metodi

Studio retrospettivo sulla gestione del dolore nei pazienti con trauma toracico presso il Pronto Soccorso e il Reparto di Medicina d'Urgenza dell'Ospedale Maurizio Bufalini di Cesena, eseguito nell'arco temporale compreso tra Gennaio 2022 e Agosto 2024.

#### 4.3.1 Popolazione

I pazienti reclutati in questo studio hanno età maggiore o uguale a 18 anni e sono pazienti in grado di esprimere un valore di dolore secondo la scala NRS.

Il dolore, infatti, è stato valutato attraverso la scala NRS, scala numerica da 0 a 10 in cui il valore 0 indica l'assenza di dolore e il 10 il massimo dolore sopportabile; nel dettaglio i valori 1-3 corrispondono a un dolore lieve, 4-6 dolore moderato e 7-10 dolore severo.



Sono stati arruolati pazienti ricoverati nel reparto di Medicina d'Urgenza dell'Ospedale Bufalini di Cesena per trauma toracico con fratture sternali e/o costali multiple (>2 fratture costali), con o senza lesioni in altri distretti corporei e con valore di NRS  $\geq 5$  al tempo della valutazione iniziale.

Ai pazienti eleggibili di trattamento con blocco nervoso periferico (BNP) è stata esplicitata la procedura nel foglio del consenso informato, con dettagliata indicazione dei benefici della tecnica e dei possibili rischi e complicanze.

Nel gruppo AC sono stati inseriti pazienti che presentavano controindicazioni all'esecuzione del BNP, quelli che non esprimevano consenso o che non erano in grado di fornirlo, e pazienti in cui il BNP non fosse di possibile esecuzione al momento della valutazione iniziale, per esempio pazienti ricoverati nel corso della notte. In questo gruppo sono stati inoltre inseriti pazienti ricoverati per trauma toracico chiuso e multiple fratture costali, con o senza altre lesioni associate, nell'anno 2021 presso il reparto di Medicina d'Urgenza dell'Ospedale Maurizio Bufalini di Cesena, periodo in cui la tecnica di analgesia con BNP non era ancora in uso presso l'unità operativa.

Abbiamo inoltre deciso, a posteriori, di eliminare dal nostro database i pazienti con trauma cranico severo, con TNO epato-splenico, PNX drenato, fratture vertebrali e/o del bacino e fratture delle ossa lunghe, al fine di eliminare fattori confondenti legati alla difficile

mobilizzazione, allo stato di coscienza e alla fonte antalgica provocata da queste lesioni distraenti, nonostante fosse stato eseguito anche su questi il BNP.

I due gruppi del nostro studio sono pertanto così costituiti:

- **Gruppo BNP + AC:** comprendente i pazienti che hanno ricevuto il blocco (BNP) in aggiunta alla terapia antalgica convenzionale (AC).

- **Gruppo AC:** comprendente i pazienti che hanno ricevuto unicamente la terapia antalgica convenzionale.

Come si potrà notare, il gruppo di controllo è meno numeroso rispetto al gruppo sottoposto a BNP, in particolare dal Giugno 2022 in poi, poiché, vista l'efficacia di queste nuove tecniche, vi sono stati sempre meno pazienti in cui questa procedura non è stata eseguita.

#### 4.3.2 Trattamento

La scelta della tipologia di BNP da eseguire, (ESPB, SAPB o PIFB) è dipesa dalle condizioni del paziente, dalla presenza di eventuali controindicazioni, dall'expertise dell'operatore e dalla sede delle lesioni.

In particolare, i pazienti con fratture vertebrali, del bacino o altre controindicazioni alla posizione seduta, venivano valutati per esecuzione di SAPB, blocco che prevede un accesso laterale e quindi eseguibile anche a paziente supino o posizionato su un fianco.

In base alla sede di lesione costale o sternale, si decideva per l'esecuzione di:

- PIFB in pazienti con fratture sternali o costali a livello delle articolazioni condro-sternali
- ESPB in pazienti con fratture costali più basse e più posteriori
- SAPB in pazienti con fratture costali a livello anterolaterale e quelli non mobilizzabili.

#### 4.3.3 Farmacologia, dosi e volumi raccomandati

Per il gruppo sottoposto a BNP, i farmaci utilizzati sono stati:

- *ROPIVACAINA 1% (10 mg/ml):*

Per un adulto > 50 kg tecnica *single shot*, la dose raccomandata è:

- a) BLOCCO ESP: 60-90 mg (6-7 ml) in 20 ml di soluzione fisiologica
- b) BLOCCO SERRATO: 80-100 mg (7,5-8 ml) in 30 ml di soluzione fisiologica
- c) BLOCCO PIFB: 60-100 mg, divisa in due dosi da somministrare una per ciascun lato in 20 ml

di soluzione fisiologica. (es: se si decide di utilizzare una dose totale di 80 mg di ropivacaina, bisognerà preparare due siringhe, ognuna delle quali conterrà 40 mg di ropivacaina, ovvero 4 cc di 1 fiala all' 1%, + 16 cc di SF)

La dose tossica di ropivacaina è di 3 mg/kg (calcolati sul peso ideale e non reale, *lean body mass*), per cui i dosaggi usati sono stati generalmente ben al di sotto della soglia tossica.

È possibile eseguire un'anestesia di superficie (cute e sottocute) con lidocaina al 2% con le tecniche e dosaggi consueti.

Per prolungare l'effetto dell'anestesia, al termine della procedura si può iniettare per via endovenosa del desametasone con i seguenti dosaggi:

- 8 mg nel soggetto non diabetico
- 4 mg nel soggetto diabetico

L'effetto del desametasone è quello classico antiinfiammatorio sistemico, per cui non è necessario aggiungere il farmaco all'anestetico locale, ma potrà essere somministrato direttamente per via endovenosa.

