



UNIVERSITÀ DEL PIEMONTE ORIENTALE

**Dipartimento di Medicina Traslationale**  
Scuola di Medicina

---

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN  
SCIENZE INFERMIERISTICHE ED OSTETRICHE**

**Presidente Prof. Fabrizio Faggiano**

Tesi di Laurea

**Lo pneumotorace iperteso e la decompressione con ago in  
emergenza, scelta del sito ottimale: revisione della  
letteratura**

Relatore: Dott. Carlo Catanesi

Candidato: Noemi Termini

Matricola: 20011100

Anno Accademico 2022/2023

# INDICE

Abbreviazioni

<b>CAPITOLO 1 – BACKGROUND .....</b>	<b>1</b>
1.1. Lo pneumotorace.....	1
1.2. Lo pneumotorace iperteso.....	1
1.3. Decompressione pleurica.....	4
<b>CAPITOLO 2 – OBIETTIVO DELLO STUDIO.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPITOLO 3 - MATERIALI E METODI.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Criteri di eleggibilità.....</b>	<b>8</b>
3.1.1. Quesito di ricerca e Pico.....	8
3.1.2. Criteri di inclusione.....	9
3.1.3. Criteri di esclusione.....	9
<b>3.2 Strategia di ricerca e criteri di estrazione dei dati.....</b>	<b>10</b>
3.2.1. Strategia di ricerca.....	10
3.2.2. Selezione degli studi.....	11
3.2.3. Estrazione dei dati.....	11
3.2.4 Prisma.....	12
<b>CAPITOLO 4 – RISULTATI.....</b>	<b>13</b>
4.1 Valutazione degli studi.....	22
4.2. Caratteristiche e limiti degli studi.....	24
4.3. Analisi dei risultati.....	26
<b>CAPITOLO 5- DISCUSSIONE.....</b>	<b>28</b>
5.1 Limiti dello studio.....	29
<b>CAPITOLO 6- CONCLUSIONI.....</b>	<b>30</b>
Bibliografia.....	31
Ringraziamenti.....	34

## Abbreviazioni

<i>Acronimo</i>		
NT	Toracostomia con ago	Needle toracostomy
ICS	Spazio intercostale	InterCostal Space
PHND	Decompressione con ago in ambito pre-ospedaliero	PreHospital Needle Decompression
MCL	Linea medio-claveare	
AAL MAL	Linea ascellare anteriore Linea ascellare media	
ND	Decompressione con ago	Needle Decompression
TP	Pneumotorace iperteso	Tension Pneumothorax
CWT	Spessore della parete toracica	Chest Wall Thickness
E- FAST	Valutazione ecografica estesa nel trauma	Extended Focused Assessment Sonography for Trauma
DVSclose	Distanza minima tra la cute e le strutture vitali	Shortest Depth to Vital Structure
TC	Tomografia computerizzata	Computed Tomography

# CAPITOLO 1

## BACKGROUND

### 1.1. Lo pneumotorace

Lo pneumotorace è una condizione potenzialmente grave nella quale si assiste alla raccolta di aria all'interno del cavo pleurico che determina la tendenza del parenchima polmonare al collasso: la presenza di aria libera tra i due foglietti pleurici altera la fisiologica pressione negativa endopleurica e induce la retrazione della massa polmonare verso l'ilo con una riduzione della capacità di ventilazione. In condizioni normali tra i due foglietti pleurici vige una pressione negativa sub-atmosferica, compresa tra -7 mmHg e -2 mmHg. La presenza di questa pressione negativa è necessaria per impedire il collasso del polmone durante la fase di espirazione ed è determinata dall'equilibrio tra la forza elastica del polmone e quella esercitata dai muscoli durante la respirazione. La ritenzione di aria libera nel cavo pleurico, secondaria a qualsiasi causa, determina un deficitario scorrimento reciproco tra i foglietti pleurici e, in ultima analisi, una limitata espansione del polmone all'interno della gabbia toracica. Per tale ragione, lo pneumotorace costituisce spesso una situazione critica, da individuare e trattare il più tempestivamente possibile. [1]

Gli pneumotorace spontanei si dividono in due tipi: primario, che si verifica in assenza di malattia polmonare nota, e secondario, che si verifica in soggetti con malattia polmonare sottostante. È stato osservato che è raro che lo pneumotorace spontanei causi pneumotorace iperteso. [3]

### 1.2. Pneumotorace iperteso

Nel caso in cui la quantità d'aria nel torace aumenti notevolmente si forma una valvola unidirezionale che porta ad uno pneumotorace iperteso. A meno che non venga risolto da un trattamento efficace, questa situazione può progredire e causare la morte.

Lo pneumotorace può essere causato da un trauma fisico al torace o come complicazione di un intervento medico, i sintomi includono tipicamente dolore toracico e mancanza di respiro. La diagnosi di pneumotorace richiede una radiografia

del torace o una tomografia computerizzata. [2]\_Lo pneumotorace iperteso può portare ad arresto cardiaco per ostruzione del ritorno venoso da dislocamento del mediastino; può essere causato da trauma, asma grave ed altre patologie respiratorie, ma può essere anche iatrogeno a seguito di procedure invasive, es posizionamento vie centrali. I sintomi comprendono compromissione emodinamica (ipotensione o arresto cardiaco) in associazione con i segni suggestivi di pneumotorace (precedente distress respiratorio, ipossia, silenzio auscultatorio unilaterale, crepitii toracici, enfisema sottocutaneo) e shift mediastinico (deviazione della trachea e distensione venosa giugulare). [19]

Un piccolo pneumotorace non rilevato senza sintomi può progredire in pneumotorace iperteso attraverso la ventilazione a pressione positiva, ponendo una situazione pericolosa per la vita. Se uno pneumotorace iperteso è altamente sospettato attraverso valutazioni cliniche, la sua differenziazione rapida e la diagnosi tempestiva sono cruciali, consentendo un intervento rapido per stabilizzare i parametri vitali. [17]

Lo pneumotorace è una complicanza potenzialmente letale associata alla ventilazione meccanica. La maggior parte dei pazienti con pneumotorace da ventilazione meccanica hanno malattie polmonari sottostanti. Lo pneumotorace iperteso è più comune nei pazienti ventilati e il tempestivo riconoscimento e trattamento sono importanti per ridurre al minimo la morbilità e la mortalità. Le malattie polmonari sottostanti sono associate a pneumotorace correlato al ventilatore, con pneumotorace che si verifica più comunemente durante la fase iniziale della ventilazione meccanica. La diagnosi di pneumotorace in condizioni critiche viene stabilita dall'anamnesi del paziente, dall'esame obiettivo e dalle indagini radiologiche, sebbene l'aspetto di uno pneumotorace su una radiografia in posizione supina possa essere diverso dall'aspetto classico su una radiografia in posizione eretta; per questo motivo l'ecografia è utile per escludere la diagnosi di pneumotorace. Il movimento dipendente dalla respirazione della pleura viscerale e della superficie polmonare rispetto alla pleura parietale e alla parete toracica può essere facilmente visualizzato con l'ecografia transtoracica poiché la presenza di aria nello spazio pleurico impedisce la visualizzazione ecografica dei movimenti della pleura viscerale. [18]

Lo pneumotorace iperteso è in grado di alterare in maniera significativa il rapporto ventilazione/perfusione all'interno del parenchima polmonare, inducendo in tempi

brevi insufficienza respiratoria ipossiémica. Allo stesso tempo, il meccanismo a valvola fa sì che il polmone si sposti nel mediastino, comprimendo i grossi vasi e ostacolando il ritorno venoso al cuore. [1] Lo pneumotorace iperteso può causare arresto cardiorespiratorio e può svilupparsi rapidamente in pazienti ventilati. L'intervento deve essere immediato, le linee guida avanzate consigliano la decompressione con l'ago come trattamento temporaneo fino al trattamento definitivo mediante inserimento di un tubo toracico. [8] Poiché lo pneumotorace iperteso è associato a una mortalità sostanziale, le linee guida Advanced Trauma Life Support (ATLS®) raccomandano di tentare di diagnosticare questa condizione durante i minuti iniziali della valutazione del paziente traumatizzato. Inoltre, forse perché l'attesa di una radiografia del torace è stata associata ad un aumento del rischio di morte tra i pazienti ventilati meccanicamente, la maggior parte delle linee guida raccomanda già il trattamento d'emergenza attraverso la toracostomia con ago prima della conferma radiografica quando la condizione viene sospettata, pertanto, i sanitari che prestano servizio in ambito pre-ospedaliero utilizzano le manifestazioni cliniche descritte in modo classico per diagnosticare lo pneumotorace iperteso. [3]



*Figura 1. Immagine radiografica pneumotorace iperteso [20]*

### 1.3 Decompressione pleurica

Lo pneumotorace iperteso è un'emergenza medica che comporta un accumulo di aria nella cavità pleurica del lato affetto. Successivamente, quest'aria esercita una pressione sulle strutture mediastiniche, portando ad uno spostamento di queste strutture verso il lato controlaterale. Questo spostamento determina un quadro di shock ostruttivo con conseguenze potenzialmente fatali se non rilevato e trattato precocemente. [4]

