

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

SCUOLA DI MEDICINA E CHIRURGIA

Corso di Laurea in *Fisioterapia*

TITOLO DELLA TESI

**Approccio ed intervento riabilitativo per bambini e adolescenti
con pectus excavatum. Una scoping review**

Tesi di Laurea in: *Introduzione al trattamento manipolativo della fascia-
corporis*

Presentata da:

Lucia Bartolucci

Relatore:

Chiar.ma Prof.

Elena Ciavatta

Anno Accademico 2021/2022

ABSTRACT

Background: Il pectus excavatum (EP) è l'anomalia congenita più comune della parete toracica. È caratterizzato da depressione variabile dello sterno e cartilagini costali inferiori. Le anomalie del pectus possono essere evidenti all'inizio della vita e sono tre volte più comuni nei maschi rispetto alle femmine. I pazienti con EP possono presentare molti sintomi diversi. Alcuni pazienti con EP soffrono di limitazioni funzionali, problematiche posturali e psicosociali legate all'immagine corporea. Tuttavia, i vari interventi non sono stati standardizzati.

Obiettivi: Questa scoping review mira a mappare e sintetizzare la letteratura con lo scopo di identificare gli interventi riabilitativi presenti per adolescenti e bambini affetti da pectus excavatum.

Metodi: La ricerca, terminata ad agosto 2022, è stata effettuata nelle seguenti banche dati: PUBMED, Cochrane Library e PEDro. È stato inoltre utilizzato il motore di ricerca Google Scholar per contenuti della letteratura grigia. La selezione degli studi è avvenuta secondo precisi criteri di inclusione; sono stati considerati sia studi primari che secondari senza limiti geografici e di lingua per la ricerca di fonti di evidenza. I risultati sono stati presentati sia in modalità numerica sia tematica.

Risultati: Da 47 articoli iniziali, sono stati selezionati secondo i criteri di inclusione 30 articoli, di cui 8 systematic review, 5 RCT, 3 case reports, 2 preliminary reports, 6 studi retrospettivi, 1 case series, 2 studi primari diagnostici, 1 studio prospettico e 2 records dalla letteratura grigia. Il processo di selezione degli articoli è stato riportato attraverso il diagramma di flusso, mentre i contenuti dei singoli articoli sono stati schematizzati in una tabella sinottica.

Conclusioni: Dall'analisi attuale della letteratura emerge che, nonostante la varietà dei trattamenti presenti negli articoli, rimane un'evidente lacuna sull'unanimità riguardo alle indicazioni e alle linee guida da seguire nell'approccio e intervento riabilitativo del ragazzo e bambino con diagnosi di pectus excavatum. Questa scoping review può rappresentare un punto di partenza per le future ricerche.

Parole chiave: *Pectus excavatum; trattamento; fisioterapia; adolescenti; bambini.*

Background: Pectus excavatum (EP) is the most common congenital abnormality of the chest wall. It is characterized by variable depression of the sternum and lower costal cartilages. Pectus anomalies may be evident early in life and are three times more common in boys than in girls. Patients with EP can present with many different symptoms. Some patients with EP suffer from functional limitations, postural and psychosocial problems related to body image. However, the various interventions have not been standardized.

Aim: The present scoping review aims to map and summarize the literature to identify available interventions for children and adolescents affected by pectus excavatum.

Methods: The search, completed in August 2022, was conducted consulting the following databases: PUBMED, Cochrane Library and PEDro. The Google Scholar search engine was also used as main browser for grey literature content/materials. The studies were selected according to strict inclusion criteria; both primary and secondary studies were considered without geographical and language limits for the search of evidence sources. The results were presented both numerically and thematically.

Results: From 47 initial records, 30 studies met the inclusion criteria: 8 systematic reviews, 5 RCT, 3 case reports, 2 preliminary reports, 6 retrospective studies, 1 case series, 2 primary diagnostic studies, 1 prospective study and 2 records from grey literature. The articles selection process has been reported through a flow diagram, while the contents of the individual articles have been schematized in a synoptic table.

Conclusions: The current analysis of the literature shows that despite the variety of treatments in the articles, there remains a clear gap on the unanimity regarding the indications and guidelines to be followed in the rehabilitation approach and intervention in children and adolescents diagnosed with pectus excavatum. This scoping review may represent a starting point for future research.

Keywords: Pectus excavatum; treatment; physiotherapy; adolescent; children.

INDICE

1 INTRODUZIONE	5
1.1 Definizione del Pectus Excavatum	5
1.2 Esami diagnostici.....	5
1.3 Segni e sintomi	7
1.4 Intervento chirurgico nel pectus moderato/severo	10
1.5 Approccio ed intervento riabilitativo.....	12
<u>Valutazione fisioterapica</u>	12
<u>Fisioterapia in relazione all'intervento chirurgico</u>	14
<u>Vacuum bell</u>	16
<u>Fisioterapia conservativa</u>	17
2 METODI	22
2.1 Protocollo	22
2.2 Formulazione del quesito.....	22
2.3 Criteri di eleggibilità	22
2.4 Strategie di ricerca	23
2.5 Selezione degli studi.....	23
3 RISULTATI	24
3.1 Diagramma di flusso	24
3.2 Articoli inclusi alla fine del processo di selezione	25
3.3 Partecipanti.....	26
3.4 Trattamento conservativo e chirurgico	27
3.5 Descrizione degli articoli con tabella sinottica	28
4 DISCUSSIONE	40
4.1 Implicazioni per la pratica clinica	44
4.2 Limiti della ricerca	45
5 CONCLUSIONE	46
BIBLIOGRAFIA	47

1 | INTRODUZIONE

1.1 Definizione del Pectus Excavatum

Il pectus excavatum (EP), che è definito da vari gradi di depressione delle costole e dello sterno sulla superficie anteriore della parete toracica, è la forma più comune di deformità congenita della parete toracica (88%) (1,2). È una malformazione toracica causata da una anomalia delle cartilagini che uniscono le costole allo sterno e da una crescita eccessiva delle stesse che provocano una depressione nel centro del torace.

È prevalentemente presente nel sesso maschile con un'incidenza 4 volte superiore rispetto alle femmine. Seppur le cause non siano ancora dimostrabili, di fatto il 40% dei pazienti riporta una storia familiare di pectus ed il 40% dei casi è associato a scogliosi. E' possibile rilevare una depressione del torace già dalla nascita anche se nella maggior parte dei casi il pectus si conclama in fase di pubertà o adolescenza (13-14 anni) (3).

La malformazione può essere simmetrica o asimmetrica, con asimmetria associata alla rotazione dello sterno verso il lato più depresso (4). Poiché i pazienti con EP possono presentare un habitus marfanoide (5), deve essere eseguita una valutazione delle caratteristiche cliniche della sindrome di Marfan. I pazienti possono avere reperti fenotipici coerenti con la sindrome di Marfan ma non soddisfare tutti i criteri diagnostici (6). Per la valutazione definitiva può essere indicato il rinvio a un genetista (7).

Per lo più, le deformità della parete toracica rappresentano una singola anomalia, ma potrebbero anche essere una manifestazione di vari disturbi genetici.(8)

1.2 Esami diagnostici

Le deformità toraciche vengono diagnosticate mediante misurazioni del torace utilizzando un misuratore flessibile proiettato su carta millimetrata mediante indagini RM/TC e videorastereografia codificata a colori. Inoltre, viene eseguita un'analisi mediastinica ecoguidata del cuore, dei grossi vasi e degli organi mediastinici. Queste indagini potrebbero determinare meticolosamente la morfologia dello sterno, dei segmenti sterno-costali e dell'arco

costale, consentendo di trovare diverse deformità della parete toracica, ovvero 11 tipi diversi. Il significato clinico e chirurgico di tale classificazione può essere dimostrato confrontando i risultati postoperatori di deformità toraciche non classificate con quelli classificati. Le deformità toraciche preoperatorie non classificate hanno spesso forme asimmetriche postoperatorie, recidive locali parziali, eversioni dell'arco costale e platitorace. La determinazione del tipo specifico di una deformità toracica potrebbe portare a considerare una fisioterapia correlata al tipo, come trattamento conservativo o trattamento con *vacuum bell*, e se è indicato un intervento chirurgico può essere eseguita una correzione chirurgica legata alla tipologia di deformità. Una correzione chirurgica adattata e correlata al tipo può prevenire il successivo prollasso della valvola mitrale, infezioni ricorrenti, disturbi vertebrali causati da cifoscoliosi e aumento dell'irritazione psicologica. La classificazione delle deformità toraciche è un ulteriore ed essenziale aiuto per il chirurgo nell'esecuzione di specifici interventi chirurgici: detorsione dello sterno, correzione della regione sterno-costale, dell'arco costale e il tipo di immobilizzazione della parete toracica mediante puntoni metallici. Si può anche confrontare i risultati postoperatori in modo più accurato nel momento in cui sono presenti tipi simili di deformità toraciche. (9) Gli effetti cardiopolmonari dell'EP non possono essere valutati con precisione mediante la sola misurazione della profondità del difetto (10). Il EP largo e piatto può causare compressione cardiaca nonostante l'aspetto lieve. L'auscultazione cardiaca può rivelare un soffio e l'imaging della parete toracica può rilevare uno spostamento del cuore verso sinistra. Questo spostamento può essere causato dalla distorsione e dalla compressione del cuore o da anomalie della valvola (7). La valutazione iniziale dovrebbe includere l'imaging, in particolare la tomografia computerizzata senza mezzo di contrasto o la risonanza magnetica. Queste modalità di imaging consentono la visualizzazione della malformazione e possono rivelare compressione cardiaca, spostamento cardiaco e presenza di atelettasia o compressione tracheobronchiale (2). Le immagini tomografiche computerizzate devono essere ottenute sia all'inspirazione che all'espiazione poiché la gravità del difetto può peggiorare sostanzialmente quando un paziente espira (11). L'imaging viene utilizzato per calcolare l'indice di gravità al livello più basso della malformazione del pettorale, generalmente utilizzando l'indice di Haller o l'indice di correzione (7).

L'indice di Haller è il sistema di misurazione d'elezione utilizzato per il pectus. L'indice di Haller viene calcolato attraverso il rapporto tra il diametro trasversale del torace (al margine interno delle coste) e il diametro antero-posteriore calcolato dal margine posteriore dello sterno a quello anteriore del corpo vertebrale, nel punto di massima depressione toracica (3). Un

punteggio dell'indice di Haller è normale da 2,5 a 2,7 e grave da 3,25 o superiore (7). Quindi il pectus può essere classificato come lieve, moderato o severo (3).

A tutti i pazienti deve essere prescritto un elettrocardiogramma a 12 derivazioni. Nei pazienti con EP si osservano frequentemente anomalie nei risultati dell'elettrocardiogramma, più comunemente blocco di branca destra e segni di ipertrofia atriale e ventricolare. Sono state riportate anche aritmie sinusali e battiti ventricolari prematuri. Per quantificare il grado in cui l'EP influisce sulla capacità di un paziente di esercitare e consumare ossigeno, è necessario eseguire test da sforzo cardiopolmonare. Le limitazioni cardiache risultanti dalla malformazione possono essere dimostrate da un livello massimo di Vo^2 anaerobico anormalmente basso durante il test da sforzo. Uno studio ha rilevato che durante l'esercizio, i pazienti con EP non erano in grado di raggiungere i volumi sistolici dei pazienti di controllo a qualsiasi intensità di esercizio. Di conseguenza, la gittata cardiaca è stata ridotta, il che ha portato a una limitazione della capacità massima di esercizio. In generale, la funzione polmonare non è sostanzialmente anormale nella maggior parte dei pazienti con EP. Tuttavia, un altro esame che i pazienti con pectus excavatum devono sostenere è la spirometria. Nei casi più gravi, la compressione dello sterno e la diminuzione del volume toracico possono causare una diminuzione della capacità vitale forzata, del volume corrente e della saturazione mista di Vo^2 . Inoltre, uno studio ha rilevato che la maggior parte dei pazienti aveva un volume espiratorio forzato normale in 1 secondo/rapporto capacità vitale forzata, suggerendo che l'EP causi una malattia polmonare restrittiva, ma non ostruttiva (7).