#### 4.3.3.1 Materiale necessario

È opportuno allestire un carrello servitore con telo sterile su cui preparare i seguenti materiali:

- Guanti sterili e dispositivi di protezione individuale;
- Materiale sterile (2 telini preferibilmente con adesivo, garze, coprisonda e gel per ecografo);
- 1 siringa da 30 ml per l'anestetico locale + 1 siringa da 10 ml con soluzione fisiologica utilizzata per l'idrolocalizzazione durante la procedura;
- Rubinetto a tre vie a cui collegare la prolunga dell'ago e le siringhe di anestetico e fisiologica;
- Ago da plesso ecoriflettente (Echoplex 22G, disponibile in tre lunghezze, da 50-80-10 mm)
- Clorexedina al 2% per la disinfezione cutanea.

Essendo una procedura eco-guidata, è stato utilizzato un ecografo portatile (SonoSite M-Turbo; SonoSite Inc., WA, USA) con sonda lineare ad alta frequenza (6-13 MHz)

La procedura viene eseguita sotto stretto monitoraggio multiparametrico, con carrello di emergenza ed emulsione lipidica al 20% sempre prontamente disponibili. Il monitoraggio dei pazienti viene poi mantenuto per almeno 2 ore dopo la procedura, per l'individuazione precoce delle complicanze, in primis quelle cardio-respiratorie.

#### 4.3.3.2 Precauzioni durante la procedura

- Rimuovere attentamente ogni minima traccia di aria dalle siringhe e dalla prolunga, in quanto l'aria, iniettata nei tessuti, crea artefatti che possono alterare la visione ecografica
- Mantenere sempre le due siringhe (di anestetico locale e di soluzione fisiologica) connesse al rubinetto a tre vie, in quanto ogni connessione/disconnessione può favorire l'ingresso di aria.
- Durante l'iniezione, sia di anestetico che di fisiologica, mantenere il pistone della siringa orientato verso l'alto, in modo che eventuali tracce di aria presenti nella siringa si spostino verso il pistone, riducendo il rischio di iniezione nei tessuti
- In caso di paziente in decubito laterale, l'accesso venoso dovrà essere posizionato sul lato sano, quindi quello che appoggia sul lettino, in modo da garantire la rapida iniezione di farmaci in caso di complicanze.
- Contare di volta in volta i millilitri di anestetico iniettati
- Durante l'iniezione, monitorare costantemente il paziente, e in particolare valutare l'insorgenza dei sintomi premonitori della LAST (parestesie periorali, sapore metallico in bocca, tinnito, disturbi del visus etc). In tal caso, interrompere immediatamente la procedura e iniziare il trattamento di supporto e con emulsione lipidica.

Per il gruppo AC, i farmaci analgesici utilizzati sono stati:

- *Paracetamolo 1000 mg*: per os o per via ev 3 o 4 volte al giorno
- *Fentanil cerotto transdermico (12-25-50 mcg/h)*, ogni 72h

Al bisogno:

- *FANS (Ibuprofene 600 mg cpr, Ketoprofene fiale da 160 mg/2ml)*: per os o per via ev
- *Morfina cloridrato fiale da 10 mg/ml*: in infusione continua con dosaggio e velocità titolati in base a risposta clinica o boli di 2-5 mg fino a 5 volte al giorno.

Al momento del presente studio non è validato, all'interno del reparto di Medicina d'Urgenza dell'Ospedale M. Bufalini di Cesena, un protocollo standardizzato per la terapia antalgica convenzionale nei pazienti con trauma toracico chiuso. La scelta del farmaco analgesico, il quantitativo e la via di somministrazione sono pertanto relazionati a valutazione clinica, avendo come obiettivo il raggiungimento di un NRS<5.

I pazienti sono stati inoltre trattati con Ossigenoterapia, in diversa modalità a seconda della compromissione respiratoria, avendo come target una SpO2 di >95% ed una regolare dinamica respiratoria.

#### 4.3.4 Raccolta dati

La raccolta dei dati dei pazienti considerati nel nostro studio è avvenuta tramite consultazione delle cartelle cliniche mediche ed infermieristiche sul programma Log80 e tramite raccolta anamnestica dal paziente stesso.

I dati raccolti sono stati raccolti su un database Excel comprendente due fogli, uno per ciascuno dei gruppi (BNP+AC e AC). I dati di interesse raccolti sono quelli visibili nella Tabella

Dati anagrafici	Nome
	Cognome
	Età
	Sesso
Dati clinici	Lesioni traumatiche associate
	Comorbidità
	Lesioni toraciche (numero di fratture costali/fratture sternali),
	Punteggio TTSS
	PV al momento dell'esecuzione (PAS, PAD, FC, So2, fiO2, FR)
Dati esecuzione BNP	Tipo di BNP
	Dosaggio di Ropivacaina
	NRS (tempo 0-3-6-12-24 h)
	Dosaggio desametasone somministrato
	Dosaggio antidolorifici orali/locali/sistemici utilizzati
	Necessità di ossigenoterapia

I risultati sono riportati come media e deviazione standard e le variabili sono state comparate mediante t-test di Student, considerando significatività statistica un p-value < 0.05.

#### 4.4 Risultati e discussione

La popolazione studiata comprende un totale di 142 pazienti con trauma toracico chiuso e multiple fratture costali o fratture sternali, con o senza lesioni traumatiche associate, ricoverati nel nostro reparto di Medicina d'Urgenza dell'ospedale Maurizio Bufalini di Cesena, durante l'arco temporale compreso tra Gennaio 2022 e Agosto 2024.

La popolazione è così suddivisa: (Grafico 1)

- 1) Gruppo BNP+AC: 84 individui. Di questi, 57 sono stati sottoposti a SAPB, 27 a ESPB.
- 2) Gruppo AC: 50 individui.
- 3) Gruppo sottoposto a PIFB: 9 individui, solo uno facente parte anche del gruppo 1 perché sottoposto anche a SAPB