Il trattamento in ambito pre-ospedaliero viene solitamente ottenuto mediante toracostomia con ago, al personale sanitario viene insegnato ad eseguirla nel secondo spazio intercostale (ICS) sulla linea medio-claveare (MCL). [5] La toracotomia con ago viene spesso eseguita in pazienti non corretti, in posizioni anatomiche non corrette e con successo non ottimale. Con la controversia in corso riguardo alle migliori pratiche relative alle NT, è il momento migliore per riorientare il modo in cui gli operatori vengono addestrati in questa procedura. L'attenzione a questa cruciale procedura extra-ospedaliera potrebbe fare la differenza tra un paziente che sopravvive in ospedale e uno che non sopravvive. [5] La toracostomia con ago è un valido aiuto nella gestione dello pneumotorace iperteso, una condizione pericolosa per la vita riscontrata principalmente in ambienti traumatologici e di terapia intensiva. Più comunemente, le toracostomie con ago vengono utilizzate in ambito extra-ospedaliero e durante la rianimazione da trauma acuto per temporeggiare gli individui colpiti prima del posizionamento del tubo toracico. Poiché si tratta di una manovra sia invasiva che di emergenza, la NT può essere associata a una serie di potenziali complicazioni, alcune delle quali possono essere pericolose per la vita. A causa dell'uso relativamente comune di questa procedura, è importante che gli operatori sanitari abbiano familiarità e siano pronti ad affrontare le potenziali complicanze della NT. [6] Il PHND è stato associato a una mortalità nelle 24 ore inferiore rispetto al posizionamento di un tubo toracico in un centro traumatologico in emergenza nei pazienti traumatizzati. Sebbene eseguita raramente, la PHND può essere un intervento salvavita. [12] Il secondo ICS-MCL è stato raccomandato come sito primario e un ago da 7 cm è stato consigliato come lunghezza dell'ago preferita per i pazienti più anziani. Quando si sceglie la lunghezza appropriata dell'ago, è necessario considerare fattori quali età, sesso, presenza o assenza di BPCO e BMI. [7]

Le raccomandazioni ATLS sono cambiate nel 2018 dal 2° spazio intercostale nella linea medio-claveare al 4°/5° spazio intercostale appena anteriore alla linea ascellare media , altre linee guida come la Linee guida sui traumi e le linee guida della Facoltà di assistenza preospedaliera del Royal College of Surgeons di Edimburgo nel Regno Unito aderiscono ancora al posizionamento nel 2° ICS-MCL.

Una delle considerazioni per la scelta della posizione dell'ago per la decompressione è la probabilità di penetrazione nella cavità toracica. Questa probabilità dipende sia dallo spessore della parete toracica (CWT) che dalla lunghezza dell'ago. [8]

Buona parte dei pazienti ha uno spessore della parete toracica che non rende efficace la decompressione con agocannula 14 gauge standard. Un'agocannula lunga almeno 7 cm è necessaria per raggiungere lo spazio pleurico in sede medio- claveare nel secondo spazio intercostale nel 90% di tutti i tentativi nell'ambito della popolazione media. La decompressione con ago al quarto/ quinto spazio intercostale sulla linea ascellare anteriore ha una più bassa probabilità di fallimento rispetto al quarto/ quinto sulla medio -ascellare ed al secondo spazio linea medio- claveare. [19]

Sia il 2° spazio intercostale nella linea medio- claveare che il 4°/5° spazio intercostale nella linea ascellare anteriore sono stati proposti come posizioni preferite per la decompressione con ago. Nei soggetti in sovrappeso e obesi, la parete toracica è più spessa in ICS 4/5-AAL che in ICS2-MCL e le probabilità teoriche di successo della decompressione con ago di un pneumotorace iperteso sono significativamente più elevate in ICS2-MCL rispetto a ICS 4/5 –AAL. [8]

Nonostante il profilo sicuro, la natura cieca della procedura può provocare una serie di gravi complicazioni, tra cui lesioni alle strutture intratoraciche vitali come i polmoni, i grossi vasi e il cuore. [9] L'American College of Surgeons Advanced Trauma Life Support (ATLS) e il Prehospital Trauma Life Support (PHTLS) raccomandano la decompressione con ago come trattamento iniziale per lo pneumotorace iperteso. Tuttavia, nessuno dei due fornisce linee guida quantitative specifiche per l'esecuzione di queste procedure o gli endpoint per indicarne il successo. Inoltre, la decompressione con ago è una procedura invasiva con il potenziale di arrecare gravi lesioni sia alla parete toracica che alle viscere toraciche. [11]

Il fallimento della ND si verifica fino al 65% dei pazienti accertati da pneumotorace. Le ragioni potenziali includono posizione errata, profondità o lunghezza errata del



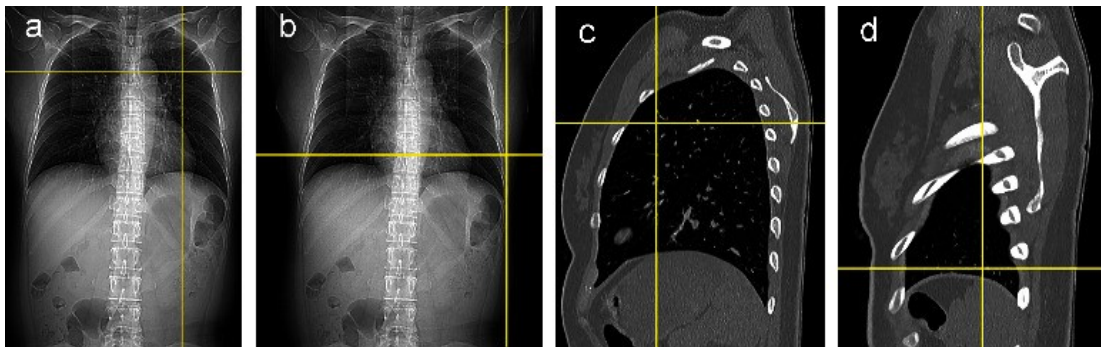
catetere, inesperienza dell'operatore, occlusione o ostruzione del catetere e incapacità di alleviare lo pneumotorace. Può facilmente verificarsi uno spostamento errato a causa dell'urgenza e dell'inesperienza dell'operatore che esegue la procedura. Per eseguire una ND, è possibile utilizzare il secondo spazio intercostale sulla linea medio-claveare o il quarto/quinto spazio intercostale sulla linea ascellare media o anteriore. [9] Diverse linee guida sui traumi raccomandano la toracostomia con ago come intervento salvavita, con posizionamento nel secondo spazio intercostale sulla linea medio-claveare (secondo ICS-MCL), nel quarto spazio intercostale sulla linea ascellare anteriore (quarto ICS-AAL), o il quinto spazio intercostale sulla linea ascellare media (quinto ICS-MAL) per pneumotorace iperteso in ambiente pre-ospedaliero. Sebbene l'ago per toracentesi da 5 cm sia stato ampiamente utilizzato nella pratica clinica, il tasso di fallimento della toracostomia con ago per pneumotorace iperteso è considerevolmente elevato. [7]

Tuttavia, i rischi di lesioni sono aumentati dalla natura cieca della procedura. L'elevato tasso di fallimento nella fase pre-ospedaliera e le possibili complicazioni fatali sollevano la questione dell'ottimizzazione. Devono essere sempre prese in considerazione la necessità clinica della procedura, la diligenza nella scelta dell'ago, l'attenzione ai punti di riferimento e alla tecnica di inserimento dell'ago e la considerazione di mezzi alternativi di decompressione come il tubo toracico, nonché la consapevolezza delle potenziali complicanze. Il supporto tecnologico presso il punto di cura, come gli ultrasuoni, può migliorare la diagnosi e ridurre il tasso di complicanze. [9]. Negli ultimi anni è stato controverso quale sia la posizione più ideale per la decompressione in generale e anche in particolare per età ed etnia. Nel 2018, secondo le linee guida ATLS (Advanced Trauma Life Support) di recente pubblicazione, il quinto ICS-MAL è stato suggerito come il sito preferito ed è stato dimostrato che un ago da 8 cm anziché il comune ago da 5 cm aumenta il tasso di successo della decompressione negli adulti. Tuttavia, non vengono fornite raccomandazioni specifiche per i pazienti più anziani. I pazienti più anziani subiscono cambiamenti significativi nei muscoli, nel cuore e nei polmoni, quindi il CWT può differire in base all'età. [7] Una limitazione della NT è la lunghezza dell'angiocatetere, che deve essere adeguata ad attraversare la parete toracica per raggiungere la cavità pleurica. È stato dimostrato che lo spessore della parete toracica (CWT) è altamente

variabile e in molti pazienti una decompressione efficace potrebbe non essere realizzabile. [15]

Sebbene la selezione del tempo di realizzazione della NT eco-guidata abbia richiesto più tempo rispetto alla tecnica del punto di riferimento, ha aumentato il posizionamento simulato di NT sicuro e accurato con meno potenziali lesioni iatrogene identificate. [13] è stato riconosciuto che se disponibile l'E-FAST potrebbe essere utilizzata insieme alla valutazione clinica per confermare o escludere lo pneumotorace nei casi dubbi, per l'elevata specificità della metodica; quindi, l'E-FAST può ridurre il numero di falsi positivi e quindi il numero di pazienti che subiscono un intervento non necessario, ma per la bassa sensibilità un esame negativo non esclude lo pneumotorace. [21]

*Figura 2*



*Diversi punti di inserimento in diverse posizioni. Punti di inserimento del ICS-MCL (a) e quinto ICS-MAL (b) su un topogramma esplorativo coronale. Punto di inserimento corrispondente del secondo ICS-MCL (c) e del quinto ICS-MAL (d) [7]*

## CAPITOLO 2

### 2. Obiettivo dello studio

Attraverso una revisione della letteratura si provvederà a valutare il sito ottimale da utilizzare per la decompressione con ago nello pneumotorace iperteso confrontando il secondo spazio intercostale sulla linea medio-claveare con altri siti alternativi individuati in letteratura. Verranno analizzati articoli scientifici che evidenziano la scelta del sito da utilizzare prendendo in considerazione alcuni fattori quali età, sesso, BMI e lunghezza dell'ago al fine di ridurre eventuali complicanze, quali lesioni alle strutture intratoraciche vitali come i polmoni, i grossi vasi e il cuore.

## CAPITOLO 3

### MATERIALI E METODI

E' stata condotta una revisione della letteratura basando il quesito sul modello del PICO, utilizzando keywords e strategia di ricerca.

### 3.1 Criteri di eleggibilità

#### 3.1.1 Quesito di ricerca e Pico

Il quesito è stato strutturato secondo il modello **PICO (Patient- Intervention- Comparison- Outcome)** e da queste sono state desunte le parole chiave utili per la costruzione della search strategy.