1.3 Segni e sintomi

I pazienti con EP possono presentare molti sintomi diversi. I sintomi spesso variano per gravità e il loro effetto sulle attività quotidiane del paziente. La gravità del difetto non è necessariamente correlata alla gravità dei sintomi. Molti pazienti sono asintomatici in giovane età, ma iniziano a manifestare sintomi quando entrano nell'adolescenza. Ciò può essere dovuto ad un peggioramento del difetto o ad un aumento dell'esercizio e dell'attività fisica. I sintomi più costantemente espressi sono la dispnea con l'esercizio e la perdita di resistenza. A seguire un elenco dei sintomi comuni dell'EP:

1. Dispnea con lieve esercizio

2. Perdita progressiva di resistenza
3. Incapacità di stare al passo con i coetanei
4. Dolore toracico con attività
5. Peggioramento, affaticamento progressivo
6. Palpitazioni
7. Tachicardia
8. Sibilo indotto dall'esercizio
9. Frequenti infezioni delle vie respiratorie superiori
10. Facile affaticamento
11. Svenimento/vertigini
12. Dolore al petto senza esercizio
13. Intolleranza all'esercizio (2)
14. Disturbi dell'immagine corporea e dell'autostima (3)

Nonostante numerosi studi, che valutano la funzione cardiaca e polmonare, non vi è stata alcuna dimostrazione conclusiva o coerente dell'impatto fisiologico correlato ai sintomi dell'EP. Si ritiene che le anomalie anatomiche, tra cui la diminuzione del volume toracico e la compressione cardiaca, spieghino gli effetti fisiologici osservati dai pazienti. Anche l'aumento del lavoro respiratorio di una parete toracica parzialmente ristretta con ridotto apporto di ossigeno ai muscoli, che lavorano a causa del ridotto ritorno venoso al cuore destro, può svolgere un ruolo. Si sospetta che la compressione sternale riduca il volume toracico, il che può ridurre l'SVO₂, tolleranza all'esercizio, volume corrente e capacità vitale, causando dispnea e diminuzione della resistenza con tachipnea compensativa durante l'esercizio. La compressione cardiaca può anche ridurre la gittata sistolica e la gittata cardiaca nelle deformità gravi, causando affaticamento precoce e tachicardia compensatoria.

I problemi psicosociali che circondano l'immagine corporea tra gli adolescenti possono essere significativi, alterare la vita e occasionalmente possono essere pericolosi per la vita. La scarsa immagine corporea e la ridotta funzione psicosociale sono fattori importanti che possono portare ad una riparazione chirurgica. Bambini e adolescenti con differenze fisiche

potenzialmente visibili possono essere a rischio per l'immagine corporea e difficoltà interpersonali (2). Ad esempio, i pazienti adolescenti possono essere soggetti a stress psicologico e traumi dovuti al confronto tra pari (7). La ricerca psicologica sui pazienti con deturpazione conferma il disturbo dello schema corporeo e l'alterazione dell'autorappresentazione dell'individuo (12). La riparazione chirurgica dell'EP può migliorare significativamente le difficoltà con l'immagine corporea e le limitazioni all'attività fisica che sono vissute dai pazienti. Questi risultati dovrebbero spingere i medici a considerare le implicazioni fisiologiche e psicologiche dell'EP proprio come farebbero con qualsiasi altra deformità fisica nota per avere tali conseguenze (2).

Il paziente con EP può presentare anche problematiche posturali. Il ragazzo con pectus presenta, in particolare, aumento della cifosi dorsale, capo in estensione per mantenere lo sguardo all'orizzonte-allineato, accentuazione della lordosi lombare e scoliosi.

Testa e collo: in molti pazienti il capo è proteso in avanti per compensare la posizione del torace e i muscoli del collo si trovano in squilibrio tra flessori ed estensori principalmente per motivi di contratture-accorciamenti. Il pectus crea un "blocco" sul quale si organizzano compensi per la funzione. I muscoli pettorali, come i muscoli rotatori dell'omero possono essere accorciati.

Spalle: le spalle sono generalmente ricurve e le scapole si presentano protruse.

Addome: anche l'addome può apparire protruso e le coste esposte nella parte inferiore della cassa toracica. E' importante considerare che ogni ragazzo potrà organizzare, sugli squilibri, compensi diversi (3).

I sintomi di molti pazienti con EP non trattati peggiorano progressivamente con l'età. In casi gravi, in cui i pazienti manifestano disturbi nelle funzioni cardiache e respiratorie e ridotta capacità di svolgere attività cardiovascolari intense, viene raccomandato l'intervento chirurgico sia per i pazienti giovani che per quelli adulti. I pazienti adulti possono anche avere una notevole progressione dei sintomi con l'invecchiamento, poiché la parete toracica diventa meno cedevole e i meccanismi compensatori diminuiscono (7).

In contrasto con queste descrizioni di segni clinici più o meno gravi, i sintomi che interessano le attività della vita quotidiana sono rari. Pertanto, alcuni autori hanno descritto l'indicazione per una correzione PE come principalmente estetica (8).

Il pectus lieve viene trattato con fisioterapia ed esercizi di riabilitazione che hanno come obiettivo l'educazione /ri-educazione della postura. E' importante un'attenta valutazione dei

punti di blocco non solo del rachide e della gabbia toracica. E' necessaria un'attenzione d'insieme (immagine corporea, propriocezione) nel rispetto dell'integrità motoria del ragazzo in età evolutiva.

Il pectus moderato o severo (punteggio dell'indice di Haller superiore a 3,25) richiede generalmente la correzione chirurgica per modificare la posizione dello sterno, diminuire la compressione cardiaca ed aumentare la capacità polmonare. La fisioterapia deve affiancare questa fase nel pre-intervento e nel post-intervento (3).

1.4 Intervento chirurgico nel pectus moderato/severo

Il trattamento dell'EP è chirurgico e le indicazioni terapeutiche includono segni e sintomi funzionali e psicologici, ridotta qualità della vita e problemi estetici (12).

In generale, l'età consigliata per la correzione chirurgica è la metà dell'adolescenza. La riparazione durante questa fase consente ai pazienti di completare la loro crescita e riduce il rischio di recidiva. (7)

La riparazione chirurgica dell'EP si è evoluta in modo significativo negli ultimi 50 anni. Ci sono una varietà di tecniche che sono state utilizzate con successo, ma i 2 metodi più comuni includono le modifiche dell'approccio aperto, descritto per la prima volta da Ravitch, e l'approccio di Nuss, o minimamente invasivo. (2)

In passato, la procedura Ravitch è stata sostenuta per la gestione dell'EP. Questa procedura ha comportato vari gradi di rimozione della cartilagine costale attraverso un'incisione anteriore (7). La tecnica di Ravitch prevede una grossa incisione del torace e la rimozione di segmenti di costole. Lo sterno deve essere fratturato almeno in un punto per essere riposizionato. La durata dell'intervento è di circa 4-5 ore. Complicazioni dell'intervento possono essere sanguinamento, infezioni, danni ai polmoni ed alla pleura e necessità di inserire un drenaggio toracico. Il risultato è soddisfacente ma la cicatrice sarà estesa (3). Tuttavia, nei bambini e negli adolescenti, la procedura Ravitch è stata generalmente sostituita con procedure minimamente invasive come la procedura di Nuss (7).

Negli anni '90, viene sviluppata la tecnica di Nuss per la correzione chirurgica del pectus excavatum. Con quest'ultima tecnica il chirurgo effettua due piccole incisioni laterali e,

attraverso una telecamera (toracoscopio) può visualizzare l'interno del torace affinché la barra possa essere piazzata evitando di danneggiare organi interni. La barra viene fissata tramite uno stabilizzatore. La durata dell'intervento è di un'ora circa. L'età ideale per l'inserimento della barra è normalmente tra gli 11 ed i 14 anni, a seconda della crescita del paziente. La barra viene rimossa dopo circa tre anni con un breve intervento in anestesia totale nel corso del quale viene riaperta una delle due ferite (o all'occorrenza entrambe) e sfilata la barra. La tecnica di Nuss viene definita mini-invasiva in quanto non prevede sternotomia e resezione delle costole. Questa tecnica presenta meno complicazioni rispetto ai metodi utilizzati in precedenza (13), anche se la rotazione o il malposizionamento della barra continuano ad essere una potenziale complicazione postoperatoria della procedura di Nuss. Nelle mani di un chirurgo esperto, questo rischio dovrebbe essere inferiore al 5%. In generale, nella maggior parte dei pazienti è previsto un breve ricovero da 3 a 5 giorni con un ripristino della normale attività da 4 a 6 settimane. (7)

La tecnica di Nuss:

1. Riduce la durata dell'intervento
2. Diminuisce la perdita di sangue
3. Prevede un ritorno più rapido alle attività quotidiane (circa un mese a seconda del paziente) (3)

L'uso della tecnica mini-invasiva ha ridotto il tempo operatorio e ridotto la necessità di un'ampia fisioterapia polmonare postoperatoria. In 75 bambini seguiti per oltre 5 anni, i risultati estetici sono stati eccellenti e l'immagine di sé è notevolmente migliorata. (14)

Il pectus excavatum può ripresentarsi dopo qualsiasi tipo di riparazione chirurgica e il rischio varia in base all'età del paziente, al tipo e alla gravità dell'EP e alla presenza di disturbi del tessuto connettivo sottostanti. La rimozione delle barre di supporto da 2 a 3 anni dopo la procedura di Nuss ha ridotto i tassi di recidiva dal 2% al 5%. La qualità della vita e l'autostima hanno dimostrato di migliorare con la riparazione chirurgica. Quando sono stati intervistati dopo la procedura di Ravitch o la procedura di Nuss, i pazienti hanno mostrato un aumento della qualità della vita correlata alla salute, con differenze minime nella soddisfazione del paziente tra le 2 procedure chirurgiche (7).

1.5 Approccio ed intervento riabilitativo

Valutazione fisioterapica

In letteratura sono descritte le seguenti valutazioni che sono state attuate in presenza di un paziente con pectus excavatum.

La dispnea a riposo e da sforzo è stata misurata con la scala modificata della dispnea Borg (scala 0-10) e una VAS (costituito da una linea orizzontale di 10 cm, senza mancanza di respiro ed estrema mancanza di respiro elencate rispettivamente all'estremità sinistra e destra della linea).

L'auto-percezione del pectus excavatum da parte del soggetto è stata ottenuta attraverso l'autovalutazione utilizzando una scala da 0 (peggiore auto-percezione del pectus excavatum) a 10 (migliore auto-percezione del pectus excavatum).

Forza e resistenza muscoli ventilatori: la misurazione della pressione inspiratoria ed espiratoria è stata effettuata con il trasduttore di pressione Micro MPM (precisione, ± 0.01 cm H₂O). Il soggetto preso in esame nel case report era seduto con l'anca e il tronco ad un angolo di 90° ed è stato incoraggiato a eseguire i test con il massimo sforzo. MIP e MEP sono stati ottenuti rispettivamente dopo un'espiazione massima (quasi a volume residuo) e dopo un'inspirazione massima (capacità polmonare totale). La misurazione della resistenza muscolare inspiratoria è stata eseguita con un dispositivo di carico soglia che ha fornito resistenza durante l'inspirazione. La saturazione di ossigeno e l'uso dei muscoli inspiratori sono stati monitorati durante il test di resistenza. Nel soggetto sono state eseguite 8 misurazioni antropometriche e 1 misurazione volumetrica. (15)

Le misurazioni antropometriche nell'area del torace sono state ottenute con un metro a nastro all'angolo sternale, al processo xifoideo e al livello medio addominale e ombelicale durante l'inspirazione e l'espiazione sia massima che normale.