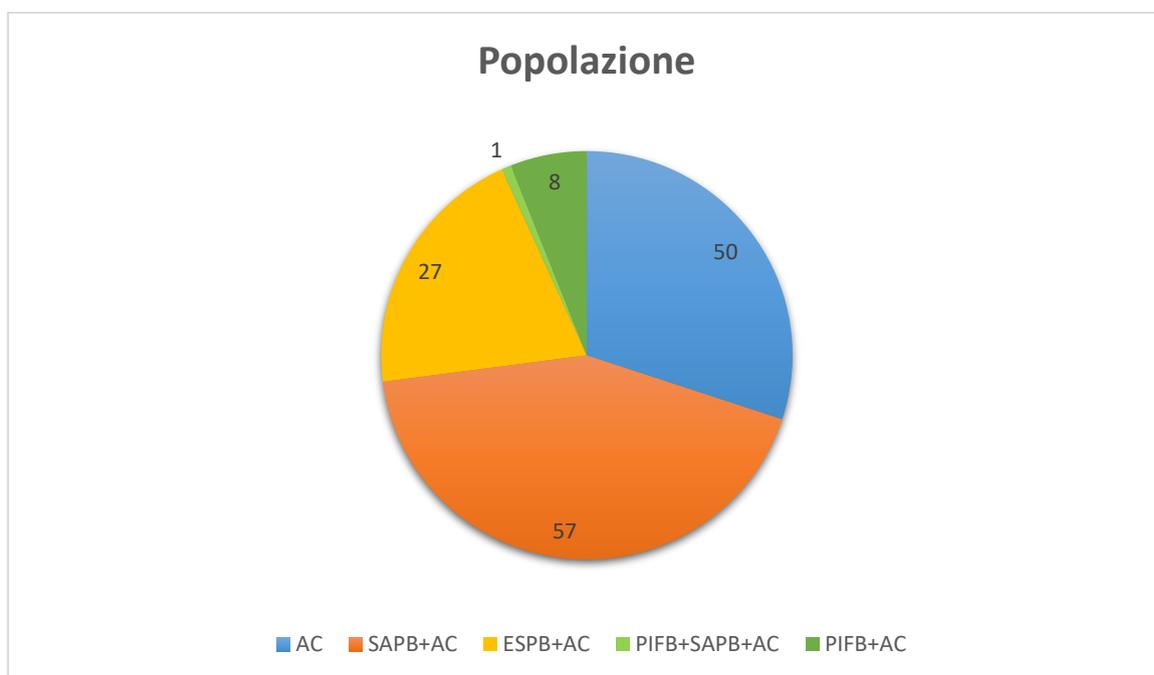


Grafico 1: Composizione popolazione dello studio

##### 4.4.1 Gruppo BNP:

- Il campione è composto da 84 individui, 61 di sesso maschile (73%) e 23 di sesso femminile (27%)
- L'età media è di 62 anni, con una deviazione standard di 13,3. L'età era compresa tra 29 e 87 anni.
- Di questi, 57 sono stati sottoposti a blocco SAPB (68%), 31 a ESPB (32%).

- Comorbidità: 31 pazienti non avevano alcuna comorbidità (37%) trattandosi per lo più di giovani sani vittima di incidenti stradali, 40 pazienti presentavano comorbidità cardiovascolari (fumatori, ipertesi, diabetici) (47.6%), 13 altre comorbidità (neoplasie, distiroidismo, IPB) (15.4%)
- Il consumo di oppiacei è stato riportato sotto forma di mg equivalenti di morfina ev, utilizzando le apposite tabelle di conversione (69)

<b>Gruppo BNP+AC</b>	<b>MEDIA ± DS</b>
Età	62,2 ± 13,3
N coste fratturate	5,7 ± 1,9
TTSS	8 ± 2,1
SpO2 (%)	95,5 ± 2,9
FiO2 (%)	26,5 ± 9,8
FR (atti/m)	17,4 ± 2,2
Ropivacaina (mg)	84,7 ± 13,4
NRS 0	8,1 ± 1,1
NRS 3h	3,6 ± 1,7
NRS 6h	3 ± 1,8
NRS 12h	2.8 ± 1,8
NRS 24h	3,1 ± 2
Desametasone (mg)	7,1 ± 1,6
Paracetamolo (g/die)	3,7 ± 0,4
Morfina (mg equivalenti)	23, 4 ± 19,1

Tab. 3: Media e Deviazione Standard gruppo sottoposto a BNP

<b>Gruppo BNP</b>	<b>p value</b>
NRS 0-3h	<0.001
NRS 3-6h	<0.001
NRS 6-12h	NS
NRS 12-24h	NS
NRS 0-24h	<0.001

Tab. 4: NRS in diversi intervalli delle prime 24h

La Tabella 4 riporta la significatività statistica di riduzione del dolore dopo diverse ore dall'esecuzione del BNP, senza distinzione di esecuzione tra SAPB ed ESPB.

Come si può notare, vi è una notevole riduzione, statisticamente significativa, del dolore negli intervalli di tempo tra 0-3h e 3-6h, con raggiungimento di un plateau tra le 12 e 24 ore. Ciò vuol dire che il massimo dell'attività del farmaco, e quindi il massimo dell'efficacia del trattamento, lo si ha nelle primissime ore, poi raggiunto il nadir dell'effetto non vi è un'ulteriore riduzione del dolore, con un valore di NRS che si mantiene comunque molto basso. Ed infatti, nella prima giornata post-blocco, nel dettaglio dal tempo 0 fino alle 24h, la riduzione del dolore raggiunge notevole significatività statistica ( $p \text{ value} < 0.001$ )

#### 4.4.2 Confronto gruppo BNP+AC con gruppo AC

##### Gruppo AC:

- Il campione è composto da 50 individui, 34 di sesso maschile (68%) e 16 di sesso femminile (32%)
- L'età media è di 62,4 anni, con una deviazione standard di 16,7. L'età era compresa tra 25 e 93 anni.
- Il TTSS medio è di  $6.8 \pm 1,6$ , con un NRS al tempo 0 di  $5.7 \pm 1,4$

##### Risultati:

- TTSS: i pazienti trattati con i blocchi antalgici partivano da un TTSS significativamente maggiore, con un numero di coste fratturate che risultava invece simile.
- NRS:
  - 1) Tempo 0: i pazienti del gruppo trattato con BNP avevano un NRS maggiore (8 rispetto a 5.7). Questo è un dato atteso, dal momento che la scelta di eseguire un blocco antalgico dipende innanzitutto dall'intensità del dolore
  - 2) 3h: riduzione del dolore significativa nel gruppo trattato con BNP
  - 3) 6-12-24h: riduzione del dolore di entità minore ma comunque significativa. Ciò è legato, come si è detto precedentemente, all'emivita del farmaco e al raggiungimento del nadir dell'effetto terapeutico, effetto che perdura fino alle 24 ore successive al blocco (NRS 3,1 vs 3,8).