**P** adulti con pneumotorace iperteso

**I** decompressione toracica utilizzando il 2° spazio linea medio-claveare

**C** decompressione utilizzando altri siti

**O primario** decompressione riuscita senza complicanze associate a lesioni delle strutture intratoraciche: lesioni polmonari e degli organi parenchimatosi infradiaframmatici, dei grossi vasi e del cuore

**Secondario** individuare i fattori che influenzano la scelta del sito

### **3.1.2 Criteri di inclusione**

I criteri di inclusione degli studi selezionati sono stati:

- Tipologia dei partecipanti: adulti
- Tipologia di esiti: efficace decompressione pleurica senza complicanze associate a lesioni iatrogene
- Tipologia di interventi: confronto 2° spazio intercostale con altri siti alternativi presenti in letteratura in termini di spessore parete toracica e sicurezza
- Tipologia di studio: Studi primari
- Articoli pubblicati negli ultimi 10 anni
- Lingua: inglese, italiana
- Disponibilità di testo completo

### **3.1.3 Criteri di esclusione**

Sono stati esclusi:

- Studi che valutano pazienti con patologie specifiche concomitanti
- Studi non compatibili perché in fase di sviluppo
- Studi pubblicati prima del 2014
- Studi che includono pazienti pediatrici

### 3.2 Strategia di ricerca e criteri di estrazione dei dati

#### 3.2.1. Strategia di ricerca

E' stata condotta una ricerca bibliografica consultando la banca dati Pubmed/Medline e Cochrane library a febbraio 2024 e ultimata giorno 03/03/2024 - timeline (2014-2024) successivamente viene applicando il filtro "free full text" vengono inclusi tutti gli studi

KEYWORDS: tension pneumothorax; needle decompression; thoracostomy; second intercostal space

Per la ricerca le parole chiave sono state utilizzate inizialmente come termini Mesh poi come termini liberi combinandole con gli operatori booleani della somma OR del prodotto AND e della negazione NOT.

*Tabella 1. Stringhe di ricerca utilizzate*

	Query	Results
PUBMED/ MEDLINE	((("pneumothorax"[MeSH Terms] OR "pneumothorax"[All Fields] OR ("tension"[All Fields] AND "pneumothorax"[All Fields]) OR "tension pneumothorax"[All Fields]) AND (("needles"[MeSH Terms] OR "needles"[All Fields] OR "needle"[All Fields]) AND ("decompression"[MeSH Terms] OR "decompression"[All Fields]))) OR ("thoracostomy"[MeSH Terms] OR "thoracostomy"[All Fields])) AND (second[All Fields] AND intercostal[All Fields] AND "space"[All Fields])) NOT ("pediatrics"[MeSH Terms] OR "pediatrics"[All Fields] OR "pediatric"[All Fields]) AND ("2014/03/03"[PDat] : "2024/03/03"[PDat])	5
PUBMED/ MEDLINE	((("tension pneumothorax) AND (needle decompression)) OR (thoracostomy)) NOT (pediatric)	587
Cochrane Library	tension pneumothorax AND needle decompression	5

### **3.2.2. Selezione degli studi**

La ricerca ha restituito 594 risultati, dopo aver rimosso i duplicati, dei 589 articoli sono stati letti i titoli portando ad individuare 190 risultati. La lettura dell'abstract ha permesso di individuare 46 articoli considerati eleggibili. Sono stati annoverati nella revisione gli articoli che hanno soddisfatto i criteri d'inclusione e che sono stati considerati pertinenti per la valutazione e la discussione dei risultati.

Alla fine sono stati individuati 5 articoli ritenuti pertinenti.

I 5 articoli residui sono risultati pertinenti all'obiettivo dello studio e di essi

sono state valutate:

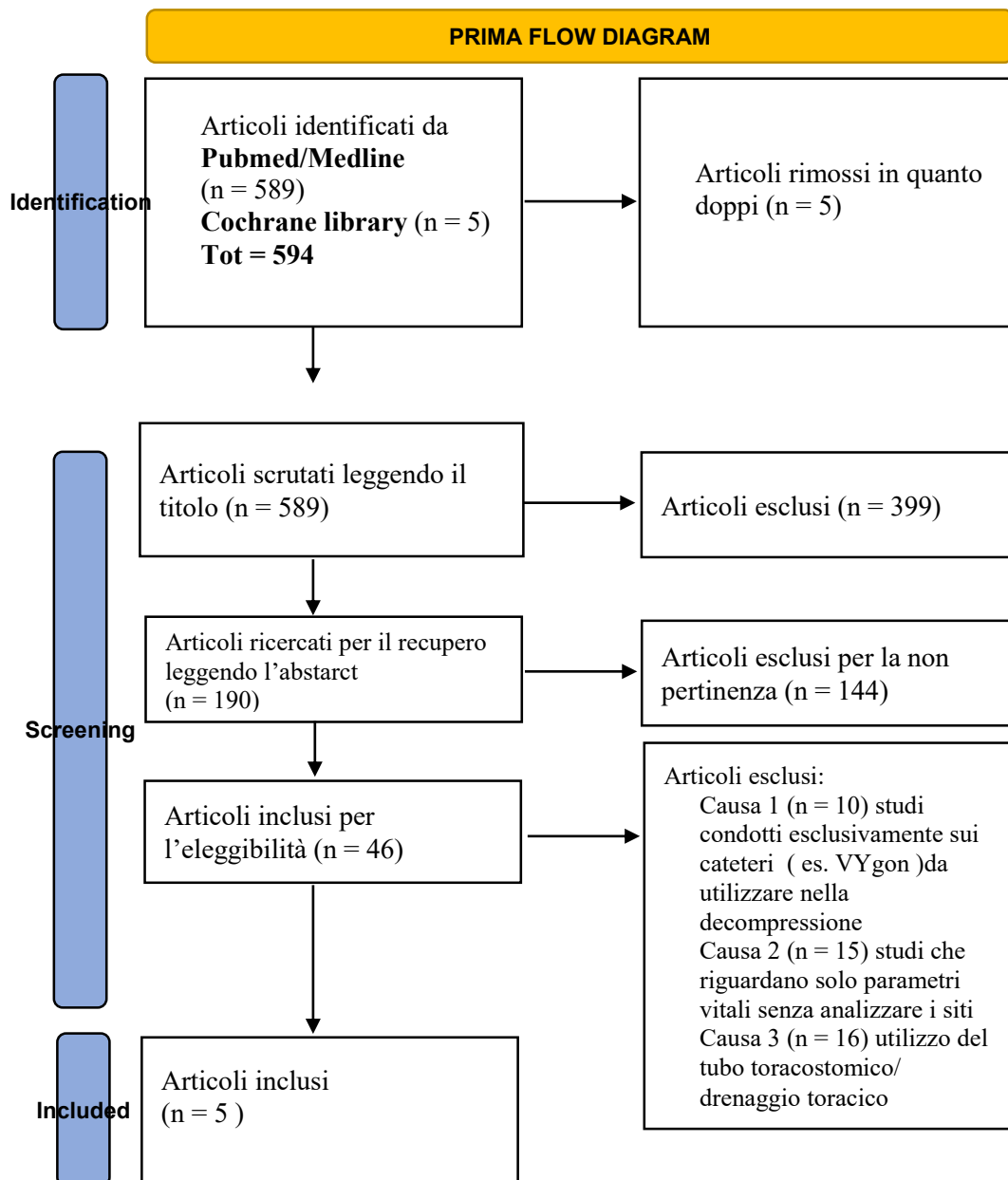
- Titolo, autori e anno
- Obiettivo e disegno di studio
- Metodo/ tipo di studio
- Setting e partecipanti
- Outcome osservati
- Intervento
- Risultati
- Conclusioni

### **3.2.3. Estrazione dei dati**

Le misure di esito principale sono state l'individuazione dello spazio intercostale ideale per una decompressione efficace avvalendosi del CWT come indicatore. Per organizzare le informazioni raccolte sono state utilizzate tabelle sinottiche che riportano circa le caratteristiche degli studi, dei partecipanti, tipo di intervento, gli esiti misurati, risultati e conclusioni. Nello specifico sono stati estrapolati dati relativi al sito ottimale consigliato per decomprimere lo pneumotorace iperteso utilizzando alcuni indicatori quali spessore parete toracica, età, sesso e BMI.

Sono stati raccolti i dati in termini di efficacia del trattamento relativi ai risultati estrapolati dalle misurazioni in diversi siti considerandoli poi in relazione ad alcuni fattori. I dati analizzati sono stati espressi come numeri assoluti e percentuali.