Le misurazioni antropometriche sono state ottenute 3 volte in ciascun sito durante la respirazione del volume corrente (respirazione del volume corrente normativo) e durante la respirazione della capacità vitale (sforzo inspiratorio ed espiratorio massimo) per garantire la coerenza delle misurazioni. Una media delle misurazioni durante il volume corrente e la respirazione della capacità vitale è stata utilizzata come misurazioni antropometriche finali del sito.

L'indice antropometrico è stato utilizzato per valutare la gravità dell'EP. La gravità del EP è stata determinata calcolando la profondità percentuale modificata. Utilizzando un calibro, il diametro anteroposteriore (a: la distanza tra il punto più depresso dello sterno e la vertebra allo stesso livello), il diametro laterale-destro (b: la distanza tra la parte laterale più alta dello sterno a destra e la vertebra allo stesso livello) e il diametro laterale sinistro (c: la distanza tra la parte laterale più alta dello sterno sul lato sinistro e la vertebra allo stesso livello). Quindi, la profondità percentuale modificata è stata calcolata con la seguente formula:

$$\text{Profondità percentuale modificata} = \frac{b - a \text{ o } c - a}{b \times 100 \text{ o } c \times 100}$$

Inoltre, si possono eseguire le misurazioni del calibro. Esse includono:

- T1: distanza tra il processo spinoso della vertebra allo stesso livello, punto del bordo superiore del manubrio.
- T3: distanza tra il processo spinoso della vertebra allo stesso livello, punto di massima sporgenza allo sterno.

La gravità del EP è stata calcolata con la formula: $T3/T1 \times 100$ (%). I pazienti sono definiti EP se il risultato è <110 . La misurazione T3 e la gravità del EP mostrano la più alta correlazione con l'indice di Haller e di correzione (16). L'IA (indice antropometrico) ha consentito un'adeguata misurazione del difetto, mantenendo un'elevata correlazione con HI (indice di Haller) e un'elevata accuratezza, simile agli indici già riconosciuti e pubblicati e un confronto efficiente tra la misurazione preoperatoria e i risultati postoperatori. (17)

La misura volumetrica è stata eseguita per misurare indirettamente la gravità del pectus excavatum. La misura volumetrica è stata ottenuta con il soggetto sdraiato supino per 5 minuti e respirando a un volume corrente e una frequenza respiratoria costanti (13 respiri/min) mentre versava lentamente acqua da un cilindro graduato riempito precedentemente fino a quando l'eventuale quantità di acqua non ha iniziato a traboccare dal petto escavato. La quantità di acqua rimasta nel cilindro è stata sottratta dal livello iniziale dell'acqua del cilindro e la differenza ha determinato il PSI (pectus severity index) (in H_2O). La gravità del pectus excavatum è stata anche misurata con un righello di legno da 30,5 cm (12 pollici) e un metro a nastro in posizione supina posizionando 1 estremità del righello nel pectus excavatum a livello dei capezzoli e misurando la profondità del pectus excavatum sul righello dal metro posizionato circolarmente attorno al torace a livello del capezzolo.

Il test da sforzo massimo, limitato ai sintomi, del tapis roulant è stato eseguito con un tapis roulant calibrato a partire da 2,7 km/h (1,7 mph), pendenza del 10% e progredendo a velocità e inclinazioni maggiori ogni 3 minuti. La frequenza cardiaca e il ritmo sono stati monitorati continuamente e registrati ogni 3 minuti. La pressione sanguigna è stata rilevata e registrata ogni minuto di esercizio. L'RPE è stato ottenuto all'inizio e alla fine di ogni fase dell'esercizio.

Viene attuata anche la valutazione postura eretta a riposo e flessione in avanti, valutazione posturale della scapola, valutazione della lunghezza degli AAII (ricerca di dismetrie). Test muscolare manuale: La flessione della spalla, l'abduzione e la rotazione interna ed esterna sono state testate in posizione seduta. La flessione della spalla, l'abduzione orizzontale, il trapezio inferiore e la retrazione della scapola sono stati testati in posizione prona e la protrazione della scapola è stata testata in posizione supina. Il MMT (manual muscle test) è stato testato prima e dopo 8 settimane di intervento. Lo stato della deformità del pettorale (fisso vs non fisso) è stato esaminato utilizzando 2 diverse tecniche. Il paziente è stato posto supino e la mano del terapeuta è stata leggermente posizionata sul processo xifoideo del paziente. Al paziente è stato chiesto di ispirare profondamente e tentare di spingere il processo xifoideo e il torace anteriore nella mano del terapeuta. Se il paziente non era in grado di muovere il processo xifoideo e abbassare il torace anteriore verso l'alto nella mano del terapeuta, il pectus excavatum è stato giudicato fisso. Se il paziente ha spostato il processo xifoideo e la parte anteriore del torace inferiore verso l'alto minimamente (<2 cm), il pectus excavatum è stato giudicato semifisso. Se il paziente ha spostato liberamente il processo xifoideo e la parte anteriore del torace verso l'alto (>2 cm), il pectus excavatum è stato giudicato non fisso. (15)

Fisioterapia in relazione all'intervento chirurgico

Uno studio, che aveva come quesito l'importanza della fisioterapia come coadiuvante del trattamento chirurgico della deformità della parete toracica anteriore, ha riscontrato alterazioni posturali preoperatorie nel 52% dei pazienti, sia in pazienti con pectus carinatum (n = 5) che in pazienti con pectus excavatum (n = 16). Nei pazienti senza alterazioni posturali, la fisioterapia non è necessaria, ad eccezione delle cure polmonari postoperatorie. (18)

Lo scopo di questo studio era confrontare la capacità di esercizio funzionale e la funzione polmonare tra i pazienti sottoposti a riabilitazione precoce con quelli sottoposti alle cure convenzionali dopo la riparazione del pectus excavatum utilizzando la procedura di Nuss. I

pazienti sono stati assegnati in modo casuale al gruppo di riabilitazione precoce (ERG), che ha iniziato la riabilitazione dopo l'intervento chirurgico e al gruppo di cure convenzionali (CG), che ha ricevuto cure di routine dell'istituto. Sono stati valutati prima dell'intervento chirurgico (preoperatorio) e in giornata di dimissione dall'ospedale (postoperatorio). I pazienti sottoposti alla riabilitazione precoce dopo la procedura di Nuss hanno presentato una migliore capacità di esercizio funzionale postoperatorio nel giorno della dimissione dall'ospedale rispetto ai pazienti del gruppo convenzionale, senza differenze nella funzionalità polmonare tra i gruppi. (19)

Il ricovero per l'intervento di Nuss è generalmente di 5 giorni e dal giorno successivo l'intervento è possibile alzarsi e camminare con il supporto dei fisioterapisti. E' necessario dormire sul dorso (per i primi tre mesi dall'intervento e sino a diverse indicazioni del chirurgo), camminare, muovere le braccia, fare esercizi di respirazione ed evitare immobilità ed irrigidimento. I primi giorni si sconsigliano piegamenti del busto in particolare torsioni. Per passare dalla posizione supina a quella seduta il paziente va guidato appoggiando una mano sulla sua schiena e spingendo verso l'alto per evitargli sforzi. Una volta a casa il paziente potrà da coricato portare le ginocchia verso il petto ed utilizzare il contrappeso delle gambe per raggiungere la posizione seduta. La stitichezza è un problema frequente dopo l'intervento.

il paziente torna a casa dopo l'intervento con le proprie gambe. Può muoversi ed andare in bagno in autonomia. Per quanto riguarda la doccia è bene seguire le indicazioni dell'ospedale. Ci vorranno mediamente due-tre settimane per un ritorno alla totale normalità. Poiché le giornate sono piuttosto lunghe e l'umore instabile è consigliabile avere compagnia, la visita di amici o parenti, senza affaticarsi troppo. E' bene anche riposare durante il giorno, magari dopo pranzo, dal momento che il riposo notturno è non continuativo. Per il rientro a casa si consiglia un letto abbastanza rigido e almeno 3 guanciali che potranno essere messi o tolti a seconda delle esigenze.

I ragazzi con la barra nelle settimane successive all'intervento hanno quasi sempre degli sbalzi emotivi dovuti principalmente:

1. Alla percezione fisica della barra che provoca un senso di costrizione, come se si fosse ingabbiati in qualcosa che in quel momento sentiamo ci condizionerà per i tre anni successivi. E' una sensazione negativa che passerà non appena si riprenderà la vita normale quasi dimenticandosi della presenza della barra.
2. Ad un effetto dei medicinali che sono stati somministrati durante la degenza, in particolare quelli finalizzati alla terapia del dolore (3).

Vacuum bell

Un'alternativa non chirurgica nel trattamento della EP è rappresentata dalla *vacuum bell*.

Essa è una ventosa applicata alla parete toracica per creare un vuoto che risucchia la deformità verso l'esterno. Quando applicato al torace, il sollevamento sternale è evidente. La *vacuum bell* dovrebbe essere applicata quotidianamente per una durata adeguata (ogni giorno per molte ore) per garantire la riformazione dell'anomalia toracica. Il dispositivo può anche essere utilizzato temporaneamente durante la procedura di Nuss per allargare lo spazio precardiaco retrosternale quando si posiziona la barra in una grave deformità. (1)

Posizionata sul torace, il paziente produce una pressione negativa con una pompa a mano ogni giorno per diversi mesi. E' stato dimostrato che la *vacuum bell* potrebbe essere un'alternativa al trattamento chirurgico nei casi meno gravi e nella preparazione preoperatoria. Tuttavia, mancano ancora risultati a lungo termine.(8)

La *vacuum bell* è raccomandata principalmente per i pazienti con EP prominente che non è abbastanza grave da richiedere un intervento chirurgico ma causa complicazioni psicologiche. (16)

Uno studio preliminare valuta l'efficacia dell'aspirazione a coppa nella correzione del tipico pectus excavatum, in particolare valuta l'efficacia della ventosa nella correzione del pectus excavatum ed esamina la collocazione di questo sistema come trattamento strategico e come alternativa alla chirurgia. Il protocollo di gestione prevedeva: regolazione dell'aspirazione della coppa, esercizi di rafforzamento e follow-up clinico ogni due o tre mesi. I criteri di valutazione durante e al termine dello studio sono stati: profondità dell'EP, morbilità e compliance al trattamento. I risultati parziali e finali sono stati valutati dai pazienti, dai loro genitori e dal medico, utilizzando una scala di punteggio qualitativa. In conclusione, il trattamento con ventosa è un'utile alternativa promettente in casi selezionati di EP simmetrica e asimmetrica, a condizione che il torace sia flessibile. La durata del trattamento è direttamente collegata all'età, alla gravità e alla frequenza di utilizzo. Sta diventando una terapia ben riconosciuta, che migliora l'immagine di sé in quei pazienti, la cui parete toracica anteriore è ancora flessibile. L'aspirazione a ventosa può essere utilizzata per la pediatria e i giovani adulti in attesa

di un trattamento, possibilmente un intervento chirurgico, tuttavia, l'effetto a lungo termine di questa procedura rimane poco chiaro. (20)

Pazienti in altri paesi hanno riportato la correzione della malformazione e l'elevazione del torace con la campana a vuoto; Il 10% di questi pazienti ha scelto la riparazione chirurgica dopo aver utilizzato il dispositivo (7). Molti pazienti che hanno utilizzato la *vacuum bell* hanno riportato che i risultati non erano soddisfacenti. La frequente inefficacia di questo dispositivo presumibilmente non è dovuta tanto alle sue proprietà quanto alla difficoltà di applicazione ed alla mancanza di costanza da parte dei pazienti. (3)

Fisioterapia conservativa

Sebbene non ci siano informazioni o consenso in letteratura sul ruolo della fisioterapia nel trattamento delle deformità della parete toracica come l'EP, si ritiene che la fisioterapia svolga un ruolo significativo nella prevenzione e correzione di queste deformità, nella prevenzione di possibili complicanze postoperatorie e nel raggiungimento di buon aspetto estetico. Tuttavia, non ci sono prove a sostegno di questo punto di vista da studi controllati.