- Consumo di oppioidi: si noti come l'utilizzo di oppioidi per via endovenosa, indicati come mg equivalenti di morfina, sia significativamente minore nei pazienti del I gruppo

	<b>BNP+AC</b>	<b>AC</b>	
	<b>Media ± DS</b>	<b>Media ± DS</b>	<b>P value</b>
Età	62,2 ± 13,3	62,4 ± 16,7	NS
N coste	5,7 ± 1,9	5,2 ± 1,2	NS
TTSS	8 ± 2,1	6.8 ± 1,6	0.001
SpO2	95,5 ± 2,1	95 ± 2,9	NS
FiO2	26,5 ± 9,8	26,8 ± 11,8	NS
FR	17,4 ± 2,2	20,4 ± 3,2	<0.001
NRS 0h	8,1 ± 1,1	5.7 ± 1,4	<0.001
NRS 3h	3,6 ± 1,7	5 ± 1.3	<0.001
NRS 6h	3 ± 1,8	3,9 ± 1,1	0.002
NRS 12h	2.8 ± 1,8	3.6 ± 1,1	0.008
NRS 24h	3,1 ± 2	3.8 ± 0,9	0.03
Morfina (mg equivalenti)	23,4 ± 19,1	33,2 ± 21,4	<0.001

Tab. 5: confronto tra gruppo BNP e controlli (Media, Deviazione Standard e significatività)

I risultati nella risposta al dolore sono riassunti nella figura 23.

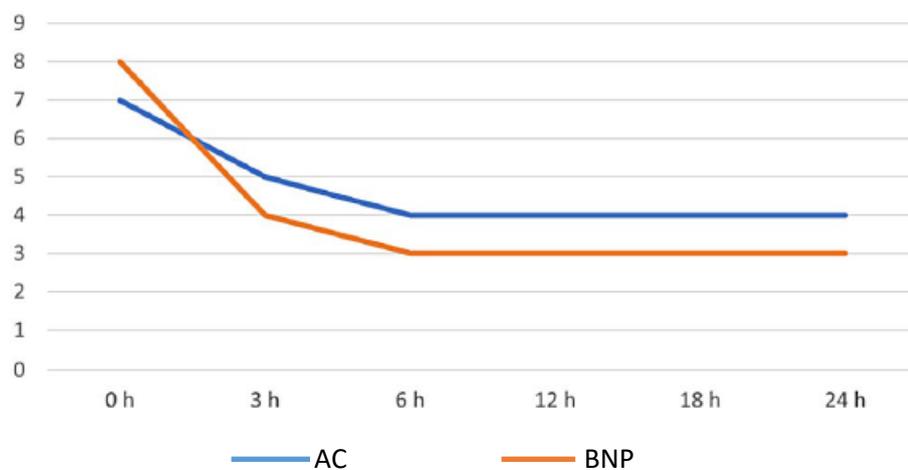


Fig. 23 NRS al tempo 0 e dopo diverse ore: confronto tra gruppo sottoposto a BNP e controlli.

#### 4.4.3 Confronto SAP-ESP

Degli 84 pazienti trattati con blocchi nervosi periferici, 57 sono stati trattati con SAPB (67.8%), 27 con ESPB (32.2%). Tra i due gruppi non vi è differenza di età, numero di coste fratturate o TTSS.

	<b>SAP</b>	<b>ESP</b>	
	<b>Media ± DS</b>	<b>Media ± DS</b>	<b>p value</b>
Età	63,6 ± 14,8	60 ± 9,2	NS
Coste	5,9 ± 1,9	5,4 ± 2,2	NS
TTSS	8.2 ± 2,1	7.6 ± 2,3	NS
Ropivacaina (mg)	87.5 ± 12,8	79,2 ± 13,2	0.008
NRS 0	8.3 ± 1	7.7 ± 1	0.05
NRS 3	3.7 ± 1.7	3.6 ± 1.7	NS
NRS 6	3.3 ± 1.8	2.5 ± 1.6	NS
NRS 12	2.9 ± 1.9	2.6 ± 1.6	NS
NRS 24	3.2 ± 2.1	3 ± 1.8	NS
Desametasone (mg)	8 ± 1.6	7.2 ± 1.6	NS
Paracetamolo (g/die)	3.7 ± 0.4	3.7 ± 0.4	NS
Fentanil (mcg/h)	27,8 ± 9,5	25,9 ± 4,9	NS

Tab. 6: confronto tra gruppo trattato con SAPB e gruppo trattato con ESP

Come si può notare dalla tabella 6, le uniche differenze significative consistono nell'utilizzo di un dosaggio maggiore di ropivacaina nei SAPB. Questo dato è spiegabile con il fatto che il blocco del serrato richiede generalmente dosi maggiori di anestetico rispetto al blocco dell'*erector spinae*, dal momento che abbiamo necessità di anestetizzare una fascia più estesa. Ed è, pertanto, un dato atteso.

Per quanto riguarda il valore di NRS, vi è una tendenza ai limiti della significatività per quanto riguarda il valore a tempo 0, che è risultato maggiore nei pazienti trattati con SAPB (8.3 vs 7.7). Ciò può essere il risultato di un *bias* di selezione, dal momento che i pazienti con un NRS più alto, e quindi più sofferenti, sono meno mobilizzabili nel letto e quindi più

frequentemente sottoposti a SAPB piuttosto che ESP, dal momento che il primo blocco può essere eseguito anche a paziente supino, senza necessità di posturarlo.

Negli intervalli di ore successive, non sono state tuttavia riscontrate differenze significative.

#### 4.4.4 PIFB

Il terzo gruppo del nostro studio comprende i pazienti che sono stati sottoposti al blocco parasternale.

- Il campione comprende 9 individui, 5 di sesso maschile (55.5%), 4 di sesso femminile (44.5%).
- L'età media è di 54 anni, con una deviazione standard di 18. L'età era compresa tra 20 e 71 anni.
- Il TTSS medio è di  $7 \pm 2.8$ , con un NRS a tempo 0 di  $7,9 \pm 1$ .