### 3.2.3 Prisma



## CAPITOLO 4

### RISULTATI

#### *Studio 1*

#### **Safety and Risk Factors of Needle Thoracentesis Decompression in Tension Pneumothorax in Patients over 75 Years Old**

Autori	Yanhu Wang, Lei Wang, Cheng Chen, Yifan Que, Yinyi Li, Jiang Luo, Ming Yin, Miao Lv, Guogang Xu, 2023
Obiettivi	Confrontare due punti di inserimento: il secondo ICS-MCL e il quinto ICS-MAL e valutare la lunghezza ideale dell'ago in base al tasso di successo e al rischio di gravi complicanze
Metodo /Tipo di studio	Studio osservazionale retrospettivo
Paese/Setting Partecipanti	Pazienti anziani con età $\geq 75$ anni ricoverati presso il Chinese PLA General Hospital di Pechino, dal 1 al 31 luglio 2020 91 uomini e 45 donne
Outcomes osservati	Profondità più vicina alla struttura vitale del secondo spazio intercostale sulla linea medio-claveare e del quinto spazio intercostale sulla linea ascellare media, nonché i tassi di fallimento attesi e l'incidenza di gravi complicazioni di diversi aghi. E' stata analizzata l'influenza di età, sesso, presenza o assenza di malattia polmonare ostruttiva cronica (BPCO) e indice di massa corporea (BMI) sul CWT.
Intervento	Sono stati confrontati il CWT e la profondità più vicina alla struttura vitale e sono state effettuate misurazioni per ciascun spazio intercostale: la DVS del secondo ICS-MCL e del quinto ICS-MAL; le misurazioni sono state condotte sui lati sinistro e destro. è stata utilizzata la regressione lineare multipla per analizzare l'influenza tra età, sesso, presenza o assenza di BPCO e BMI sul CWT del secondo ICS-MCL e del quinto ICS-MAL.
Risultati	I risultati hanno mostrato che CWT e DVSclose al secondo ICS-MCL erano entrambi significativamente inferiori a quelli del quinto ICS-MAL su entrambi i lati del torace ( $P < 0,05$ ). Il CWT del secondo ICS-MCL era inferiore al quinto ICS-MAL sia sul lato sinistro che su quello destro ( $P < 0,05$ ). Il tasso di successo associato ad un ago da 7 cm era significativamente più alto di quello con un ago da 5 cm ( $P < 0,05$ ), e l'incidenza di complicanze



	gravi con un ago da 7 cm era significativamente inferiore rispetto a un ago da 8 cm ( $P < 0,05$ ). Il CWT del secondo ICS-MCL era significativamente correlato con età, sesso, presenza o assenza di BPCO e BMI ( $P < 0,05$ ), mentre il CWT del quinto ICS-MAL era significativamente correlato con sesso e BMI ( $P < 0,05$ ).
Conclusioni	Il secondo ICS-MCL è stato raccomandato come sito primario e un ago da 7 cm è stato consigliato come lunghezza dell'ago preferita per i pazienti più anziani. Quando si sceglie la lunghezza appropriata dell'ago, è necessario considerare fattori quali età, sesso, presenza o assenza di BPCO e BMI.

## ***Studio 2***

### **Optimal anatomical location for needle chest decompression for tension pneumothorax: A multicenter prospective cohort study**

Autori	N Azizi, E Ter Avest, A E Hoek, Y Admiraal-van de Pas, P J Buizert, D R Peijs, I Berg, A V Rosendaal, T Boeije, V Rietveld, T Olgers , J C Ter Maaten; PRIDE consortium. 2020
Obiettivi	Determinare lo spessore della parete toracica (CWT) in ICS2-MCL e ICS4/5-AAL in pazienti di peso normale, sovrappeso e obesi e a calcolare i tassi teorici di successo di decompressione con ago per queste posizioni sulla base del catetere di lunghezza standard.
Metodo /Tipo di studio	Studio osservazionale multicentrico (studio di coorte eterogeneo)
Paese/Setting Partecipanti	390 pazienti adulti (>18 anni) che si presentavano nei pronto soccorso di 8 ospedali universitari durante un periodo di due settimane dall'11 al 23 giugno 2019. Olanda

Outcomes osservati	L'esito primario è stato definito come la differenza nel CWT misurato mediante ultrasuoni tra ICS2-MCL e ICS4/5-AAL. Gli esiti secondari erano la relazione tra lo spessore della parete toracica, il BMI e l'ipotetico tasso di fallimento decompressione con ago per ciascuna sede anatomica in base alla lunghezza dei dispositivi standard
Intervento	Il CWT è stato misurato tramite ecografia nel 2° spazio intercostale nella linea clavicolare media (ICS2-MCL) e nel 4°/5° ICS nella linea ascellare anteriore (ICS4/5-AAL) su entrambi i lati del torace. E' stata osservata la relazione tra CWT e BMI e tra CWT e la lunghezza dell'ago.
Risultati	L'età media era di 51 anni (range 18-89), il 52% era maschio e il BMI medio era 25,5 (range 16,3-45,0). Il CWT mediano era di 26 [IQR 21-32] (intervallo 9-52) mm in ISC2-MCL e 26 [21-33] (intervallo 10-78) mm in ICS4/5-AAL (p<0,001). Il CWT in ISC2-MCL era significativamente più sottile di ICS4/5-AAL nei soggetti in sovrappeso (BMI 25-30, p<0,001) e obesi (BMI>30, p=0,016, ma non nei soggetti con un BMI normale. Ipotetico i tassi di fallimento per Venflon da 45 mm e Angiocatere da 50 mm sono stati del 2,5% e 0,8% per ICS2-MCL e del 6,2% e 2,5% per ISC4/5-AAL (p=0,016 e p=0,052 rispettivamente).
Conclusioni	Nei soggetti in sovrappeso e obesi, la parete toracica è più spessa in ICS 4/5-AAL che in ICS2-MCL e le probabilità teoriche di riuscita decompressione con ago di uno pneumotorace iperteso sono significativamente più elevate in ICS2-MCL rispetto a ICS 4/5-AAL.

### Studio 3

#### Needle thoracostomy: Clinical effectiveness is improved using a longer angiocatheter

Autori	Johnathon M Aho, Cornelius A Thiels, Moustafa M El Khatib, Daniel S Ubl, Danuel V Laan, Kathleen S Berns, Elizabeth B Habermann, Scott P Zietlow, Martin D Zielinski 2016
Obiettivi	Dimostrare una maggiore efficacia clinica dell'angiocatetere NT più lungo (8 cm) rispetto alle attuali raccomandazioni per il supporto vitale avanzato per traumi di lunghezza NT di 5 cm
Metodo /Tipo di studio	Revisione retrospettiva
Paese/Setting Partecipanti	Pazienti adulti traumatizzati dal 2003 al 2013 (età > 15 anni) trasportati in un centro traumatologico di livello I. 70 pazienti sia sul campo (extra-ospedaliero, n = 41) che come parte della rianimazione in ospedale (ospedale, n = 29).
Outcomes osservati	Efficace decompressione e qualsiasi complicanza verificatasi come risultato diretto della NT, comprese quelle riscontrate incidentalmente nell'imaging o documentate nella nota clinica. Miglioramento clinico, definito come un miglioramento respiratorio o cardiovascolare. Nessuna complicazione
Intervento	Misurare il CWT nel 2° ICS-MCL e nel 4° ICS-MAL tramite TC utilizzando un protocollo standard di acquisizione di immagini basato sul peso. In pazienti precedentemente sottoposti a NT utilizzando aghi da 8 e 5 cm sulla seconda linea medio-claveare dello spazio intercostale, sul territorio o durante la rianimazione ospedaliera.
Risultati	Sono stati eseguiti 91 NT su 70 pazienti (21 sottoposti a posizionamenti bilaterali). La NT è stata efficace nel 49% dei pazienti, come definito dal miglioramento clinico (miglioramento generale=8, cardiovascolare=4 o respiratorio=22) Il CWT al 2° ICS-MCL e al 4° ICS-MAL era rispettivamente di $41,0 \pm 11,7$ mm e $46,7 \pm 21,0$ mm ( $p=0,06$ ). Le previsioni radiografiche suggeriscono che un angiocatetere da 5 cm riuscirebbe ad entrare nella cavità toracica nell'80% dei pazienti al 2° ICS-MCL e nel 53% dei pazienti al 4° ICS-MAL. L'aumento della lunghezza dell'ago a 8 cm aumenterebbe significativamente il tasso di decompressione prevista

	<p>radiograficamente al 2° ICS-MCL e al 4° ICS-MAL (rispettivamente 100% e 90%) (Figura 4)</p> <p>L'aumento del BMI era correlato all'aumento del CWT al 2° ICS-MCL e al 4° ICS-MAL (<math>R^2</math> 0,55 e 0,65 rispettivamente).</p> <p>I pazienti sottoposti a NT utilizzando un ago da 8 cm rispetto a 5 cm sono stati significativamente più efficaci (rispettivamente 83% VS 41%, <math>p=0,01</math>). Nessuna complicazione della NT è stata identificata in nessuno dei due gruppi.</p>
Conclusioni	<p>Gli angiocateri da 8 centimetri sono più efficaci nella decompressione toracica rispetto ai 5 cm attualmente raccomandati sulla linea medio-claveare nel secondo spazio intercostale.</p>