Nei pazienti con EP, fisioterapia e riabilitazione dovrebbero integrare la fisioterapia cardiopolmonare e ortopedica. È stato dimostrato che l'angolo della cifosi toracica ha una correlazione negativa significativa con la capacità inspiratoria, la qualità della vita e l'espansione laterale del torace. Inoltre, la letteratura correlata raccomanda la fisioterapia per i pazienti che usano la campana a vuoto per migliorare le loro attività fisiche e migliorare la loro alterazione posturale. Viene attuato uno studio (trial clinico randomizzato) con lo scopo di determinare gli effetti di un programma di fisioterapia applicato in aggiunta al trattamento con campana a vuoto nei pazienti con EP.

- Gruppo 1: i pazienti hanno utilizzato la campana a vuoto per 30–60 minuti due volte al giorno per 12 settimane ($n = 13$).
- Gruppo 2: i pazienti hanno utilizzato la campana a vuoto per 30–60 minuti due volte al giorno e hanno frequentato un programma di fisioterapia per 12 settimane ($n = 13$) (fisioterapia muscoloscheletrica e cardiopolmonare simile a quella descritta da Canavan e Cahalin (15)). Questo programma giornaliero a casa comprendeva 10–12 esercizi di respirazione ripetitivi 2–3 volte al giorno ed esercizi muscolo-scheletrici

almeno 3–4 volte a settimana. Il programma di esercizi polmonari comprendeva esercizi di respirazione laterale costale diaframmatica, superiore e medio/inferiore ed esercizi respiratori che coinvolgono ciascun lobo polmonare. Oltre a coinvolgere i lobi posteriori, medi e inferiori, nel programma di esercizi polmonari (25 minuti per ogni sessione di fisioterapia) sono stati inclusi esercizi respiratori in posizione prona durante l'esecuzione di una combinazione di questi esercizi con trattenimento del respiro. In tutti gli esercizi respiratori, i pazienti con EP asimmetrica potevano respirare sul lato depresso, la respirazione dall'altra parte veniva impedita.

Il tipo di esercizi muscolo-scheletrici è stato deciso dopo aver valutato la distorsione posturale, la tensione dei muscoli e la forza muscolare del paziente. Gli esercizi del sistema muscolo-scheletrico includevano stretching, rafforzamento, consapevolezza della postura, mobilizzazione e manipolazione. Dopo che è stata raggiunta la mobilità del tronco e sono stati insegnati esercizi di respirazione adeguati, ai pazienti sono stati somministrati ulteriori esercizi aerobici (di solito consentiti dopo 1 mese). Gli esercizi di stretching includevano flessori laterali e flessori della regione cervicale (in particolare sternocleidomastoideo, trapezio superiore, muscoli scaleni), muscolo grande pettorale (quindi rafforzamento della parte sternocostale del muscolo grande pettorale) e muscoli latissimus dorsi. Successivamente, gli esercizi di rafforzamento (due volte al giorno, 3-4 volte a settimana) includevano i muscoli respiratori accessori. Esercizi di rafforzamento sono stati applicati alle sezioni media e inferiore del trapezio, dentato anteriore, posteriore inferiore, romboidi, muscoli della cuffia dei rotatori, estensori della schiena, quadrato dei lombi (asimmetrico, in base alle condizioni del paziente), retto addominale, muscoli obliqui e addominali inferiori. È stata inclusa anche l'inclinazione posteriore delle regioni cervicale e lombare. Sono stati inclusi esercizi di consapevolezza posturale, metodi di manipolazione e mobilizzazione (per aumentare la mobilità della colonna vertebrale e del torace) e un programma di esercizi aerobici.

In conclusione, a causa degli ulteriori miglioramenti e della maggiore soddisfazione nel gruppo che riceve la fisioterapia, si ritiene che un adeguato programma riabilitativo dovrebbe essere applicato contemporaneamente al trattamento con campana a vuoto nei pazienti con EP. Inoltre, da questo studio risulta che la fisioterapia polmonare ha portato a una maggiore mobilità dell'area del torace.(16)

In letteratura è presente anche un single-case study con l'obiettivo di esaminare gli effetti di un programma di fisioterapia individualizzata (PT) per un soggetto con pectus excavatum e dolore bilaterale alla spalla. Un programma di PT individualizzato (3 mesi che include esercizi di respirazione ed esercizi terapeutici) ha fornito miglioramenti da minimi a moderati su molte caratteristiche del pectus excavatum. L'intervento integrato consisteva in esercizi di respirazione, allenamento aerobico ed esercizi di allungamento e rafforzamento muscoloscheletrico. Gli esercizi di respirazione e gli esercizi aerobici sono stati prescritti da eseguire da 3 a 5 volte a settimana con una progressione della durata dell'esercizio basata sui sintomi e sull'RPE Borg. Inizialmente, sono stati prescritti da 5 a 10 minuti di esercizi di respirazione e da 5 a 10 minuti di esercizi aerobici con un obiettivo rispettivamente di 20 e 30 minuti. Gli esercizi di respirazione consistevano in esercizi di respirazione diaframmatica ed esercizi di respirazione costale laterale con e senza facilitazione manuale utilizzando allungamenti rapidi assistiti e indipendenti alle aree costali addominali e laterali. La delicata trattenuta del respiro è stata eseguita anche durante gli allungamenti e gli esercizi che hanno promosso una maggiore espansione del torace con meno pectus excavatum. Inoltre, molti degli esercizi di stretching e rafforzamento sono stati eseguiti a quattro zampe in previsione che gli effetti della gravità favorirebbero una maggiore espansione del torace e un minor pectus excavatum. Il paziente è stato incaricato di eseguire da 10 a 12 ripetizioni degli esercizi di respirazione da 2 a 3 volte al giorno con una facilitazione manuale indipendente degli esercizi di respirazione (mettendo entrambe le mani sulla gabbia toracica inferiore a metà tra l'ombelico e il processo xifoideo lungo il lato regione costale per promuovere l'espansione della gabbia toracica inferiore durante l'inspirazione e la respirazione con le labbra increspate durante l'espirazione) durante almeno 1 delle sessioni. L'allenamento aerobico è stato fornito utilizzando le linee guida dell'American College of Sports Medicine a un'intensità compresa tra il 70% e l'80% della frequenza cardiaca massima ottenuta durante il test da sforzo su tapis roulant. Molti degli esercizi chiave sono stati prescritti in modo progressivo. Il paziente è stato inizialmente visitato dal fisioterapista cardiopolmonare per 8 settimane (4 visite) ed è stato visitato per altre 8 settimane (4 visite) per PT cardiopolmonare e ortopedico combinato. Gli esercizi di respirazione, gli esercizi aerobici e il programma di resistenza terapeutica sono stati fatti progredire durante ogni visita. Il paziente è stato istruito sulla corretta progressione per quanto riguarda le serie e le ripetizioni, nonché l'ordine degli esercizi. L'aderenza all'esercizio è stata eseguita utilizzando un registro degli esercizi in cui il soggetto è stato istruito a registrare la modalità, la durata e l'intensità dei suoi esercizi quotidiani, nonché il verificarsi di eventuali

eventi avversi o problemi. Il registro degli esercizi è stato utilizzato anche per documentare il programma di esercizi del soggetto, che è stato aggiornato ogni 2 settimane.

Il dolore bilaterale alla spalla è stato eliminato. Un programma di PT individualizzato che integri interventi cardiopolmonari e muscoloscheletrici forniti ad altri pazienti con pectus excavatum può fornire risultati simili. Tuttavia, il PT fornito ai pazienti più giovani con il pectus excavatum può essere di beneficio ancora maggiore a causa di uno scheletro meno maturo. Sono necessarie ulteriori indagini sugli effetti dell'intervento di PT fornito a persone giovani e anziane con il pectus excavatum. Questo risultato suggerisce che l'esercizio da solo può essere efficace. (15)

Presente in letteratura anche un altro studio con lo scopo di valutare la funzione respiratoria e la capacità funzionale nei bambini con pectus excavatum che hanno seguito un programma di fisioterapia, confrontare questi parametri con controlli sani e valutare l'aderenza di questa categoria di pazienti (pectus excavatum senza indicazioni chirurgiche) a un programma di esercizio supervisionato. I pazienti dello studio hanno eseguito un programma di esercizi di 12 settimane. Sono stati valutati all'inizio e alla fine della riabilitazione mediante spirometria e test di capacità funzionale (test del cammino di 6 minuti). I genitori di bambini con pectus excavatum hanno completato un questionario di aderenza di 10 elementi. Nei bambini con pectus excavatum senza indicazioni chirurgiche, la capacità vitale forzata, il volume espiratorio forzato in 1 s e la capacità funzionale valutata mediante il test del cammino di 6 minuti sono migliorati significativamente dopo un programma di esercizio supervisionato di 12 settimane. Lo studio ha mostrato che l'aderenza al programma basato sull'esercizio era buona per tutti i pazienti.(21)

Il processo riabilitativo dovrebbe affrontare la condizione individuale e la forma fisica del paziente, obbligando il fisioterapista a condurre un programma personalizzato basato sui risultati spirometrici. (22)

Quindi, un programma di riabilitazione fisioterapica e posturale che accompagni il paziente dalla diagnosi sino, nell'eventualità di un intervento, nel post-operatorio è altamente raccomandato sia per il miglioramento dell'attività respiratoria sia per alleviare il dolore post-operatorio, che può avere un ruolo altamente invalidante nei primi mesi dopo l'intervento, ed accelerare il decorso post-intervento. Tuttavia, non sono presenti linee guida approvate sul trattamento riabilitativo da attuare nel quadro clinico di diagnosi di pectus excavatum.

L'obiettivo della tesi, in questo caso della scoping review, è quello di vagliare tutto ciò che è presente nella letteratura scientifica e nella letteratura grigia riguardo all'approccio riabilitativo nei confronti di adolescenti e bambini con diagnosi di pectus excavatum al fine di indagare se è presente un trattamento considerato elettivo nella letteratura.

In questo caso il quesito della ricerca (PCC) è:

P (popolazione) = children / adolescents with pectus excavatum

C (concetto) = physiotherapy / physiotherapy techniques

C (contesto) = nella letteratura scientifica e nella letteratura grigi

2 | METODI

2.1 Protocollo

Per il report di questa scoping review è stato utilizzato come riferimento la checklist Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR 2020) (23). È possibile accedere alla checklist su <https://www.equator-network.org/>.

È stata condotta una scoping review in quanto particolarmente utile quando il quesito di ricerca rimanda a una letteratura di natura complessa ed eterogenea, non riconducibile a una revisione sistematica precisa.

2.2 Formulazione del quesito

Il quesito di ricerca di partenza è stato: “Cosa è presente nella letteratura in merito all’approccio ed intervento riabilitativo per bambini ed adolescenti con pectus excavatum?”.

2.3 Criteri di eleggibilità

Criteri di eleggibilità per gli studi analizzati sono definiti dal seguente Population, Concept, e Context (PCC) criteria.

- Population: vengono inclusi ragazzi e bambini con diagnosi di pectus excavatum. Parole chiave utilizzate sono *children / adolescents with pectus excavatum*.
- Concept: viene preso in considerazione ogni tipologia di intervento fisioterapico sia preoperatorio, sia postoperatorio, sia di tipo conservativo. Parole chiave utilizzate sono *physiotherapy/physiotherapy techniques*.
- Context: questa scoping review considera studi condotti in qualsiasi contesto.
- Types of sources of evidence: questa scoping review include qualsiasi tipologia di studio. Non sono state applicate restrizioni di tempo, geografiche, di setting e di lingua.

2.4 Strategie di ricerca

Banche dati in cui ho attuato la ricerca sono: PUBMED, PEDRO, COCHRANE.