Come detto in precedenza, si tratta di un campione molto esiguo, dal momento che questa procedura è stata inserita nel bagaglio di conoscenze dei medici della Medicina d'Urgenza soltanto negli ultimi mesi.

	<b><i>PIFB</i></b> <b><i>Media ± DS</i></b>
Età	54 ± 18,1
TTSS	7 ± 2.8
SpO2	95.7 ± 2.5
FiO2	25,1 ± 4,1
FR	16.5 ± 2
NRS 0h	7,9 ± 1
NRS 3h	3.6 ± 1.7
NRS 6h	3.5 ± 1
NRS 12h	4,1 ± 1,9
NRS 24h	4.6 ± 2.3
Ropivacaina (mg)	83,3 ± 23,4
Desametasone (mg)	7.5 ± 1.3
Paracetamolo (g/die)	3.3 ± 1.3
Fentanil (mcg/h)	23,5 ± 4,3

Tab. 7: Gruppo PIFB

<i>PIFB</i>	<i>P value</i>
NRS 0-3h	<0.001
NRS 3-6h	NS
NRS 6-12h	NS
NRS 12-24h	NS
NRS 0-24h	0.001

Tab.8: NRS in diversi momenti tra il tempo 0 e le 24h

Come si nota dalla tabella 8, vi è un'importante significatività statistica nella riduzione del dolore tra 0 e 24h, in particolare nelle prime 3h dall'esecuzione del PIFB.

#### 4.4.5 Complicanze

Non sono state riscontrate complicanze correlate all'esecuzione del BNP nei pazienti del nostro studio. Non sono infatti stati segnalati ematomi/sanguinamenti della parete toracica, infezioni, PNX, blocchi motori, LAST, iniezioni intravascolari, dosaggio insufficiente di anestetico.

#### 4.5 Discussione

Il controllo dell'analgesia è uno dei *goal* fondamentali nel trattamento precoce dei pazienti con trauma toracico. Una ottimale ed efficace gestione del dolore riduce la mortalità associata al trauma toracico, favorisce un recupero più rapido e una minore incidenza di complicanze potenzialmente pericolose per la vita. La comparsa, infatti, di aree di atelettasia, contusioni parenchimali, accumulo di secrezioni legate a scarsa efficacia della tosse può condurre allo sviluppo di insufficienza respiratoria acuta, condizione che impatta notevolmente sulla mortalità intraospedaliera, sulla durata della degenza, sui tempi di recupero e, dato non trascurabile, sull'impiego di risorse umane ed economiche.

Purtroppo, la gestione del dolore ed in particolare del dolore post-traumatico, non è sempre ottimale per motivi gestionali, organizzativi e culturali, e spesso vi è una scarsa attenzione da parte del personale sanitario al "sintomo dolore", il cui trattamento non viene considerato una priorità, specie nei pazienti critici.

Nell'ultimo decennio si è osservata una crescita esponenziale di utilizzo di tecniche di analgesia loco-regionale: nate inizialmente in ambiente anestesilogico e chirurgico (trattamento del dolore post-operatorio), queste tecniche hanno poi varcato il confine della sala operatoria per approdare al letto del paziente e in pronto soccorso, imponendosi infine quale trattamento di prima scelta nella gestione del dolore nei pazienti acuti affetti da patologia traumatica.

I BNP, grazie alla loro facilità di apprendimento e di esecuzione, all'esiguità di complicanze correlate ed alla possibilità di essere ripetuti all'occorrenza, hanno iniziato a prendere sempre più piede nel setting dell'emergenza-urgenza.

Il punto fondamentale è quindi l'estrema efficacia della tecnica, eseguita non solo dai colleghi anestesisti ma, dopo adeguata formazione, anche dai medici dell'emergenza-urgenza.

Lo studio da noi realizzato ha dimostrato che i pazienti affetti da trauma toracico chiuso con fratture costali/sternali trattati precocemente con BNP, presentano una netta riduzione del sintomo dolore nelle prime 24h, con un effetto che si manifesta maggiormente nelle prime 3-6h e che si mantiene poi costante per tutto il resto della giornata. Ciò può essere spiegato dalla farmacodinamica dell'anestetico utilizzato (ropivacaina) che raggiunge un effetto nadir nelle prime ore per poi sfumare lentamente nel corso della giornata. Il rapido effetto del blocco, che può essere ripetuto anche giornalmente all'occorrenza, consente di mobilitare precocemente il paziente, migliorarne il comfort e la compliance, agevolare la tosse e la clearance delle secrezioni, andando ad impattare positivamente sul successivo decorso clinico.

Nel nostro campione non sono state dimostrate differenze significative nell'utilizzo del SAPB rispetto all'ESPB sul controllo del dolore, nonostante gli ultimi studi indichino il ESPB come tecnica più sicura ed efficace(55). Ciò può essere spiegato dall'esiguità del nostro campione e, in particolare, dal basso numero di blocchi ESP effettuati rispetto ai blocchi SAP.

I BNP mostrano un vantaggio aggiuntivo alla terapia antalgica convenzionale, con significativa riduzione dell'NRS nei pazienti afferenti al gruppo BNP+AC rispetto a quelli del gruppo AC nelle 24h.

La nostra raccolta dati, infatti, si riferisce solamente all'efficacia sul dolore nelle prime 24h dall'esecuzione del blocco, ma vi è in corso un ulteriore studio sull'efficacia della tecnica nei giorni successivi.

È importante ricordare, inoltre, come i blocchi siano all'occorrenza ripetibili. Alcuni pazienti del nostro studio hanno richiesto l'esecuzione di un secondo blocco dopo 24h dal primo.

Un ulteriore vantaggio dei BNP è quello dell'*opiod sparing*, ossia il ricorso ad una minore quantità di analgesici maggiori per il controllo del dolore. Nel nostro studio, l'utilizzo di analgesici oppioidi (espresso come mg equivalenti endovena di morfina) è risultato significativamente ridotto nel gruppo dei BPN rispetto al gruppo AC (23,4 vs 33,2). Il minor ricorso agli oppiacei maggiori consente di ridurre gli effetti indesiderati di questi farmaci,

quali soprattutto sedazione/sonnolenza, stipsi, vomito e ipotensione, che possono avere un impatto negativo sul decorso clinico del paziente.