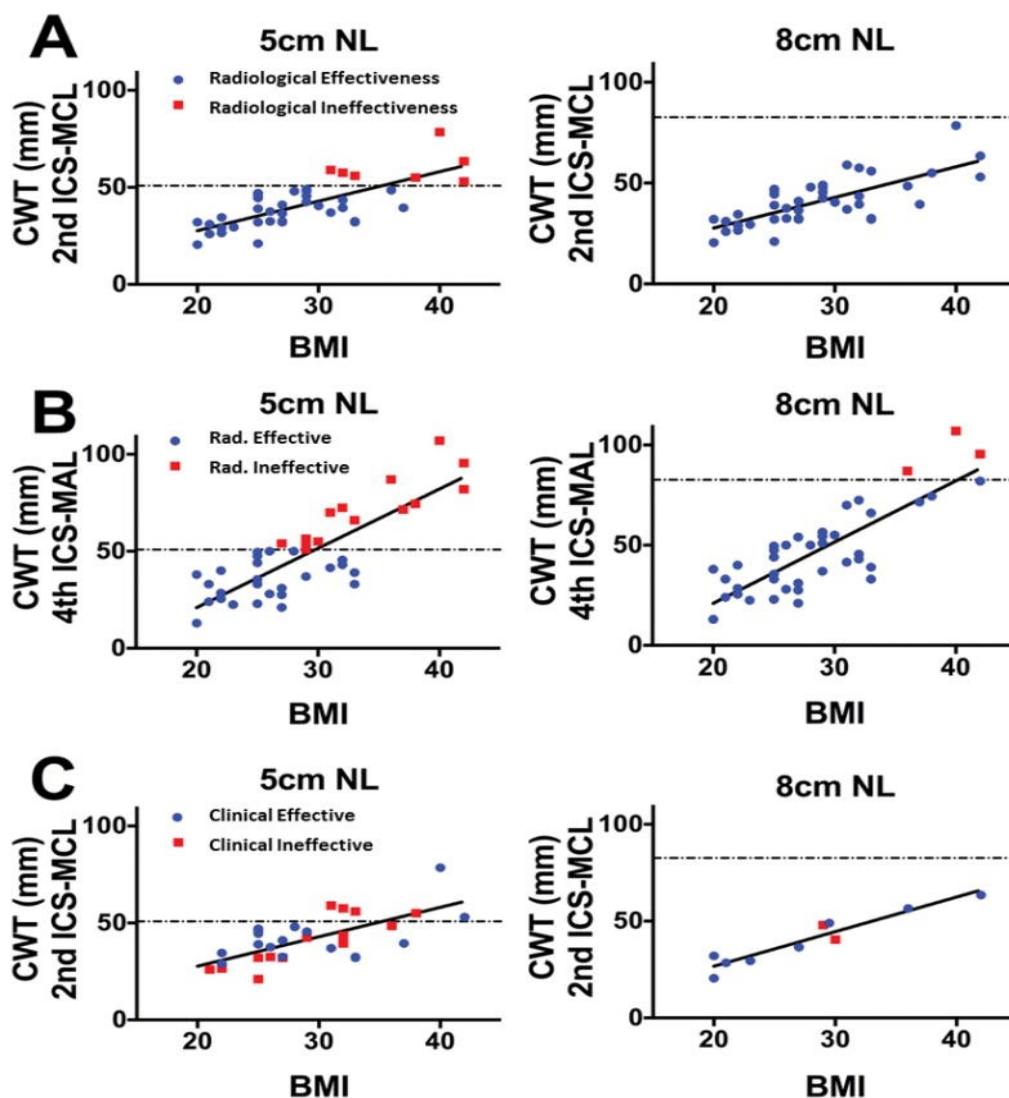


Figura 4. Efficacia prevista radiograficamente dei cateteri da 5 cm e 8 cm nel 2° ICS-MCL e (B) 4° ICS-MAL. (C.) Efficacia effettiva dei cateteri da 5 cm e 8 cm al 2° ICS-MCL. BMI e CWT per ciascun gruppo rappresentati graficamente come  $R^2$

#### ***Studio 4***

### **Risk Values of Weight and Body Mass Index for Chest Wall Thickness in Patients Requiring Needle Thoracostomy Decompression**

Autori	Chia-Hung Hsu, Tzu-Yin Lin, Ju-Chi Ou, Jiann Ruey Ong, Hon-Ping Ma, 2020
Obiettivi	Valutare la profondità e il sito per una decompressione efficace individuando il CWT rispettivamente tra le donne e gli uomini considerando quattro variabili quali età, altezza, peso e BMI.
Metodo /Tipo di studio	Revisione retrospettiva
Paese/Setting Partecipanti	650 pazienti di età compresa tra 20 e 80 anni (scansioni TC) da ottobre 2016 a dicembre 2016. Ospedale di Shuang- Ho
Outcomes osservati	CWT in tutti gli spazi intercostali considerando età, altezza, peso e BMI.
Intervento	Pazienti sottoposti a TC. Il CWT è stato misurato nella linea emedio-claveare in quattro posizioni: 2° ICS, 3° ICS, 4° ICS e 5° ICS. sono state discusse quattro variabili: età, altezza, peso e BMI. Le correlazioni tra CWT e quattro variabili sono state misurate utilizzando il coefficiente di correlazione di Pearson. Un valore CWT >5 cm è stato considerato come un valore di rischio per la decompressione dell'ago in qualsiasi ICS.

Risultati	<p>Il BMI e il peso sono risultati essere i migliori predittori di CWT rispettivamente tra le donne e gli uomini. In caso di emergenza, la variabile, il BMI, o anche il peso stesso, potrebbero essere utilizzati per prevedere un eventuale fallimento della decompressione dell'ago. Per le donne, il CWT al 5° ICS era previsto superiore a 5 cm con un BMI superiore a 25,9 kg/m<sup>2</sup> o un peso superiore a 103,1 kg. Per gli uomini, il CWT al 5° ICS era previsto superiore a 5 cm con un BMI superiore a 25,5 kg/m<sup>2</sup> o un peso superiore a 157,4 kg.</p> <p>Una donna di 30 anni potrebbe avere una decompressione con ago non riuscita se il suo peso supera i 100,2 kg. Il grafico BMI e il grafico del peso corrispondenti per l'altro sito di decompressione con ago sono mostrati nella Tabella 7.</p>
Conclusioni	<p>Per le donne, l'esecuzione della decompressione con ago sarebbe sicura al 5° ICS (CWT &lt; 5 cm) se il suo BMI è inferiore a 39,9 kg/m<sup>2</sup> o il suo peso è inferiore a 103,1 kg. Per gli uomini, l'esecuzione della decompressione con ago sarebbe sicura al 5° ICS (CWT &lt; 5 cm) se il suo BMI è inferiore a 48,8 kg/m<sup>2</sup> o il suo peso è inferiore a 157,4 kg.</p>

Table 7

BMI chart for Model 2 and weight chart for Model 3.

<i>Model 2: age + BMI</i>														
ICS	Women age (years)							Men age (years)						
	20	30	40	50	60	70	80	20	30	40	50	60	70	80
2nd	20.76	22.15	23.55	24.94	26.33	27.72	29.11	19.81	21.55	23.29	25.02	26.76	28.50	30.23
3rd	28.01	29.26	30.51	31.77	33.02	34.27	35.52	31.96	33.14	34.32	35.51	36.69	37.87	39.05
4th	30.71	32.17	33.63	35.10	36.56	38.02	39.49	41.14	41.85	42.56	43.27	43.97	44.68	45.39
5th	35.82	36.82	37.83	38.84	39.84	40.85	41.86	48.28	48.55	48.81	49.07	49.34	49.60	49.86

<i>Model 3: age + weight</i>														
ICS	Women age (years)							Men age (years)						
	20	30	40	50	60	70	80	20	30	40	50	60	70	80
2nd	55.63	58.02	60.41	62.81	65.20	67.59	69.98	60.38	64.41	68.43	72.46	76.49	80.51	84.54
3rd	76.46	78.47	80.48	82.49	84.50	86.51	88.52	101.2	103.5	105.8	108.1	110.4	112.7	115.0
4th	84.16	86.78	89.39	92.00	94.62	97.23	99.84	133.3	134.0	134.7	135.5	136.2	137.0	137.7
5th	98.89	100.2	101.5	102.8	104.1	105.4	106.7	157.8	157.0	156.2	155.4	154.6	153.8	153.0

Model 2 consisted of two variables, namely, age and BMI. Model 3 consisted of two variables, namely, age and weight.

## Studio 5

### Decompression of tension pneumothoraces in Asian trauma patients: greater success with lateral approach and longer catheter lengths based on computed tomography chest wall measurements

Autori	S Goh, W R Xu, L T Teo 2018
Obiettivi	Confrontare gli approcci anteriore e laterale per la toracostomia con ago (NT) e determinare l'adeguatezza della lunghezza del catetere utilizzata per la NT
Metodo /Tipo di studio	Revisione retrospettiva delle scansioni di tomografia computerizzata
Paese/Setting Partecipanti	583 Pazienti traumatizzati Singapore
Outcomes osservati	La NT riuscita è stata definita radiologicamente come CWT $\leq$ 5 cm
Intervento	Sono state effettuate quattro misurazioni dello spessore della parete toracica sul secondo spazio intercostale, sulla linea medio-claveare e sul quinto spazio intercostale, sulla linea ascellare media bilateralmente.
Risultati	Il CWT medio per l'approccio anteriore era di 4,04 cm (CI 3,19-4,68) a sinistra e 3,92 cm (CI 3,17-4,63) a destra. Il CWT medio per l'approccio laterale era di 3,52 cm (CI 2,52-4,36) a sinistra e 3,62 cm (CI 3,65-4,48) a destra. Il CWT medio era più corto nell'approccio laterale di 0,52 cm a sinistra e 0,30 cm a destra ( $p = 0,001$ ). Con un catetere da 5,0 cm nell'approccio anteriore, 925 siti su 1.186 (78,8%) avranno un NT adeguato rispetto al 98,2% con un catetere da 7,0 cm. Allo stesso modo, nell'approccio laterale 1046 su 1186 (88,2%) avranno un NT adeguato rispetto al 98,5% con un catetere da 7,0 cm. I soggetti obesi avevano un CWT medio significativamente più alto in entrambi gli approcci ( $p = 0,001$ ). C'era una moderata correlazione tra BMI e CWT nell'approccio anteriore, $r^2 = 0,529$ rispetto all'approccio laterale, $r^2 = 0,244$ .

Conclusioni	<p>L'attuale raccomandazione di un catetere da 5,0 cm nel secondo spazio intercostale dovrebbe fallire nel 21,2% dei casi, contro l'11,8% nell'approccio laterale, la distanza media è significativamente più breve nell' approccio laterale rispetto all' approccio anteriore e può essere considerato come un sito alternativo per la decompressione.</p> <p>C'era una moderata correlazione tra BMI e CWT nell'approccio anteriore, <math>r^2 = 0,529</math> rispetto all'approccio laterale, <math>r^2 = 0,244</math>.</p>



## 4.1 Valutazione degli studi

La valutazione degli studi è stata eseguita utilizzando la check list STROBE che prevede 22 Item, *sottoriportata*

THE STROBE STATEMENT—CHECKLIST OF ITEMS THAT SHOULD BE ADDRESSED IN REPORTS OF OBSERVATIONAL STUDIES.