Per ricerca di letteratura grigia ho utilizzato: Google Scholar, testi e contenuti condivisi dalla associazione Pectus Academy.

La data in cui è iniziata la ricerca è il 28/06/2022 ed è terminata ad agosto 2022.

La ricerca nelle varie banche dati è stata attuata con una determinata stringa di ricerca, differente per ciascuna banca dati:

- PEDro: “pectus excavatum”, physiotherapy
- Pubmed:
children adolescents AND pectus excavatum AND physiotherapy techniques
pectus excavatum AND physiotherapy
- Cochrane library: “physiotherapy” AND “pectus excavatum”

Nella ricerca non è stato utilizzato nessun tipo di limite.

2.5 Selezione degli studi

Il processo denominato “data charting” è il processo di estrazione e presentazione dei dati, che fornisce un riepilogo logico e descrittivo. Le informazioni chiave che sono state tracciate dagli articoli selezionati sono: autori, anno di pubblicazione, design dello studio, obiettivi, popolazione e dimensione dei campioni degli studi, tipo di intervento, risultati.

È stata attuata una analisi descrittiva, e i risultati sono stati rappresentati in due modalità:

- In modo numerico: gli studi inclusi sono stati riportati attraverso frequenze e percentuali, ed è stato tracciato in modo descrittivo il processo decisionale della ricerca. In aggiunta, i dati estratti sono stati sintetizzati attraverso tabelle e diagrammi con le loro principali caratteristiche.
- In modo tematico: i temi e i concetti chiave rilevanti per il quesito della ricerca e per i risultati sono stati riportati attraverso una sintesi tematica.

3 | **RISULTATI**

3.1 **Diagramma di flusso**

Sono stati selezionati 30 articoli a seguito del processo riportato in Figura 1.

La ricerca è stata eseguita utilizzando i motori di ricerca PubMed, PEDRO, COCHRANE library e Google Scholar. Con le stringhe utilizzate in ciascuna banca dati, precedentemente citate, sono stati individuati 45 articoli, di cui 42 su PubMed, 1 su PEDRO e 2 su COCHRANE library, con, in aggiunta, 2 articoli identificati dalla letteratura grigia (Google Scholar).

Come prima cosa sono stati eliminati i duplicati: dei 47 articoli complessivi ne sono rimasti 44, i quali sono stati sottoposti ad un primo screening in base al titolo e abstract. Quindi sono stati esclusi 12 articoli per abstract non presente / non pertinente.

Dopo la lettura dei full-text, sono stati esclusi due articoli per full-text non presente / non pertinente al quesito di partenza.

In conclusione, sono stati inclusi nella scoping review in totale 30 articoli selezionati da banche dati e letteratura grigia.

Il processo di selezione degli studi è rappresentato graficamente mediante il diagramma di flusso che segue (Figura 1).

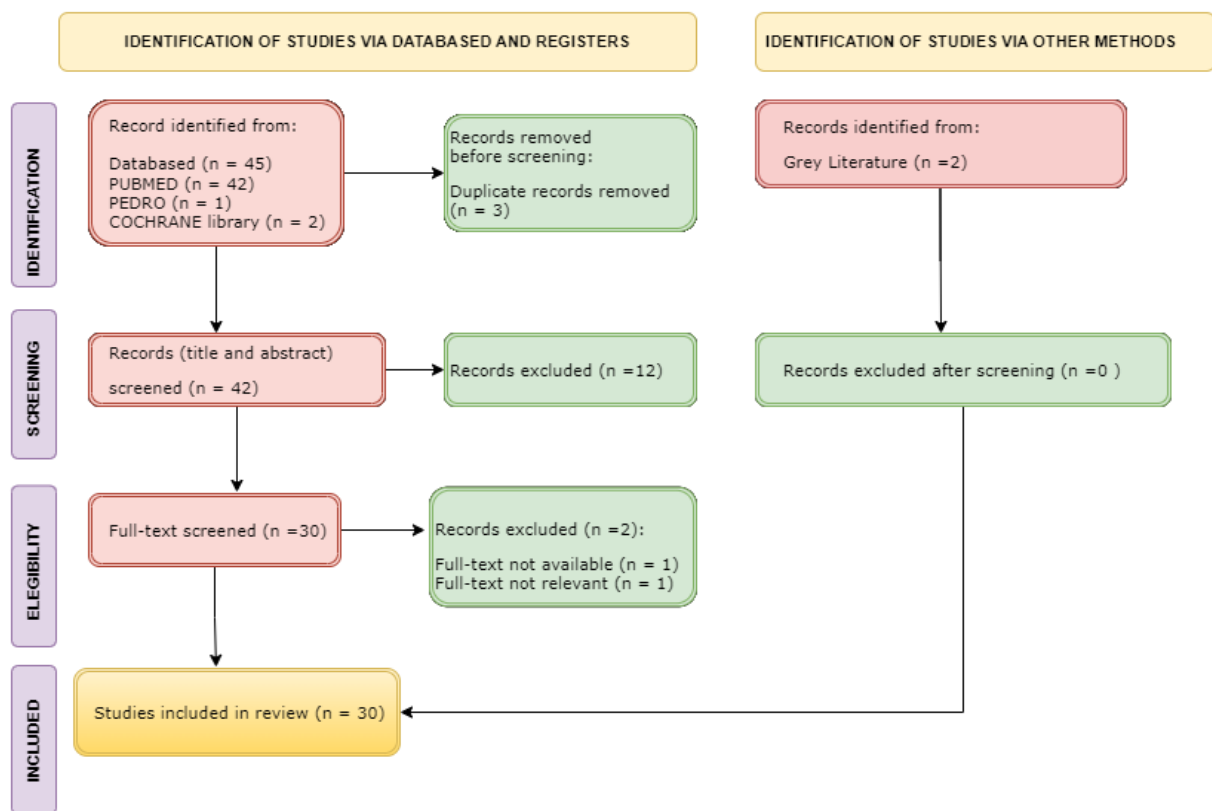


FIGURE 1: Preferred reporting items for systematic review and meta-analyses 2020 (PRISMA ScR) flow-diagram

3.2 Articoli inclusi alla fine del processo di selezione

Tabella 1 sintetizza le principali caratteristiche degli studi. In particolare, la tipologia di studio più presente nei report sono gli studi primari (60%), con una elevata percentuale di studi retrospettivi (17.9%) e trial clinici (17.9%). Mentre, per quanto riguarda gli studi secondari vengono inclusi 8 systematic review (28.6%).

Variabile	N° studi (%)
Anno di pubblicazione	
1976-1980	1 (3.4)
1981-1990	4 (13.8)
1991-2000	2 (6.9)
2001-2010	8 (27.6)
2011-2020	12 (41.4)
2021-2022	2 (6.9)
Study design	
Systematic review	8 (28.6)
RCT	5 (17.9)
Case report	3 (10.7)
Preliminary report	2 (7.1)
Retrospective study	5 (17.9)
Case Series	1 (3.6)
Studio primario diagnostico	3 (10.7)
Studio prospettico	1 (3.6)
Intervento	
Conservativo (programma fisioterapico, vacuum bell, trattamento manipolativo osteopatico), chirurgico (Ravitch, Nuss)	1 (5.9)
Conservativo (programma fisioterapico, vacuum bell)	1 (5.9)
Conservativo (programma fisioterapico)	3 (17.6)
Conservativo (programma fisioterapico, vacuum bell), chirurgico	1 (5.9)
Conservativo (programma fisioterapico), chirurgico	2 (11.8)
Conservativo (vacuum bell), chirurgico (Ravitch, Nuss, Magnetic mini mover procedure)	1 (5.9)
Conservativo (vacuum bell), chirurgico	2 (11.8)
Conservativo (vacuum bell)	1 (5.9)
Chirurgico	5 (29.4)

TABELLA 1: Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche degli studi.

3.3 Partecipanti

Tabella 2 riporta i dati, quando presenti negli articoli, che riguardano i soggetti analizzati, affetti da pectus excavatum, di gruppi di età differenti.

Due articoli riguardano partecipanti con range di età da 10 a 18 anni (12,16), mentre un retrospective study prende in analisi soggetti da 0 a 18 anni (13), invece un altro studio retrospettivo analizza pazienti con range di età 13 – 19 anni circa (24). Un autore utilizza come gruppo di studio per RCT pazienti di età superiore agli 11 anni (25).

Altri studi prendono in considerazione come popolazione ragazzi, il cui range di età va da 20 a 22 anni (15,22).

Mentre un autore si focalizza su pazienti bambini con un gruppo di età compresa dagli 0 ai 2 anni e un altro gruppo di età maggiore di 6 anni (14).

3.4 **Trattamento conservativo e chirurgico**

La maggior parte degli articoli riguarda le opzioni migliori di trattamento ed intervento terapeutico nel bambino/ragazzo con pectus excavatum. Come riportato dalla Tabella 1, i vari reports prendono in considerazione, analizzandoli, interventi conservativi ed interventi chirurgici.

Il trattamento conservativo, che viene attuato quando non sono presenti indicazioni chirurgiche o non è possibile attuare un intervento chirurgico, viene preso in considerazione da 5 studi (29.4%) (15,16,20–22). Consiste principalmente in un programma fisioterapico individualizzato e nell'utilizzo di *vacuum bell*. Questi interventi possono essere attuati singolarmente o, come dimostra un RCT (16), il trattamento con *vacuum bell* dovrebbe essere integrato con un programma fisioterapico per un risultato migliore.

Mentre 5 sono gli articoli che discutono unicamente dell'approccio chirurgico (13,14,24,26,27). Generalmente l'indicazione all'intervento si ha nei pazienti in cui la depressione è superiore al 25% del diametro a/p del torace (28). La tecnica chirurgica che nella letteratura viene indicata come più efficace e con ottimi risultati a lungo termine è la tecnica minimamente invasiva di Nuss (13).

Inoltre, viene riportato che la fisioterapia postoperatoria è estremamente importante (28).

Nella maggior parte degli articoli (n =7; 41.2%) l'intervento conservativo viene analizzato e in alcuni casi integrato all'intervento chirurgico. In questi articoli viene indagato sia l'utilizzo della *vacuum bell* con l'intervento chirurgico (1,2,8), sia il trattamento fisioterapico insieme alla chirurgia (18,19), sia l'utilizzo della *vacuum bell* abbinata alla fisioterapia rispetto all'intervento chirurgico (7,29).

3.5 Descrizione degli articoli con tabella sinottica

Nella tabella sinottica (Tabella 2) gli articoli selezionati vengono sintetizzati prendendo in considerazione l'anno di pubblicazione dello studio, la tipologia dello studio, l'età dei soggetti analizzati nello studio e la sintesi dei risultati.