Oltre ai blocchi SAP ed ESP, in un piccolo gruppo di pazienti è stato eseguito il blocco parasternale (PIFB), che induce analgesia dello sterno e della regione parasternale. Questo blocco, molto semplice e rapido nella sua realizzazione, è stato riservato ai pazienti con fratture sternali sintomatiche (quindi che provocavano intenso dolore e impattavano negativamente sulla dinamica respiratoria e sulla mobilizzazione). Gli effetti sulla riduzione del dolore sono notevoli soprattutto nelle prime ore, similmente a quanto si è osservato agli altri due blocchi, e con una durata analgesica che si estende fino alle 24 ore. Il gruppo è molto esiguo e sarà necessario ampliarlo per ottenere dei dati più robusti e significativi, ma la letteratura scientifica ha già dimostrato la sua efficacia e sicurezza. (29,56)

Un ulteriore punto di forza dei BNP è quello di essere gravati da una bassissima incidenza di eventi avversi, trattandosi di procedure fatte in ecoguida e quindi con diretta visualizzazione delle strutture muscolari/ossee attraversate dall'ago. Nella nostra unità operativa sono stati eseguiti finora oltre 200 blocchi e non è stato documentato alcun evento avverso, ed in particolare non è stato segnalato alcun caso di LAST.

Occorre tuttavia ricordare alcuni limiti del nostro studio:

- È stato condotto in modo non randomizzato, monocentrico in un singolo trauma center e con stretti criteri di esclusione
- Riguarda solo la gestione del dolore nelle prime 24h dall'esecuzione del blocco
- Nonostante i criteri utilizzati, non è escluso che i valori di NRS possano essere alterati da lesioni distraenti
- La percezione del dolore è completamente soggettiva e legata a *bias* culturali e situazionali
- Vi è un non sottovalutabile effetto placebo che si genera nel paziente una volta che gli si propone e si esegue il blocco nervoso
- Alcuni gruppi, in particolare quelli sottoposti ad ESP e PIFB, sono esigui; pertanto sarà necessario ampliare i dati con nuovi studi.

#### 4.6 Conclusioni:

Dai dati raccolti si conferma come l'esecuzione dei blocchi nervosi periferici eco guidati (serrato, muscolo erettore spinale e il blocco parasternale) sia una strategia sicura ed efficace nel ridurre il dolore nel paziente con trauma toracico chiuso associato a fratture costali e/o sternali e quindi l'utilizzo a dosi ridotte di oppioidi associati (*opioid sparing*).

Nonostante la metodica necessiti di un training specifico, è di semplice esecuzione e rapido apprendimento e l'essere una tecnica eco guidata riduce notevolmente l'insorgenza di complicanze periprocedurali.

Il nostro studio, in linea con i risultati della letteratura dimostra un effettivo vantaggio rispetto alla terapia antalgica convenzionale anche a lungo termine.

Appare dunque evidente come sia necessario lavorare affinché i blocchi nervosi periferici rientrino in un protocollo standardizzato della gestione del dolore in tutte le medicine d'urgenza, associati a una riduzione del dosaggio degli oppiacei somministrati e quindi alle loro complicanze.

## 5. Bibliografia

1. *The Committee on trauma. ATLS- Advanced Trauma Life Support.*
2. *Ivo Casagrande MCAM. Medicina di Emergenza e Urgenza. 2022. 1237–1252 p.*
3. *Kiraly LMSMM. Management of the crushed chest. Crit Care Med. 2010 Sep;38(9):469–77.*
4. *Benjamin T. Flagel B· FALM fluchet@lumc. edu · RLRM· TJEMM· KADM· JMSM· RLGM. Half-a-dozen ribs: The breakpoint for mortality. Central Surgical Association. 2005 Nov;138(4):717–25.*
5. *Ziegler DW ANN. The morbidity and mortality of rib fractures. J Trauma. 1994 Dec;37(6):975–9.*
6. *Galvagno SM, Smith CE, Varon AJ, Hasenboehler EA, Sultan S, Shaefer G, et al. Pain management for blunt thoracic trauma: A joint practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma and Trauma Anesthesiology Society. Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 2016 Nov 1;81(5):936–51.*
7. *Mukherjee K, Schubl SD, Tominaga G, Cantrell S, Kim B, Haines KL, et al. Non-surgical management and analgesia strategies for older adults with multiple rib fractures: A systematic review, meta-analysis, and practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. In: Journal of Trauma and Acute Care Surgery. Lippincott Williams and Wilkins; 2023. p. 398–407.*
8. *Siddi C, Tugnoli G, Pellegrini C, Cimbanassi S, Saverio S Di, Morucci M, et al. Trauma toracico. 2012.*
9. *Mvoula, Lord, Skubic J, Weaver D, Betancourt-Garcia M. Morbidity and Mortality After Rib Fracture in Elderly Patients (>65 Years Old) Compared to a Younger Cohort (≤65 Years of Age) at Doctor Hospital Renaissance Health. Cureus. 2022;*
10. *Dogrul BN, Kiliccalan I, Asci ES, Peker SC. Blunt trauma related chest wall and pulmonary injuries: An overview. Vol. 23, Chinese Journal of Traumatology - English Edition. 2020.*
11. *Ursic C, Curtis K. Thoracic and neck trauma. Part one. Int Emerg Nurs. 2010;18(1).*
12. *Sanson G, Nardi G, De Blasio E, Di Bartolomeo S, Moroni C, Serantoni C. Prehospital Trauma Care. Italian Resuscitation Council (IRC), editor. 2007.*
13. *Bennett B, Chapeau W, Chapman G, Guy Jeffrey, McSwain N, Pons P, et al. Prehospital Trauma Life Support. 2011.*
14. *Tintinalli JE. Tintinalli's Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide, Ninth Edition.*
15. *Dogrul BN, Kiliccalan I, Asci ES, Peker SC. Blunt trauma related chest wall and pulmonary injuries: An overview. Vol. 23, Chinese Journal of Traumatology - English Edition. Elsevier B.V.; 2020. p. 125–38.*