	Item number	Recommendation
Title and Abstract	1	(a) Indicate the study's design with a commonly used term in the title or the abstract (b) Provide in the abstract an informative and balanced summary of what was done and what was found
Introduction		
Background/rationale	2	Explain the scientific background and rationale for the investigation being reported
Objectives	3	State specific objectives, including any prespecified hypotheses
Methods		
Study design	4	Present key elements of study design early in the paper
Setting	5	Describe the setting, locations, and relevant dates, including periods of recruitment, exposure, follow-up, and data collection
Participants	6	(a) Cohort study—Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants. Describe methods of follow-up Case-control study—Give the eligibility criteria, and the sources and methods of case ascertainment and control selection. Give the rationale for the choice of cases and controls Cross-sectional study—Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants (b) Cohort study—For matched studies, give matching criteria and number of exposed and unexposed Case-control study—For matched studies, give matching criteria and the number of controls per case
Variables	7	Clearly define all outcomes, exposures, predictors, potential confounders, and effect modifiers. Give diagnostic criteria, if applicable
Data sources/ measurement	8 <sup>a</sup>	For each variable of interest, give sources of data and details of methods of assessment (measurement). Describe comparability of assessment methods if there is more than one group
Bias	9	Describe any efforts to address potential sources of bias
Study size	10	Explain how the study size was arrived at
Quantitative variables	11	Explain how quantitative variables were handled in the analyses. If applicable, describe which groupings were chosen, and why
Statistical methods	12	(a) Describe all statistical methods, including those used to control for confounding (b) Describe any methods used to examine subgroups and interactions (c) Explain how missing data were addressed (d) Cohort study—If applicable, explain how loss to follow-up was addressed Case-control study—If applicable, explain how matching of cases and controls was addressed Cross-sectional study—If applicable, describe analytical methods taking account of sampling strategy (e) Describe any sensitivity analyses
Results		
Participants	13 <sup>a</sup>	(a) Report the numbers of individuals at each stage of the study—e.g., numbers potentially eligible, examined for eligibility, confirmed eligible, included in the study, completing follow-up, and analysed (b) Give reasons for non-participation at each stage (c) Consider use of a flow diagram
Descriptive data	14 <sup>a</sup>	(a) Give characteristics of study participants (e.g., demographic, clinical, social) and information on exposures and potential confounders (b) Indicate the number of participants with missing data for each variable of interest (c) Cohort study—Summarise follow-up time (e.g., average and total amount)
Outcome data	15 <sup>a</sup>	Cohort study—Report numbers of outcome events or summary measures over time Case-control study—Report numbers in each exposure category, or summary measures of exposure Cross-sectional study—Report numbers of outcome events or summary measures
Main results	16	(a) Give unadjusted estimates and, if applicable, confounder-adjusted estimates and their precision (e.g., 95% confidence interval). Make clear which confounders were adjusted for and why they were included (b) Report category boundaries when continuous variables were categorized (c) If relevant, consider translating estimates of relative risk into absolute risk for a meaningful time period
Other analyses	17	Report other analyses done—e.g., analyses of subgroups and interactions, and sensitivity analyses
Discussion		
Key results	18	Summarise key results with reference to study objectives
Limitations	19	Discuss limitations of the study, taking into account sources of potential bias or imprecision. Discuss both direction and magnitude of any potential bias
Interpretation	20	Give a cautious overall interpretation of results considering objectives, limitations, multiplicity of analyses, results from similar studies, and other relevant evidence
Generalisability	21	Discuss the generalisability (external validity) of the study results
Other information		
Funding	22	Give the source of funding and the role of the funders for the present study and, if applicable, for the original study on which the present article is based

<sup>a</sup> Give such information separately for cases and controls in case-control studies, and, if applicable, for exposed and unexposed groups in cohort and cross-sectional studies. Note: An Explanation and Elaboration article discusses each checklist item and gives methodological background and published examples of transparent reporting. The STROBE checklist is best used in conjunction with this article (freely available on the Web sites of PLoS Medicine at <http://www.plosmedicine.org/>, Annals of Internal Medicine at <http://www.annals.org/>, and Epidemiology at <http://www.epidem.com/>). Separate versions of the checklist for cohort, case-control, and cross-sectional studies are available on the STROBE Web site at <http://www.strobe-statement.org/>.

**Studio 1 Safety and Risk Factors of Needle Thoracentesis Decompression in Tension Pneumothorax in Patients over 75 Years Old**

Rispetta gli item della ceck list STROBE ad eccezione dell'item 9 e dell'item 19 con riferimento ai bias esclusivamente nella misurazione del CWT.

**Studio 2 Optimal anatomical location for needle chest decompression for tension pneumothorax: A multicenter prospective cohort study**

Rispetta gli item della ceck list ad eccezione dell'item 5 poiché fornisce pochi dati sul setting.

**Studio 3 Needle thoracostomy: Clinical effectiveness is improved using a longer angiocatheter**

Rispetta la gran parte degli item, ad eccezione dell'item 19 con scarso riferimento a imprecisione e bias, non sono riportati dati aggiustati per il confronto dell'uso delle tecniche in setting diversi – pre ospedaliero e intra ospedaliero

Item 20 riguardo alla prudente interpretazione globale dei risultati, non sono stati analizzati i rischi annessi all'utilizzo di un angiocatore da 8cm ritenuto valido in confronto a quello da 5cm.

**Studio 4 Risk Values of Weight and Body Mass Index for Chest Wall Thickness in Patients Requiring Needle Thoracostomy Decompression**

Non rispetta l'item 1 poiché il disegno di studio non è presente esplicitamente nel titolo o nell' abstract.

Non rispetta l'item 7 in quanto fattori di confondimento scarsi.

Rispetta parzialmente l'item 9 e 19 in quanto fa riferimento esclusivamente ai bias relativi alla misurazione di CWT

**Studio 5 Decompression of tension pneumothoraces in Asian trauma patients: greater success with lateral approach and longer catheter lengths based on computed tomography chest wall measurements**

Rispetta tutti gli item in maniera completa ad eccezione dell'item 9 (descrizione parziale dei bias- misurazione CWT)

## 4.2. Caratteristiche e limiti degli studi

**Studio 1 (Yanhu Wang et al. 2023)** è uno studio osservazionale retrospettivo di pazienti anziani con età  $\geq 75$  anni ricoverati presso il Chinese PLA General Hospital di Pechino, dal 1 al 31 luglio 2020 (91 uomini e 45 donne) sottoposti a tomografia computerizzata. Lo studio presenta un campionamento piccolo condotto esclusivamente su anziani, ciò limiterebbe la capacità di generalizzare i risultati.

La tecnica di misurazione del CWT però, è stata descritta in maniera dettagliata, confrontata con quattro variabili quali età, sesso, BMI e presenza o assenza di BPCO; quest'ultima è una variabile non sempre presa in considerazione negli altri studi. Come metodo di misurazione del CWT è stata utilizzata la TC poiché il tessuto cutaneo può essere spostato dalla pressione della sonda ecografica estrapolando quindi misurazioni inferiori rispetto ai valori effettivi.

Altra caratteristica fondamentale è l'aver tenuto conto della sicurezza della decompressione in relazione alla lunghezza dell'ago e alla profondità più breve rispetto alla struttura vitale (DVSclose).

**Studio 2 (N Azizi et al. 2020)** è uno studio osservazionale multicentrico - studio di coorte eterogeneo che include 390 pazienti adulti ( $>18$  anni) che si presentavano nei pronto soccorso di 8 ospedali universitari durante un periodo di due settimane dall'11 al 23 giugno 2019. Limiti di questo studio riguardano la dimensione del campione che potrebbe influenzare il potere statistico, sono presenti dei bias che riguardano la misurazione del CWT, anche se nello studio è dichiarato che non è stata applicata compressione durante la misurazione con sonda, viene comunque eseguita da operatori differenti. Il CWT può variare tra le varie popolazioni di studio e dimostra che la differenza del CWT tra entrambe le posizioni anatomiche aumenta con l'aumento del BMI a favore di ICS2-MCL. Nei paesi con un BMI medio più elevato, i tassi ipotetici di fallimento per la decompressione del torace con un ago da 5 cm sono probabilmente più elevati. Lo studio consiglia il 2° ICS anche in relazione al fatto che l'accesso all'ICS 4-/5-AAL è più scomodo durante il trasporto in ambulanza o in elicottero ad esempio quando potrebbe essere difficile ottenere l'abduzione del braccio.

**Studio 3 (Johnathon M Aho et al. 2016)** è una revisione retrospettiva che potrebbe limitare la completezza dei dati raccolti. Sono stati eseguiti 91 NT su 70 pazienti (21 posizionamenti bilaterali), il sito utilizzato durante la decompressione è il 2° ICS linea medio-claveare con angiocateteri da 8 cm e 5 cm, successivamente è stato misurato il CWT anche nel quarto ICS-MAL tramite TC. Comparando i pazienti che sono stati sottoposti a angiocatetere di 8 cm vs 5 cm, a prescindere dal setting, c'è un miglioramento statisticamente significativo (83% vs 41% rispettivamente,  $p=0.01$ ). Tuttavia, non sono riportati dati aggiustati per il confronto dell'uso delle tecniche in setting diversi – pre-ospedaliero e intra ospedaliero. I dati del BMI erano disponibili solo per 59 pazienti. Il numero dei pazienti inclusi nello studio potrebbero non essere sufficiente per fornire una valutazione definitiva dell'efficacia del catetere di lunghezza maggiore. E' dichiarata un'assenza di complicanze nei gruppi di studio che suggerisce un profilo di sicurezza accettabile per entrambe le lunghezze dei cateteri. Tuttavia, la natura retrospettiva di una revisione di questo tipo rende anche possibile che le complicanze della NT possano essere attribuite al trauma stesso piuttosto che all'intervento. Sarebbe stato utile fornire risultati riguardo il follow-up dei pazienti per valutare eventuali effetti associati all'uso di cateteri di diverse lunghezze. L'uso della documentazione clinica e le valutazioni soggettive utilizzate per valutare l'efficacia hanno limitazioni significative come il bias di osservazione.