TITOLO	AUTORI	ANNO DI PUBBLICAZIONE	TIPOLOGIA DI STUDIO	TIPOLOGIA DI PAZIENTI	RISULTATI/ CONCLUSIONI
Pectus Excavatum: A Review of Diagnosis and Current Treatment Options	Abid, Irfaan Ewais, MennatAllah M. Marranca, Joseph Jaroszewski, Dawn E.	2017	Systematic Review	Pazienti con pectus excavatum	Opzioni di trattamento revisionate: <ul style="list-style-type: none"> ·Trattamento conservativo campana a vuoto ·Trattamento chirurgico (Ravitch, Nuss) ·Osteopathic manipulative treatment
Physiotherapy in addition to <i>vacuum bell</i> therapy in patients with pectus excavatum	Nuray Alaca, Ihsan Alaca, Mustafa Yüksel	2020	RCT	26 pazienti maschi con EP di età compresa tra 11 e 18 anni, divisi in due gruppi (1° solo campana a vuoto 2° entrambi)	Si conviene dallo studio che il trattamento conservativo con campana a vuoto dovrebbe essere applicato con un programma di fisioterapia adeguato.
Comparison of physical functions and psychosocial conditions between adolescents with pectus excavatum, pectus carinatum and healthy controls	Nuray Alaca & Mustafa Yüksel	2021	RTC	180 adolescenti (di età compresa tra 10 e 18 anni) con deformità del torace [EP (n = 90) e PC (n = 90)] e 90 HC (controlli sani) di pari età	I parametri posti a confronto sono: parametri clinici, aspetto percepito dell'area toracica (PAC), funzioni fisiche (forza di presa, flessibilità, forza muscolare, resistenza, attività fisica), postura, condizioni psicosociali e qualità della vita (QOL). I risultati dello studio

					indicano che tutti gli adolescenti con deformità del pettorale lieve, moderata o grave dovrebbero essere sottoposti a una valutazione biopsicosociale, ricevere supporto psicosociale ed essere indirizzati a fisioterapia.
Assessment of children with pectus excavatum without surgical correction	Elena Amăricăi, Oana Suciu, Roxana Ramona Onofrei, Roxana Steliana Miclăuș, Liliana Cațan, Simona Cerbu & Călin Marius Popoiu	2019	RCT	14 bambini con pectus excavatum e 14 controlli sani di pari età e sesso	Nei bambini con pectus excavatum senza indicazioni chirurgiche, la capacità vitale forzata, il volume espiratorio forzato in 1 s e la capacità funzionale valutata mediante il test del cammino di 6 minuti sono migliorati significativamente dopo un programma di esercizi supervisionato di 12 settimane.
Evaluation of the effects of rehabilitation after surgery using the Ravitch and Nuss	Monika Anna Bal-Bocheńska	2016	A Case Report	Ragazzo di 20/21 anni	I parametri spirometrici e la forma fisica generale del paziente, che aveva subito l'intervento chirurgico, sono

methods: a case study					notevolmente migliorati dopo un programma fisioterapia individuale di 4 settimane.
Integrated physical therapy interventi on for a person with pectus excavatu m and bilateral shoulder pain: a single- case study	Paul K Canavan, Larry Cahalin	2008	A Case Report	Ragazzo di 22 anni	Un programma fisioterapico di 3 mesi, che include esercizi di respirazione ed esercizi terapeutici, ha fornito miglioramenti da minimi a moderati su molte caratteristiche del pectus excavatum. Il dolore bilaterale alla spalla è stato eliminato.
Preoperati ve assessme nt of chest wall deformiti es	Paul M Colomban i	2009	Systematic Review		<i>Non presente articolo ma solo abstract</i>
[Pectus excavatu m: not just a cosmetic problem]	E R de Loos, P F Höppener , J O Busari, T Lenderink , K W E Hulsewé , Y L J Vissers	2020	Systematic Review		Si raccomanda approccio multidisciplina re per l'iter diagnostico e il trattamento, che può essere: ·Trattamento chirurgico ·Trattamento conservativo (fisioterapia/ <i>vacuum bell therapy</i>)
Managem ent of congenita l chest wall deformiti es	Felix C. Blanco, M.D., Steven T. Elliott, M.D.,	2011	Systematic Review		Strategie di gestione delle deformità congenite della parete toracica:

	and Anthony D. Sandler, M.D., F.A.C.S.				<ul style="list-style-type: none"> ·Trattamento chirurgico (Nuss/Ravitch) ·Magnetic mini mover procedure ·<i>Vacuum bell</i>
Pectus excavatum: history, hypotheses and treatment options	Christoph Brochhausen, Salmai Turial, Felix K.P. Müller, Volker H. Schmitt, Wiltrud Coerdt, Jean-Marie Wihlm, Felix Schier, and C. James Kirkpatrick	2012	Systematic Review		<p>Opzioni di trattamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ·Trattamento chirurgico Ravitch/ nuss/ altri interventi chirurgici ·Trattamento conservativo campana a vuoto
Current Development of Minimally Invasive Repair of Pectus Excavatum (MIRPE)	Frank-Martin Haecker, Thomas Franz Krebs, Kai-Uwe Kleitsch	2022	Systematic Review		<p>Gli attuali sviluppi in MIRPE dovrebbero includere l'uso di routine della toracosopia e del SET intraoperatorio per migliorare la sicurezza della procedura ed evitare complicazioni quasi fatali come il danno cardiaco.</p>
Use of CT scans in selection of patients for pectus excavatum surgery: a	J A Haller Jr, S S Kramer, S A Lietman	1987	Preliminary report	<i>Non presente tutto l'articolo</i>	<p>Una semplice TAC può essere un utile complemento nella valutazione obiettiva di bambini e adolescenti per la chirurgia del</p>

preliminary report					pectus excavatum.
Current management of pectus excavatum: a review and update of therapy and treatment recommendations	Dawn Jaroszewski, MD, David Notrica, MD, Lisa McMahon, MD, D. Eric Steidley, MD, and Claude Deschamps, MD	2010	Systematic Review		Opzioni di trattamento raccomandate: ·Trattamento chirurgico (Ravitch/ Nuss) ·Conservative: magnetic forces/ <i>vacuum bell</i>
Functional exercise capacity and lung function in patients undergoing an early rehabilitation program after the Nuss procedure: a randomized controlled trial	Sâmia Georgia Dantas Linhares, João Carlos Das-Neves Pereira, Paulo Manuel Pêgo Fernandes, José Ribas Milanez de Campos	2017	RCT	Pazienti sono stati assegnati in modo casuale al gruppo di riabilitazione precoce (ERG), che ha iniziato la riabilitazione dopo l'intervento chirurgico e il gruppo di cure convenzionali (CG) ha ricevuto cure di routine dell'istituto.	I pazienti sottoposti alla riabilitazione precoce dopo la procedura di Nuss hanno presentato una migliore capacità di esercizio funzionale postoperatorio nel giorno della dimissione dall'ospedale rispetto ai pazienti del gruppo convenzionale, senza differenze nella funzionalità polmonare tra i gruppi.
Preliminary study of efficacy of cup suction in the correction of typical pectus excavatum	Manuel Lopez, Arnaud Patoir, Frederic Costes, François Varlet, Jean-Claude Barthelemy, Olivier Tiffet	2016	Studio Preliminare qualitativo	73 pz (bambini e adulti)	Il trattamento con ventosa è un'utile alternativa promettente in casi selezionati di EP simmetrica e asimmetrica, a condizione che il torace sia flessibile. La durata del

					<p>trattamento è direttamente collegata all'età, alla gravità e alla frequenza di utilizzo. Sta diventando una terapia ben riconosciuta, che migliora l'immagine di sé di quei pazienti la cui parete toracica anteriore è ancora flessibile. L'aspirazione a ventosa può essere utilizzata per la pediatria e i giovani adulti in attesa di un trattamento, possibilmente un intervento chirurgico, tuttavia, l'effetto a lungo termine di questa procedura rimane poco chiaro.</p>
Ten year experience of bioabsorbable mesh support in pectus excavatum repair	L. Luzzi L. Voltolini J. Zacharias A. Campione C. Ghiribelli M. Di Bisceglie G. Gotti	2004	Retrospective Study	età media 16 +/- 3,5 anni	<p>L'introduzione della rete bioassorbibile nella tecnica Robicsek è una procedura sicura legata ad un'alta percentuale di successo. L'elevata tolleranza del materiale riduce la reazione infiammatoria. Inoltre, la procedura evita che i</p>

					<p>pazienti abbiano complicazioni causate dallo smontaggio del dispositivo retrosternale, evitando un secondo intervento di riposizionamento del dispositivo e riducendo il dolore toracico postoperatorio ottenendo una mobilizzazione precoce del paziente.</p>
[Conservative and operative treatment of the funnel chest]	Morger, R.	1984	Retrospective Study		<p>Nell'infanzia il pectus excavatum può essere trattato in modo conservativo. I periodi di età favorevoli per il trattamento chirurgico sono compresi tra i 6 e gli 8 anni e dopo i 12 anni di età.</p>
The surgical treatment of pectus excavatum: an experience with 90 operations	A. P. Naef, M.D.	1976	Retrospective Study		<p>I risultati degli interventi sono stati irregolari fino all'introduzione e della tecnica di Ravitch.</p>
Acquired thoracic scoliosis following minimally invasive repair of pectus excavatum	Angela Niedbala, Michael Adams, William C Boswell, John M Considine	2003	Case Series		<p>Vengono segnalati due casi di scoliosi toracica acquisita a seguito di riparazione minimamente invasiva di grave deformità del</p>

					pectus excavatum.
A 10-year review of a minimally invasive technique for the correction of pectus excavatum	Donald Nuss Robert E Kelly Jr Daniel P Croitoru Michael E Katz	1998	Retrospective Study	<ul style="list-style-type: none"> •8 pz più anziani Sottoposti alla procedura di Ravitch •42 pz di età inferiore 15 anni sottoposti a una tecnica mininvasiva 	Rispetto alla tecnica di Ravitch, la tecnica minimamente invasiva per la correzione pectus risulta efficace con ottimi risultati a lungo termine.
Breath-hold MRI in evaluating patients with pectus excavatum	N Raichura , J Entwisle, J Leverment, C S Beardsmore	2001	Studio primario diagnostico		Si conclude che la risonanza magnetica rapida è molto istruttiva nella valutazione delle anomalie scheletriche, delle caratteristiche della parete toracica dinamica statica e respiratoria, l'entità dello spostamento cardiaco e l'escursione diaframmatica nei pazienti EP.
Anthropometric index for Pectus excavatum	Eduardo Baldassari Rebeis, José Ribas Milanez de Campos, Angelo Fernandez , Luíz Felipe Pinho Moreira, Fabio B Jatene	2007	Studio diagnostico primario		Viene creato un indice antropometrico (AI) per PEX efficiente come metodo per la diagnosi e per la valutazione preoperatoria e postoperatoria, sempre mantenendo un'elevata correlazione con l'indice di Haller (HI) e

					con l'indice vertebrale inferiore (LVI).
Physiotherapy as an adjuvant to the surgical treatment of anterior chest wall deformities: a necessity? A prospective descriptive study in 21 patients	M.A.G. Schoenmakers V.A. Gulmans N.M. Bax P.J. Helders	2000	Studio prospettico	21 pz (16 con pectus excavatum e 5 con pectus carinatum)	Fisioterapia si presenta come coadiuvante del trattamento chirurgico solo se si riscontrano anomalie specifiche che potrebbero essere corrette dalla fisioterapia. Gli autori hanno riscontrato alterazioni posturali preoperatorie nel 52% dei loro pazienti, sia in pazienti con pectus carinatum che in pazienti con pectus excavatum. Nei pazienti senza alterazioni posturali, la fisioterapia non è necessaria, ad eccezione delle cure polmonari postoperatorie.
A simplified approach to the repair of pediatric pectus deformities	Conrad W. Wesselhoft, Jr., M.D., and Frank G. DeLuca, M.D.	1982	Studio retrospettivo	123 pz (28 ragazze e 95 ragazzi). 38 pz avevano meno di 2 anni, 30 pz avevano più di 6 anni.	Viene analizzata la tecnica chirurgica di Ravitch. In conclusione, è riportato che i risultati estetici sono stati eccellenti e l'immagine di sé è

					notevolmente migliorata.
[Indication and operative technique in chest deformities (author's transl)]	Willital, G. H.	1981	Systematic Review		L'indicazione all'intervento è data nei pazienti in cui la depressione è superiore al 25% del diametro a/p del torace. Inoltre, viene riportato che la fisioterapia postoperatoria è estremamente importante.
Chest-deformities: a proposal for a classification	Günter H. Willital, A. K. Saxena, U. Schütze & W. Richter	2011	Studio diagnostico	Pazienti: bambini e giovani.	Le deformità toraciche preoperatorie non classificate hanno spesso forme asimmetriche postoperatorie, recidive locali parziali, eversioni dell'arco costale e platitorace. Determinare il tipo specifico di una deformità toracica porta alla scelta di uno specifico trattamento correlato alla tipologia.
Treatment of chronic chest wall pain in a patient with Loey's-Dietz syndrome using spinal cord	Alexander E Yakovlev, Beth E Resch, Sergey A Karasev	2011	Case report	Paziente con una storia di sindrome di Loey's-Dietz (malattia genetica tessuto connettivo)	La stimolazione del midollo spinale (SCS) è stata utilizzata con maggiore frequenza ed in maniera efficace per il trattamento del dolore

stimulatio n					intrattabile, compreso il dolore toracico cronico.
Randomiz ed, double- blind, controlled trial pregabalin vs placebo on morphine consumpt ion and pain control after pectus excavatu m surgery in children	Mameli L, Disma N, Torre M, Rapuzzi G, Montobbi o G	2014	RCT	40 pazienti di età superiore a 11 anni	L'uso perioperatorio di pregabalin sembra essere un efficace coadiuvante per migliorare il controllo del dolore nelle prime fasi del recupero nei bambini e negli adolescenti sottoposti a intervento chirurgico per il pectus excavatum .
Cheung: Exercise therapy in the correction of pectus... - Google Scholar	Steward Ying-Kit CHEUNG	2005	Letteratura grigia (Google Scholar)	Pz con pectus excavatum	Proposta di esercizi per migliorare la deformità del pectus excavatum.
VIAGGI O INTORN O AL PECTUS			Letteratura grigia		Blog dedicato agli interventi terapeutici nei confronti di ragazzi con pectus excavatum.