16. Ramin S, Charbit J, Jaber S, Capdevila X. Acute respiratory distress syndrome after chest trauma: Epidemiology, specific physiopathology and ventilation strategies. Vol. 38, *Anaesthesia Critical Care and Pain Medicine*. Elsevier Masson SAS; 2019. p. 265–76.
17. Xu W, Song Y. Biomarkers for patients with trauma associated acute respiratory distress syndrome. Vol. 4, *Military Medical Research*. BioMed Central Ltd.; 2017.
18. Martin TJ, Eltorai AS, Dunn R, Varone A, Joyce MF, Kheirbek T, et al. Clinical management of rib fractures and methods for prevention of pulmonary complications: A review. Vol. 50, *Injury*. Elsevier Ltd; 2019. p. 1159–65.
19. Amy Grace Rapsang DCS. Scoring Systems of Severity in Patients with Multiple Trauma. *Cir Esp*. 2015 Apr;93(4):213–21.
20. Li H, Ma YF. New injury severity score (NISS) outperforms injury severity score (ISS) in the evaluation of severe blunt trauma patients. *Chinese Journal of Traumatology - English Edition*. 2021 Sep 1;24(5):261–5.
21. Indurkar SK, Ghormade PS, Akhade S, Sarma B. Use of the Trauma and Injury Severity Score (TRISS) as a Predictor of Patient Outcome in Cases of Trauma Presenting in the Trauma and Emergency Department of a Tertiary Care Institute. *Cureus*. 2023 Jun 14;
22. Gabbe BJ, Cameron PA, Wolfe R. TRISS: Does It Get Better than This? *Academic Emergency Medicine*. 2004;11(2):181–6.
23. Fokkema AT, Johannesdottir BK, Wendt K, Haaverstad R, Reininga IHF, Geisner T. Comorbidities, injury severity and complications predict mortality in thoracic trauma. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2023 Apr 1;49(2):1131–43.
24. Mommsen P ZCAHWJFCPP van GMFMKCHF. Comparison of different thoracic trauma scoring systems in regards to prediction of post-traumatic complications and outcome in blunt chest trauma. *J Surg Res*. 2012 Jul;176(1):239–47.
25. Murphy CE et al. Rib Fracture Diagnosis in the Panscan Era. *Ann Emerg Med*. 2017 Dec;70(6):904–9.
26. Livingston DHMFSBBJPMLRFMM. CT Diagnosis of Rib Fractures and the Prediction of Acute Respiratory Failure. . *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. 2008 Apr;64(4):905–11.
27. Brasel KJMMMEEMARAM deMoya, MMSMMKJRMRSNNMCMMSDVMBWLM. Western Trauma Association Critical Decisions in Trauma Management of rib fractures. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2017 Jan;82(1):200–3.
28. Sanson G NGDBEDBSMCSC. Prehospital Trauma Care. *Italian Resuscitation Council (IRC), editor.* ; 2007.

29. Thomas KP, Sainudeen S, Jose S, Nadhari MY, Macaire PB. *Ultrasound-Guided Parasternal Block Allows Optimal Pain Relief and Ventilation Improvement After a Sternal Fracture. Pain Ther.* 2016 Jun 1;5(1):115–22.
30. Diwan S, Nair A. *Ultrasound-guided bilateral parasternal block: A boon for managing pain after sternal fracture/dislocation. Saudi J Anaesth.* 2020 Apr 1;14(2):224–7.
31. Hsu JM, Clark PT, Connell LE, Welfare M. *Efficacy of high-flow nasal prong therapy in trauma patients with rib fractures and high-risk features for respiratory deterioration: A randomized controlled trial. Trauma Surg Acute Care Open.* 2020 Jul 7;5(1).
32. Jiang M, Peri V, Yang BO, Chang J, Hacking D. *Erector Spinae Plane Block as an Analgesic Intervention in Acute Rib Fractures: A Scoping Review. Vol. 16, Local and Regional Anesthesia. Dove Medical Press Ltd; 2023. p. 81–90.*
33. Galvagno SM, Smith CE, Varon AJ, Hasenboehler EA, Sultan S, Shaefer G, et al. *Pain management for blunt thoracic trauma: A joint practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma and Trauma Anesthesiology Society. Journal of Trauma and Acute Care Surgery.* 2016 Nov 1;81(5):936–51.
34. Bouzat P, Raux M, David JS, Tazarourte K, Galinski M, Desmettre T, et al. *Chest trauma: First 48 hours management. Anaesth Crit Care Pain Med.* 2017 Apr 1;36(2):135–45.
35. *ACS Trauma quality programs best practices guidelines for acute pain management in trauma patients.*
36. De Iaco F, Mannaioni G, Serra S, Finco G, Sartori S, Gandolfo E, et al. *Equianalgesia, opioid switch and opioid association in different clinical settings: a narrative review. 2000.*
37. Karmakar MK HAM. *Acute pain management of patients with multiple fractured ribs. J Trauma.* 2003 Mar;54(3):615–25.
38. Christopher J. Salgadoa AR et al. *Effects of hyperbaric oxygen therapy on an accelerated rate of mandibular distraction osteogenesis. 2009 Dec;62(12):1568–72.*
39. Adib-Hajbaghery M, Maghaminejad F, Paravar M. *The quality of pre-hospital oxygen therapy in patients with multiple trauma: A cross-sectional study. Iran Red Crescent Med J.* 2014;16(3).
40. Mukherjee KMMSSDM et al. *Non-surgical management and analgesia strategies for older adults with multiple rib fractures: A systematic review, meta-analysis, and practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma and the Chest Wall Injury Society. Journal of Trauma and Acute Care Surgery.* 2023 Mar;94(3):398–407.
41. Carrié C, Rieu B, Benard A, Trin K, Petit L, Massri A, et al. *Early non-invasive ventilation and high-flow nasal oxygen therapy for preventing endotracheal intubation in hypoxemic blunt chest trauma patients: the OptiTHO randomized trial. Crit Care.* 2023 Dec 1;27(1).