**Studio 4 (Chia-Hung Hsu et al. 2020)** è una revisione retrospettiva di dati ricavati da immagini TC e dati medici di 650 pazienti da ottobre 2016 a dicembre 2016. Sono stati analizzati i valori del CWT in quattro ICS considerando quattro variabili, ovvero età, peso, altezza e indice di massa corporea (BMI) sia per gli uomini che per le donne. Il campione è modesto ma potrebbe essere necessario un campionamento più ampio per generalizzare i risultati e garantire una maggiore affidabilità statistica. Questo studio descrive nel dettaglio la correlazione tra CWT ed altri fattori e vengono fornite delle tabelle di riferimento per aiutare i professionisti a determinare il CWT nei diversi siti, fornendo informazioni utili per la pratica clinica.

**Studio 5 (S Goh et al. 2018)** è una revisione retrospettiva di 583 tomografie computerizzate prese dall'archivio del centro traumi di Singapore.

Viene misurato il CWT nel secondo spazio intercostale sulla linea medio-claveare e nel quinto spazio intercostale sulla linea ascellare anteriore definendo la decompressione riuscita quando radiologicamente il CWT è  $\leq 5$  cm.

Lo studio è limitato ad una popolazione specifica e potrebbe non essere generalizzabile ad altre popolazioni etniche o geografiche. Fonti di errori potrebbero essere associate al metodo di imaging. Lo studio ha utilizzato una metodica rigorosa utilizzando un campione di dimensione moderate rispetto ad altri studi analizzati.

### **4.3. Analisi dei risultati**

Dagli studi che hanno valutato il sito ottimale da utilizzare nella decompressione dello pneumotorace iperteso, emerge discordanza tra i risultati, tutti gli studi associano la determinazione dello spessore della parete toracica come stima di un'efficace decompressione.

Nello studio di Yanhu Wang viene dichiarato che lo spessore della parete toracica è inferiore nel secondo spazio intercostale linea medio-claveare su entrambi i lati del torace rispetto al quinto spazio intercostale medio ascellare ( $P < 0,05$ ). L'ago ritenuto abbia un tasso di successo superiore è quello da 7 cm rispetto a quello da 5 cm. ( $P < 0,05$ ). Viene confermata la sicurezza dei risultati prendendo in considerazione il DVSclose. Lo studio ha tenuto conto del BMI, dell'età, sesso e BPCO. Il campionamento dello studio è piccolo ed un campione ristretto esclusivamente alla popolazione anziana.

Nello studio di N Azizi viene determinato lo spessore della parete toracica tramite ultrasuoni nel secondo spazio intercostale linea medio-claveare e nel quarto/quinto spazio intercostale linea ascellare anteriore, viene osservata la relazione tra lo spessore della parete toracica, il BMI e l'ipotetico tasso di fallimento della decompressione con ago per ciascuna sede anatomica in base alla lunghezza dei dispositivi standard.

E' stata osservata la relazione tra CWT e BMI e tra CWT e la lunghezza dell'ago.

Il CWT nel 2° spazio intercostale sulla linea medio-claveare era significativamente più sottile rispetto al 4°/5° spazio intercostale sulla linea ascellare anteriore nei soggetti in

sovrappeso (BMI 25-30,  $p < 0,001$ ) e obesi (BMI  $> 30$ ,  $p = 0,016$ ), ma non nei soggetti con un BMI normale. Ipotetico i tassi di fallimento per Venflon da 45 mm e Angiocatere da 50 mm sono stati del 2,5% e 0,8% per il secondo spazio e del 6,2% e 2,5% per il quarto/ quinto spazio (rispettivamente  $p = 0,016$  e  $p = 0,052$ ).

Nello studio di Johnathon M Aho, è stata dimostrata una maggiore efficacia clinica dell'angiocatetere più lungo (8 cm) rispetto a quello da 5 cm. Sono stati eseguiti 91 NT su 70 pazienti, 21 sottoposti a posizionamenti bilaterali. La decompressione dello pneumotorace è stata eseguita esclusivamente nel 2° spazio sulla linea medio-claveare, a posteriore il CWT è stato misurato tramite TC sia nel 2° spazio intercostale linea medio-claveare che nel 4° spazio intercostale linea medio ascellare. Il CWT nel 2° spazio intercostale e nel 4° spazio intercostale era rispettivamente di  $41,0 \pm 11,7$  mm e  $46,7 \pm 21,0$  mm ( $p = 0,06$ ). Le previsioni radiografiche suggeriscono che un angiocatetere da 5 cm riuscirebbe ad entrare nella cavità toracica nell'80% dei pazienti nel 2° spazio intercostale e nel 53% dei pazienti nel 4° spazio intercostale. Comparando i pazienti che sono stati sottoposti a angiocatetere di 8 cm vs 5 cm, a prescindere dal setting, c'è un miglioramento statisticamente significativo (83% vs 41% rispettivamente,  $p = 0,01$ ). I dati crudi mostrano: OR 6.88 (2.29 to 20.65) in favore del gruppo pre-hospital.

L'aumento della lunghezza dell'ago a 8 cm aumenterebbe significativamente il tasso di decompressione prevista radiograficamente nel 2° e 4° spazio intercostale (rispettivamente 100% e 90%).

Nello studio di Chia-Hung Hsu è stato valutato il CWT in tutti gli spazi intercostali considerando età, altezza, peso e BMI. Il CWT  $> 5$  cm è stato considerato come un valore di rischio per la decompressione dell'ago in qualsiasi spazio intercostale. Il BMI ed il peso sono risultati essere i migliori predittori per stabilire lo spessore della parete toracica. Per le donne, l'esecuzione della decompressione con ago sarebbe sicura nel 5° spazio intercostale (CWT  $< 5$  cm) se il suo BMI è inferiore a 39,9 kg/m<sup>2</sup> o il suo peso è inferiore a 103,1 kg. Per gli uomini, l'esecuzione della decompressione con ago sarebbe sicura nel 5° spazio intercostale (CWT  $< 5$  cm) se il suo BMI è inferiore a 48,8 kg/m<sup>2</sup> o il suo peso è inferiore a 157,4 kg.

Nello studio di S Goh sono stati confrontati gli approcci anteriore e laterale per la toracostomia con ago rispettivamente nel 2° spazio intercostale linea medio-claveare

e nel 5° spazio linea ascellare osservati in relazione alla lunghezza del catetere da utilizzare. Studio condotto su 583 pazienti di Singapore. Sono state effettuate quattro misurazioni del CWT nel 2° spazio intercostale, sulla linea medio-claveare e nel 5° spazio intercostale sulla linea ascellare media bilateralmente. L'attuale raccomandazione di un catetere da 5,0 cm nel 2° spazio intercostale dovrebbe fallire nel 21,2% dei casi, contro l'11,8% del quinto spazio intercostale.

E' stata osservata una moderata correlazione tra BMI e CWT nell'approccio anteriore,  $r^2 = 0,529$  rispetto all'approccio laterale,  $r^2 = 0,244$ .

## CAPITOLO 5

### 5.DISCUSSIONE

Questa revisione della letteratura ha esaminato i siti da utilizzare per la decompressione dello pneumotorace iperteso e ha individuato quali fattori possono influenzare la scelta del sito stesso. Tutti gli studi utilizzano la misurazione della parete toracica come indicatore per stabilire quale sito utilizzare per una decompressione efficace. Tutti gli studi individuati sono osservazionali retrospettivi. Nel setting pre-ospedaliero nei pazienti non ventilati a pressione positiva con sospetto di pneumotorace iperteso, in presenza di instabilità emodinamica e/o compromissione respiratoria, è preferibile in prima istanza la decompressione con ago rispetto a manovre più invasive (toracostomia aperta o drenaggio toracico).[22] Nel 2018, secondo le linee guida ATLS (Advanced Trauma Life Support), il quinto ICS-MAL è stato suggerito come il sito preferito ed è stato dimostrato che un ago da 8 cm anziché il comune ago da 5 cm aumenta il tasso di successo della decompressione negli adulti.[7] Tuttavia, più è lungo l'ago, maggiore è il rischio di lesioni agli organi o vascolari. [23] Le linee guida IRC del 2021 ci suggeriscono che un'agocannula lungo almeno 7 cm è necessaria per raggiungere lo spazio pleurico in sede medio-claveare al secondo spazio intercostale nel 90% di tutti i tentativi nell'ambito della popolazione media e che la decompressione con ago al quarto/ quinto spazio intercostale sulla linea ascellare anteriore ha una più bassa probabilità di fallimento rispetto al quarto/ quinto

sulla medio ascellare ed al secondo spazio linea medio-claveare. [19] Il primo studio che ho analizzato ha dichiarato che il secondo spazio intercostale linea medio-claveare è il sito ottimale per decomprimere lo pneumotorace iperteso con un ago da 7 cm negli anziani considerando però il BMI. [7] Il secondo studio conclude affermando che nei soggetti in sovrappeso e obesi, la parete toracica è più spessa in ICS 4/5-AAL che in ICS2-MCL e le probabilità teoriche di riuscita decompressione con ago di uno pneumotorace iperteso sono significativamente più elevate in ICS2-MCL rispetto a ICS 4/5-AAL. [8] Il terzo studio ha dimostrato che gli angiocateteri da 8 centimetri sono più efficaci nella decompressione toracica rispetto ai 5 cm attualmente raccomandati sulla linea medio-claveare nel secondo spazio intercostale. [15]

Il quarto studio entra in conflitto con il secondo studio poiché nelle conclusioni dichiara che per le donne, l'esecuzione della decompressione con ago sarebbe sicura al 5° ICS se il suo BMI è inferiore a 39,9 kg/m<sup>2</sup> o il suo peso è inferiore a 103,1 kg. Per gli uomini, l'esecuzione della decompressione con ago sarebbe sicura al 5° ICS se il suo BMI è inferiore a 48,8 kg/m<sup>2</sup> o il suo peso è inferiore a 157,4 kg. [10]

Il quinto ed ultimo studio conclude affermando che un catetere da 5,0 cm nel secondo spazio intercostale dovrebbe fallire nel 21,2% dei casi, contro l'11,8% nell'approccio laterale confermando una correlazione tra BMI e CWT. [14]

## **5.1. Limiti dello studio**

Il primo limite è dettato dal fatto che la ricerca è stata condotta da un solo operatore e non è stato possibile svolgere una revisione sistematica degli studi. Gli studi risultati essere pertinenti sono studi osservazionali, basati perlopiù su immagini radiologiche e quindi non sono stati attuati interventi diretti ai soggetti con pneumotorace iperteso. Numero ristretto di studi analizzati. Non è stato identificato un sito ottimale per eccellenza poiché la letteratura offre articoli discordanti tra di loro. Gli studi condotti su etnie specifiche dovrebbero essere ampliate. Sono state interrogate due banche di cui una principalmente.