TABELLA 2: Tabella sinottica

4 | DISCUSSIONE

Di seguito vengono analizzati con approccio critico i risultati emersi rispetto a quello che era l'obiettivo principale dello studio, ovvero quello di vagliare tutto ciò che è presente nella letteratura scientifica e nella letteratura grigia riguardo all'approccio riabilitativo nei confronti di adolescenti e bambini con diagnosi di pectus excavatum al fine di indagare se è presente un trattamento considerato elettivo nella letteratura.

L'analisi degli studi riporta ancora risultati piuttosto eterogenei tra loro, in quanto il numero degli studi individuati nella letteratura e dei soggetti presi in esame è limitato. Inoltre, sono presi in considerazione dagli studi pazienti con ampi range di età e alcuni studi presentano basso valore scientifico (case report e case series). Tuttavia, dall'analisi degli articoli, emergono come principali indicazioni al trattamento del paziente con pectus excavatum l'approccio fisioterapico e l'approccio chirurgico.

Per identificare il migliore approccio riabilitativo è necessario un'accurata diagnosi e classificazione del pectus excavatum. Infatti, come riportato da uno studio diagnostico, determinare il tipo specifico di una deformità toracica porta alla scelta di uno specifico trattamento, evitando recidive e forme asimmetriche postoperatorie (9). L'imaging è un valido supporto per la valutazione obiettiva, in particolare per la valutazione delle anomalie scheletriche. La TAC può essere un utile complemento alla valutazione (30), oppure come dimostrato dallo studio di Raichura et al. (11), la risonanza magnetica rapida è molto istruttiva per quanto riguarda il procedimento diagnostico. Lo strumento più utilizzato per valutare la deformità del pectus excavatum è l'indice di Heller (3). Tuttavia, in uno studio diagnostico pubblicato nel 2007 viene creato un indice antropometrico definito efficiente come metodo diagnostico e per la valutazione preoperatoria e postoperatoria, sempre mantenendo un'elevata correlazione con l'indice di Haller (HI) e con l'indice vertebrale inferiore (LVI) (17). Per valutare la gravità del EP può essere utilizzato anche l'indice di correzione (7). In seguito alla valutazione, il pectus può essere classificato come lieve, moderato o severo (in quest'ultimo caso l'indice di Haller supera il valore di 3.5) (3).

Il Pectus moderato o severo richiede generalmente la correzione chirurgica per modificare la posizione dello sterno, diminuire la compressione cardiaca ed aumentare la capacità polmonare (3). Nella systematic review di Willital (28) è riportato che l'indicazione all'intervento è data nei pazienti in cui la depressione è superiore al 25% del diametro a/p del torace. I periodi di età

favorevoli per il trattamento chirurgico sono compresi tra i 6 e gli 8 anni e dopo i 12 anni (31). Altri autori definiscono come periodo elettivo per il trattamento chirurgico metà dell'adolescenza (7).

In passato la tecnica chirurgica elettiva per la gestione del pectus excavatum è stata la procedura Ravitch (7). Fino a questo momento i risultati degli interventi sono stati irregolari (27). Questa tecnica prevede una grossa incisione del torace e la rimozione di segmenti di costole. Lo sterno deve essere fratturato almeno in un punto per essere riposizionato (3). In uno studio retrospettivo (14), pubblicato nel 1982, viene analizzata questa tecnica chirurgica e in conclusione, è riportato che i risultati estetici sono stati eccellenti e l'immagine di sé è notevolmente migliorata. Tuttavia, nei bambini e negli adolescenti, la procedura Ravitch è stata generalmente sostituita con procedure minimamente invasive come la procedura di Nuss (7). Un altro studio attuato successivamente afferma che rispetto alla tecnica di Ravitch, la tecnica minimamente invasiva per la correzione del pectus risulta efficace con ottimi risultati a lungo termine (13). La procedura di Nuss prevede il posizionamento di una barra metallica nel torace attraverso due piccole incisioni laterali (3). Oggi la procedura di Nuss viene eseguita con sempre maggiore frequenza in tutto il mondo ed è considerata il "gold standard". Dopo la sua introduzione, il metodo ha subito numerose modifiche. Al momento dovrebbe includere l'uso di routine della toracosopia e del SET intraoperatorio per migliorare la sicurezza della procedura ed evitare complicazioni quasi fatali come il danno cardiaco (26). In questa tecnica però continua ad essere una potenziale complicanza postoperatoria il malposizionamento o la rotazione della barra (7). Uno studio case series (32) segnala due casi di scoliosi toracica acquisita a seguito della riparazione minimamente invasiva di una grave deformità del pectus excavatum.

In letteratura, però viene riportata anche un'altra tecnica, analizzata nello studio retrospettivo di Luzzi et al. (24), l'introduzione della rete bioassorbibile nella tecnica Robicsek. Questa tecnica viene descritta come sicura e legata ad un'alta percentuale di successo. Infatti, l'elevata tolleranza del materiale riduce la reazione infiammatoria. Inoltre, la procedura evita che i pazienti abbiano complicazioni causate dallo smontaggio del dispositivo retrosternale, evitando così un secondo intervento di riposizionamento del dispositivo e riducendo il dolore toracico postoperatorio, ottenendo una mobilizzazione precoce.

Infine, la magnetic mini mover procedure viene descritta come una nuova tecnica in via di sviluppo per la gestione del EP. In questa procedura un magnete viene impiantato nello spazio

retrosternale di pazienti con EP. Un secondo magnete è posizionato in un tutore esterno. Entrambi i magneti si attraggono provocando un lento rimodellamento del torace per diversi mesi.

Una priorità da gestire postintervento è sicuramente il dolore toracico. I vari metodi riportati sono terapia antidolorifica in vena o per bocca; la crioablazione, cioè in camera operatoria il chirurgo congela 4 nervi intercostali per ogni lato prima di posizionare la barra, questo diminuirà la trasmissione del dolore attraverso i nervi; la PCA (patient control anestesia), in cui una dose di morfina viene rilasciata con cadenza programmata ogni qualvolta il paziente schiaccia il bottone del dispositivo (3). Un altro studio riporta attraverso un RCT che l'uso perioperatorio di pregabalin sembra essere un efficace coadiuvante per migliorare il controllo del dolore nelle prime fasi del recupero nei bambini e negli adolescenti sottoposti ad intervento chirurgico per il pectus excavatum (25). Per quanto riguarda il dolore toracico cronico intrattabile un case report analizzato (33) propone l'uso della stimolazione del midollo spinale (SCS).

Generalmente viene riportato, come nella systematic review di Willital (28), l'importanza della fisioterapia postoperatoria. In particolare, secondo lo studio RCT di Linhares et al. (19), I pazienti sottoposti alla riabilitazione precoce dopo la procedura di Nuss hanno presentato una migliore capacità di esercizio funzionale postoperatorio rispetto ai pazienti del gruppo convenzionale, senza però differenze di funzionalità polmonare tra i gruppi. Mentre un altro report (18) sottolinea attraverso una analisi prospettica che la fisioterapia si presenta come coadiuvante al trattamento chirurgico solo se si riscontrano anomalie specifiche che potrebbero essere corrette dalla fisioterapia. Nei pazienti senza alterazioni posturali, la fisioterapia non è necessaria, ad eccezione delle cure polmonari postoperatorie.

Il trattamento conservativo è attuato in presenza di diagnosi di pectus excavatum lieve e nel momento in cui non è indicato l'intervento chirurgico. Esso viene trattato con fisioterapia ed esercizi di riabilitazione che hanno come obiettivo l'educazione/ri-educazione della postura (3,7,29). Attraverso uno studio RCT del 2019 (21), si conclude che nei bambini con pectus excavatum senza indicazioni chirurgiche, la capacità vitale forzata, il volume espiratorio forzato in 1 secondo e la capacità funzionale, valutata mediante il test del cammino 6 MWT, sono migliorati significativamente dopo un programma di esercizi supervisionati di 12 settimane. Precedentemente è stato pubblicato un case report (15), in cui viene valutato l'intervento fisioterapico su un paziente con diagnosi di pectus excavatum e dolore alla spalla bilaterale. Si

conclude che un programma fisioterapico di tre mesi, che include esercizi di respirazione e terapeutici, ha fornito miglioramenti da minimi a moderati su molte caratteristiche del pectus excavatum. Mentre il dolore bilaterale alla spalla è stato eliminato.

Nella letteratura grigia è riportato da Cheung (34) una proposta di esercizi con lo scopo di migliorare l'aspetto della parete toracica. In particolare, il programma di allenamento quotidiano ha come obiettivi: incrementare la mobilità e la flessibilità della colonna vertebrale e la parete toracica; l'allungamento di eventuali strutture; rafforzare i muscoli in elevazione ed espansione della parete toracica depressa; la rieducazione posturale.

Come evidenza dell'importanza della fisioterapia postoperatoria, in un case report (22) riguardo agli effetti della riabilitazione dopo l'intervento di Nuss, viene riportato che i parametri spirometrici e la forma fisica generale del paziente sono notevolmente migliorati dopo un programma di fisioterapia individuale di quattro settimane. Gli aspetti fondamentali affrontati nel procedimento terapeutico sono: eliminazione di distonia muscolare e rinforzo dei muscoli stabilizzatori del tronco; insegnare al paziente ad assumere una postura corretta e a mantenerla; garantire che le condizioni di vita del paziente siano favorevoli all'eliminazione del difetto.

Altri studi (1,2,7,8,20) segnalano come dispositivo di interesse per l'approccio conservativo una ventosa applicata alla parete toracica per creare un vuoto che risucchia la deformità verso l'esterno, chiamata *vacuum bell* (1). Da uno studio preliminare del 2016 (20) si deduce che il trattamento con ventosa è un'alternativa promettente in casi selezionati di EP simmetrico e asimmetrico, a condizione che il torace sia flessibile. La durata del trattamento è direttamente collegata all'età, alla gravità e alla frequenza di utilizzo. Secondo Blanco et al. (1), la *vacuum bell* dovrebbe essere applicata quotidianamente per una durata adeguata per garantire la riformazione dell'anomalia toracica. Attualmente sta diventando una terapia riconosciuta, che migliora l'immagine di sé in quei pazienti in cui la parete toracica anteriore è ancora flessibile. L'aspirazione a ventosa può essere utilizzata in pediatria e nei giovani adulti in attesa del trattamento (anche chirurgico). Tuttavia, l'effetto a lungo termine di questa procedura rimane ancora poco chiaro (20).