42. Ian R Slade RES et al. *Regional Anesthesia and Analgesia for Acute Trauma Patients. Anesthesiol Clin.* 2018 Sep;36(3):431.
43. Blaivas M, Adhikari S, Lander L. *A prospective comparison of procedural sedation and ultrasound-guided interscalene nerve block for shoulder reduction in the emergency department. Academic Emergency Medicine.* 2011 Sep;18(9):922–7.
44. Al Harbi M, Alshaghroud S, Aljahdali M, Ghorab F, Baba F, Al Dosary R, et al. *Regional anesthesia for geriatric population. Vol. 17, Saudi Journal of Anaesthesia. Wolters Kluwer Medknow Publications; 2023. p. 523–32.*
45. Michael B. Stone MD RWM et al. *Ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus nerve block vs procedural sedation for the treatment of upper extremity emergencies. Am J Emerg Med.* 2008 Jul;26(6):706–10.
46. Bhatt H V., Gui J, Ghia S, Mohammad A, Lin HM, Ouyang Y, et al. *Erector Spinae Plane Block Decreases Narcotic Requirements in Patients Undergoing Subcutaneous Implantable Cardioverter-efibrillator Placement Under Sedation. Journal of Innovations in Cardiac Rhythm Management.* 2024 Apr 1;15(4):5839–45.
47. Wei Huang WW et al. *Erector spinae plane block for postoperative analgesia in breast and thoracic surgery: A systematic review and meta-analysis. J Clin Anesth.* 2020 Nov;66.
48. Elshazly M, El-Halafawy YM, Mohamed DZ, El Wahab KA, Mohamed TMK. *Feasibility and efficacy of erector spinae plane block versus transversus abdominis plane block in laparoscopic bariatric surgery: a randomized comparative trial. Korean J Anesthesiol.* 2022 Dec 1;75(6):502–9.
49. *Molecular Mechanism of local anesthesia. A review.*
50. Pehora C PAKACMJB. *Dexamethasone as an adjuvant to peripheral nerve block (Review). In: Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2017.
51. Blanco et al. *Serratus plane block: a novel ultrasound-guided thoracic wall nerve block. Anaesthesia.* 2013;68:1107–13.
52. Kunigo T et al. *Injection Volume and Anesthetic Effect in Serratus Plane Block. Reg Anesth Pain Med.* 2017;42:737–40.
53. Mauricio Forero SDA et al. *The Erector Spinae Plane Block: A Novel Analgesic Technique in Thoracic Neuropathic Pain. Reg Anesth Pain Med.* 2016 Sep;41(5):621–7.
54. *Erector spinae plane block: a systematic qualitative review. Minerva Anesthesiol.* 2019 Mar;85(3):308–19.
55. Li J, Sun Q, Zong L, Li D, Jin X, Zhang L. *Relative efficacy and safety of several regional analgesic techniques following thoracic surgery: a network meta-analysis of randomized controlled trials. Int J Surg.* 2023 Aug 1;109(8):2404–13.

56. *Pascarella G, Costa F, Nonnis G, Strumia A, Sarubbi D, Schiavoni L, et al. Ultrasound Guided Parasternal Block for Perioperative Analgesia in Cardiac Surgery: A Prospective Study. J Clin Med. 2023 Mar 1;12(5).*
57. *de la Torre PA GP et al. A novel ultrasound-guided block: a promising alternative for breast analgesia. Aesthet Surg J. 2014 Jan;34(1):198–200.*
58. *Zhang Y, Gong H, Zhan B, Chen S. Effects of bilateral Pecto-intercostal Fascial Block for perioperative pain management in patients undergoing open cardiac surgery: a prospective randomized study. BMC Anesthesiol. 2021 Dec 1;21(1).*
59. *Khera T MK et al. Ultrasound-Guided Pecto-Intercostal Fascial Block for Postoperative Pain Management in Cardiac Surgery: A Prospective, Randomized, Placebo-Controlled Trial. J Cardiothorac Vasc Anesth . 2021 Mar;35(3):896–903.*
60. *Burns LT BD et al. Pectointercostal Fascial Block Catheters for Thoracic Injuries: A Case Series. . A A Pract. 2018 Dec;11(12):340–3.*
61. *Raza I NM et al. Bilateral Subpectoral Interfascial Plane Catheters for Analgesia for Sternal Fractures: A Case Report. Reg Anesth Pain Med. 2016 Nov;41(5):607–9.*
62. *Bloc S PB et al. Efficacy of parasternal block to decrease intraoperative opioid use in coronary artery bypass surgery via sternotomy: a randomized controlled trial. Reg Anesth Pain Med. 2021 Aug;46(8):671–8.*
63. *Liu V ME et al. Pecto-intercostal Fascial Block for Acute Poststernotomy Pain: A Case Report. A A Pract. 2018 Jun;10(12):319–22.*
64. *Ritter MJ CJ et al. Regional Anesthesia for Cardiac Surgery: A Review of Fascial Plane Blocks and Their Uses. Adv Anesth. 2021 Dec; 39:215–40.*
65. *Hozien AI HA et al. Analgesic Effect of Addition of Pectointercostal Block to Serratus Anterior Plane Block in Breast Surgeries: A Randomized, Controlled Trial. Pain Physician. 2023 Nov;26(6): E679–85.*
66. *Zhu A MC et al. Pecto-Intercostal Fascial Plane Block. StatPearls [Internet].; 2024.*
67. *Toscano A, Capuano P, Perrucci C, Giunta M, Orsello A, Pierani T, et al. Which ultrasound-guided parasternal intercostal nerve block for post-sternotomy pain? Results from a prospective observational study. Journal of Anesthesia, Analgesia and Critical Care. 2023 Dec 1;3(1).*
68. *Wong HMK, Chen PY, Tang GCC, Chiu SLC, Mok LYH, Au SSW, et al. Deep Parasternal Intercostal Plane Block for Intraoperative Pain Control in Cardiac Surgical Patients for Sternotomy: A Prospective Randomized Controlled Trial. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2024 Mar 1;38(3):683–90.*

69. *De Iaco, Mannaloni, Serra et al (2022): Equianalgesia, opioid switch and opioid association in different clinical settings: a narrative review. European review for medical and pharmacological sciences; 26(6): 2000-2017*