## **CAPITOLO 6**

### **CONCLUSIONI**

Le ultime raccomandazioni suggeriscono perlopiù l'utilizzo del quinto spazio intercostale, con pareri discordanti sulla linea ascellare media o ascellare anteriore. Gli articoli individuati ed analizzati sono spesso in conflitto nelle loro conclusioni ma il parere comune a tutti è dettato dal fatto che in tutti gli studi sono stati estrapolati i dati attraverso la misurazione dello spessore della parete toracica poiché identificato come indicatore per una decompressione con alto tasso di successo. L'infermiere quando si trova ad operare da solo, ad esempio in ambiente extra-ospedaliero, deve essere a conoscenza di tutti i fattori che possano influenzare una decompressione efficace anche in relazione agli strumenti che si trova a disposizione, esempio aghi. Gli studi hanno evidenziato che il BMI ed il peso risultano essere i migliori predittori per la stima dello spessore della parete toracica e che la lunghezza dell'ago può influenzare il tasso di successo della decompressione. Pertanto, data la discrepanza tra gli studi e data la variabilità dello spessore della parete toracica e del BMI, si può concludere affermando che in alcune situazioni potrebbe essere corretto valutare la decompressione nel secondo spazio sulla linea medio-claveare, in altri può essere considerato il quinto spazio intercostale sulla linea ascellare anteriore o medio-ascellare. Queste valutazioni andrebbero fatte tenendo conto delle caratteristiche del paziente, ad esempio introducendo delle tabelle di riferimento considerando dei range quali l'età, il BMI o peso come stima dello spessore della parete toracica. A tal proposito si auspicano future ricerche con l'intento di guidare il sanitario nell'identificazione del sito da utilizzare in ogni singolo caso, poiché non esiste un sito ottimale per tutti gli individui ma dovrebbe essere valutato paziente per paziente.

## Bibliografia

- 1) Marco De Nardin, Lo Pneumotorace, Med4care 2022 Apr <https://www.med4.care/pneumotorace-malattia/> (online)
- 2) Zarogoulidis P, Kioumis I, Pitsiou G, et al. *Pneumothorax: from definition to diagnosis and treatment*. J Thorac Dis. 2014 Oct;6 (Suppl 4):S372-6.
- 3) Roberts DJ, Leigh-Smith S, Faris PD, et al. *Clinical manifestations of tension pneumothorax: protocol for a systematic review and meta-analysis*. Syst Rev. 2014 Jan 4;3:3
- 4) Mohammad F. Al-Hurani and Gregor J. Kocher A 24-Year-Old Man with Spontaneous Right Tension Pneumothorax Presenting with Abdominal Pain with an Initial Symptomatic Diagnosis of Acute Pancreatitis Am J Case Rep. 2023; 24: e939036-1–e939036-3
- 5) Jeffrey S Lubin, Joshua Knapp, Maude L Kettenmann Paramedic Understanding of Tension Pneumothorax and Needle Thoracostomy (NT) Site Selection Cureus. 2022 ; 14(7):e27013.
- 6) Brian Wernick, Heidi H Hon, Ronnie N Mubang, Anthony Cipriano, Ronson Hughes, Demicha D Rankin, David C Evans, William R Burfeind Jr, Brian A Hoey, James Cipolla, Sagar C Galwankar, Thomas J Papadimos, Stanislaw P Stawicki, Michael S Firstenberg Complications of needle thoracostomy: A comprehensive clinical review Int J Crit Illn Inj Sci. 2015 Jul-Sep;5(3):160-9.
- 7) Yanhu Wang, Lei Wang, Cheng Chen, Yifan Que, Yinyi Li, Jiang Luo, Ming Yin, Miao Lv, Guogang Xu Safety and Risk Factors of Needle Thoracostomy Decompression in Tension Pneumothorax in Patients over 75 Years Old Can Respir. 2023 :2023:2602988
- 8) N Azizi, E Ter Avest, A E Hoek, Y Admiraal-van de Pas, P J Buizert, D R Peijs, I Berg, A V Rosendaal, T Boeije, V Rietveld, T Olgers , J C Ter Maaten; PRIDE consortium Optimal anatomical location for needle chest decompression for tension

pneumothorax: A multicenter prospective cohort study *Injury*. 2020:S0020-1383(20)30888-3

9) Husham Abdelrahman, Sajid Atique, Ahmad G Kloub, Suhail Y Hakim, James Laughton, Yassir S Abdulrahman, Ayman El-Menyar, Hassan Al-Thani Needle Decompression Causing Pericardial and Pulmonary Artery Injuries in Patients With Blunt Trauma: Two Case Reports and Literature Review *J Investig Med High Impact Case Rep*. 2023 Jan-Dec;11:23247096231211063.

10) Chia-Hung Hsu, Tzu-Yin Lin, Ju-Chi Ou, Jiann Ruey Ong, Hon-Ping Ma Risk Values of Weight and Body Mass Index for Chest Wall Thickness in Patients Requiring Needle Thoracostomy Decompression *Emerg Med Int* . 2020 Oct 26;2020:2070157.

11) Raymond I Okeke, Thomas Hoag, John T Culhane Endpoints in Vital Signs as a Useful Tool for Measuring Successful Needle Decompression After Traumatic Tension Pneumothorax: An Analysis of the National Emergency Medicine Information System Database *Cureus* . 2022 Oct ;14(10):e30715.

12) Daniel Muchnok , Allison Vargo, Andrew-Paul Deeb, Francis X Guyette, Joshua B Brown Association of Prehospital Needle Decompression With Mortality Among Injured Patients Requiring Emergency Chest Decompression *JAMA Surg* . 2022 Oct ;157(10):934-940.

13) Zachary E Dewar, Stephanie Ko, Cameron Rogers, Alexis Oropallo, Andrew Augustine, Ankitha Pamula, Christopher L Berry Prehospital portable ultrasound for safe and accurate prehospital needle thoracostomy: a pilot educational study *Ultrasound J* . 2022 Jun 13;14(1):23.

14) S Goh, W R Xu & L T Teo Decompression of tension pneumothoraces in Asian trauma patients: greater success with lateral approach and longer catheter lengths based on computed tomography chest wall measurements *Comparative Study Eur J Trauma Emerg Surg* . 2018 Oct;44(5):767-771.

15) Johnathon M Aho, Cornelius A Thiels, Moustafa M El Khatib, Daniel S Ubl, Danuel V Laan, Kathleen S Berns, Elizabeth B Habermann, Scott P

Zietlow, Martin D Zielinski Needle thoracostomy: Clinical effectiveness is improved using a longer angiocatheter J Trauma Acute Care Surg . 2016 Feb;80(2):272-7.

16) Daniel Muchnok, NRP, Allison Vargo, BS, Andrew-Paul Deeb, MD, MSc, Francis X. Guyette, MD, MPH and Joshua B. Brown, MD, MSc Association of Prehospital Needle Decompression With Mortality Among Injured Patients Requiring Emergency Chest Decompression JAMA Surg. 2022 Oct; 157(10): 934–940.

17) Seunghee Ki , Beomseok Choi , Seung Bae Cho, Seokwoo Hwang, Jeonghan Lee Unexpected Tension Pneumothorax Developed during Anesthetic Induction Aggravated by Positive Pressure Ventilation: A Case Report Medicina (Kaunas) . 2023 Sep 8;59(9):1631.

18) Chien-Wei Hsu , Shu-Fen Sun Iatrogenic pneumothorax related to mechanical ventilation World J Crit Care Med . 2014 Feb 4;3(1):8-14.

19) Linee guida European Resuscitation Council 2021, arresto cardiaco in circostanze speciali (cap 6 pag. 74) versione tradotta con integrazione a cura di Italian Resuscitation Council

20) Thomas G. Weiser , MD, MPH, Stanford University School of Medicine Pneumotorace (iperteso) Apr 2022 <https://www.msmanuals.com/it-it/professionale/traumi-avvelenamento/trauma-toracico/pneumotorace-iperteso>

21) Istituto Superiore di Sanità Raccomandazioni 34-35 della Linea Guida per la gestione integrata del trauma maggiore dalla scena dell'evento alla cura definitiva- agosto 2022

22) Istituto Superiore di Sanità Raccomandazioni 16-18 della Linea Guida per la gestione integrata del trauma maggiore dalla scena dell'evento alla cura definitiva Marzo 2021

23)Rottenstreich, M.,et al. (2015). "Needle Thoracotomy in Trauma." Military Medicine 180(12): 1211-1213

## ***Ringraziamenti***

*Un ringraziamento alla Prof.ssa Doriana Montani per la disponibilità, l'impegno e l'incoraggiamento che mi ha dato in tutto il percorso di studi, nonché per l'ottimismo che è stata in grado di trasmettermi nei momenti di prova.*

*Un ringraziamento al relatore della mia tesi Prof. Carlo Catanese per la prontezza nella disponibilità a chiarire qualsiasi dubbio.*

*Un ringraziamento ai miei genitori per avermi supportata in questo percorso di studi, ma anche nei precedenti.*

*Un ringraziamento speciale a mia nonna di 101 anni che mi incoraggia in tutti gli esami che affronto.*

*Un grazie a me stessa.*