L'utilizzo della *vacuum bell* viene indicato da Blanco et al. (1) anche durante la procedura di Nuss per allargare lo spazio precardiaco retrosternale quando si posiziona la barra in una grave deformità. Mentre nella systematic review di Brochhausen et al. (8) viene considerato un metodo alternativo al trattamento chirurgico nei casi meno gravi e nella preparazione preoperatoria.

Un RCT attuato nel 2020 (16) indaga nel trattamento del pectus excavatum in ragazzi il risultato dell'azione combinata della fisioterapia insieme all'applicazione della *vacuum bell* rispetto a un gruppo di controllo, in cui veniva attuata solo la *vacuum bell*. Si conviene dallo studio che il trattamento conservativo con campana a vuoto dovrebbe essere applicato con un programma di fisioterapia adeguato. Infatti, la postura, la soddisfazione per il trattamento e i punteggi fisiologici della qualità della vita dei pazienti erano significativamente migliorati nel gruppo in cui è stato aggiunto il trattamento fisioterapico. Il programma riabilitativo proposto consisteva in esercizi respiratori, come esercizi di respirazione laterale costale diaframmatica, superiore e medio/inferiore ed esercizi respiratori che coinvolgono ciascun lobo polmonare. Il tipo di esercizi muscolo-scheletrici è stato deciso dopo aver valutato la distorsione posturale, la tensione dei muscoli e la forza muscolare del paziente. Gli esercizi del sistema muscolo-scheletrico includevano stretching, rafforzamento, consapevolezza della postura, mobilizzazione e manipolazione. Dopo che è stata raggiunta la mobilità del tronco e sono stati insegnati esercizi di respirazione adeguati, ai pazienti sono stati somministrati ulteriori esercizi aerobici (di solito consentiti dopo 1 mese).

4.1 Implicazioni per la pratica clinica

Nella letteratura l'approccio riabilitativo, che riguarda il pectus excavatum, è poco esplorato. Ciò accade anche a causa della specificità e della discreta diffusione della patologia. I risultati raccolti da questo elaborato non sono esaustivi e non propongono una linea guida definitiva, ma attraverso evidenze cliniche vengono proposte alcune indicazioni per la pratica clinica.

In presenza di diagnosi di pectus excavatum severo, ovvero quando viene indicato l'intervento chirurgico, le evidenze scientifiche dimostrano come la riabilitazione funzionale postoperatoria precoce porti ad un miglioramento nel recupero delle ADL (19,22,28). Inoltre, viene riportata la necessità di mobilizzare la gabbia toracica e di attuare esercizi respiratori (3). Per quanto riguarda l'approccio preoperatorio non sono presenti molte evidenze o indicazioni. In una systematic review (8) viene proposto l'uso della *vacuum bell* come preparazione all'intervento chirurgico.

Il trattamento conservativo viene indicato nel pectus lieve (3). Esso consiste nella riabilitazione con l'integrazione di esercizi respiratori, muscoloscheletrici ed aerobici (15). In un RCT pubblicato nel 2019 si evidenziano miglioramenti per quanto riguarda la capacità vitale forzata,

il volume respiratorio forzato in 1 secondo e la capacità funzionale (valutata con il 6MWT) a seguito di un programma di esercizi supervisionato di 12 settimane (21).

Nell'ambito del trattamento conservativo del pectus si evidenzia anche l'utilizzo della *vacuum bell* (1,2,7,8,20,29). Essa dovrebbe essere applicata quotidianamente per una durata adeguata al fine di correggere l'anomalia toracica (1). Il trattamento con la *vacuum bell* è un'utile alternativa a condizione che il torace sia flessibile. Tuttavia, l'effetto a lungo termine di questa procedura rimane poco chiaro (20).

Si conviene da un trial clinico randomizzato (16) che, per quanto riguarda il trattamento del pectus, il risultato ottenuto è migliore se la campana a vuoto viene applicata insieme alla fisioterapia.

Non essendo presenti nella letteratura linee guida condivise, viene proposto come allegato alla tesi una guida riabilitativa post-intervento di correzione del pectus excavatum (Allegato I). All'interno vengono illustrati al paziente affetto da pectus vari esercizi correlati alle tempistiche di ripresa dall'intervento di toracoplastica. La stesura di questo documento è stata effettuata ispirandosi al lavoro svolto dai colleghi dell'Unità Operativa Medicina Riabilitativa (Responsabile: Paolo Moretti) e Chirurgia Pediatrica (Responsabile Girolamo Mattioli), Istituto pediatrico di ricovero e cura a carattere scientifico Giannina Gaslini di Genova, che ne hanno reso disponibile la diffusione e l'utilizzo anche in altre sedi.

4.2 Limiti della ricerca

Nella presente scoping review sono stati riscontrati alcuni limiti. Gli studi a disposizione presentano complessità metodologiche con conclusioni dubbie legate al fatto che il campione studiato è poco numeroso e che non è sempre esplicitata la metodologia e il tipo di trattamento effettuato. L'argomento scelto da questo studio è ancora un argomento poco esplorato, come dimostra il numero limitato di risultati che ha dato la ricerca. Inoltre, le tipologie di studi risultano molto eterogenee tra loro, sono presenti studi di basso valore scientifico (case report, case series) insieme a contenuti della letteratura grigia. In quanto scoping review, non è stata valutata la qualità metodologica dei singoli studi.

Nel presente studio non c'è affidabilità inter-operatore, poiché lo screening degli articoli è stato effettuato da un unico operatore.

5 | CONCLUSIONE

Questa scoping review identifica 30 studi, esplorando e discutendo gli interventi riguardo il pectus excavatum nei bambini e negli adolescenti. Gli autori hanno discusso di vari approcci riabilitativi, da quelli chirurgici a quelli conservativi. Tra gli interventi chirurgici citati le evidenze scientifiche indicano come intervento gold standard la tecnica mininvasiva sviluppata da Nuss (26). Mentre nel trattamento conservativo viene riportato l'utilizzo della *vacuum bell* e di programma riabilitativi fisioterapici (1,2,7,8,15,16,20–22,26). Nella maggior parte degli articoli (7,15,16,18,19,21,22,28,29) si ritiene che la fisioterapia svolga un ruolo significativo nella correzione della deformità del torace, nella prevenzione di possibili complicanze postoperatorie e nel raggiungimento di un buon aspetto fisico, sebbene la letteratura sia povera di studi controllati a sostegno di questo punto di vista (16). Nonostante ciò, nella letteratura non sono presenti né linee guida né consenso per quanto riguarda l'approccio e l'intervento riabilitativo nei bambini e negli adolescenti con diagnosi di pectus excavatum. In conclusione, le evidenze presenti ad oggi in letteratura dovrebbero essere il punto di partenza per studi futuri più approfonditi in merito al trattamento di questa patologia che riguarda la parete toracica, al fine di poter impostare un trattamento riabilitativo secondo linee guida condivise dalla comunità scientifica.

BIBLIOGRAFIA

1. Blanco FC, Elliott ST, Sandler AD. Management of congenital chest wall deformities. *Semin Plast Surg.* febbraio 2011;25(1):107–16.
2. Jaroszewski D, Notrica D, McMahon L, Steidley DE, Deschamps C. Current management of pectus excavatum: a review and update of therapy and treatment recommendations. *J Am Board Fam Med JABFM.* aprile 2010;23(2):230–9.
3. VIAGGIO INTORNO AL PECTUS [Internet]. Pectusacademy. [citato 23 agosto 2022]. Disponibile su: <http://www.pectusacademy.it/trattamenti/>
4. Sarwar ZU, DeFlorio R, O'Connor SC. Pectus excavatum: current imaging techniques and opportunities for dose reduction. *Semin Ultrasound CT MR.* agosto 2014;35(4):374–81.
5. Koumbourlis AC. Pectus deformities and their impact on pulmonary physiology. *Paediatr Respir Rev.* gennaio 2015;16(1):18–24.
6. Redlinger R, Rushing Gd, Moskowitz Ad, Kelly Re, Nuss D, Kuhn A, et al. Minimally invasive repair of pectus excavatum in patients with Marfan syndrome and marfanoid features. *J Pediatr Surg.* gennaio 2010;45(1):193–9.
7. Abid I, Ewais MM, Marranca J, Jaroszewski DE. Pectus Excavatum: A Review of Diagnosis and Current Treatment Options. *J Am Osteopath Assoc.* 1 febbraio 2017;117(2):106–13.
8. Brochhausen C, Turial S, Müller FKP, Schmitt VH, Coerdts W, Wihlm JM, et al. Pectus excavatum: history, hypotheses and treatment options. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* giugno 2012;14(6):801–6.
9. Willital GH, Saxena AK, Schütze U, Richter W. Chest-deformities: a proposal for a classification. *World J Pediatr WJP.* maggio 2011;7(2):118–23.
10. Colombani PM. Preoperative assessment of chest wall deformities. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;21(1):58–63.
11. Raichura N, Entwisle J, Leverment J, Beardsmore CS. Breath-hold MRI in evaluating patients with pectus excavatum. *Br J Radiol.* agosto 2001;74(884):701–8.
12. Alaca N, Yüksel M. Comparison of physical functions and psychosocial conditions between adolescents with pectus excavatum, pectus carinatum and healthy controls. *Pediatr Surg Int.* giugno 2021;37(6):765–75.
13. Nuss D, Kelly RE, Croitoru DP, Katz ME. A 10-year review of a minimally invasive technique for the correction of pectus excavatum. *J Pediatr Surg.* aprile 1998;33(4):545–52.
14. Wesselhoeft CW, DeLuca FG. A simplified approach to the repair of pediatric pectus deformities. *Ann Thorac Surg.* dicembre 1982;34(6):640–6.

15. Canavan PK, Cahalin L. Integrated physical therapy intervention for a person with pectus excavatum and bilateral shoulder pain: a single-case study. *Arch Phys Med Rehabil.* novembre 2008;89(11):2195–204.
16. Alaca N, Alaca I, Yüksel M. Physiotherapy in addition to vacuum bell therapy in patients with pectus excavatum. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 1 novembre 2020;31(5):650–6.
17. Rebeis EB, Campos JRM de, Fernandez A, Moreira LFP, Jatene FB. Anthropometric index for Pectus excavatum. *Clin Sao Paulo Braz.* ottobre 2007;62(5):599–606.
18. Schoenmakers MA, Gulmans VA, Bax NM, Helders PJ. Physiotherapy as an adjuvant to the surgical treatment of anterior chest wall deformities: a necessity? A prospective descriptive study in 21 patients. *J Pediatr Surg.* ottobre 2000;35(10):1440–3.
19. Linhares SGD, Pereira JCDN, Fernades PMP, de Campos JRM. Functional exercise capacity and lung function in patients undergoing an early rehabilitation program after the Nuss procedure: a randomized controlled trial. *Pediatr Surg Int.* gennaio 2017;33(1):69–74.
20. Lopez M, Patoir A, Costes F, Varlet F, Barthelemy JC, Tiffet O. Preliminary study of efficacy of cup suction in the correction of typical pectus excavatum. *J Pediatr Surg.* gennaio 2016;51(1):183–7.
21. Amăricăi E, Suciú O, Onofrei RR, Miclăuș RS, Cațan L, Cerbu S, et al. Assessment of children with pectus excavatum without surgical correction. *Wien Klin Wochenschr.* marzo 2019;131(5–6):126–31.
22. Bal-Bocheńska MA. Evaluation of the effects of rehabilitation after surgery using the Ravitch and Nuss methods: a case study. *Kardiochirurgia Torakochirurgia Pol Pol J Cardio-Thorac Surg.* marzo 2016;13(1):72–7.
23. Peters MDJ, Godfrey C, McInerney P, Munn Z, Tricco AC, Khalil H. Chapter 11: scoping reviews (2020 version). In: Aromataris E, Munn Z, eds. *Johanna Briggs Institute Reviewer’s Manual*, JBI. Johanna Briggs Institute; 2020.
24. Luzzi L, Voltolini L, Zacharias J, Campione A, Ghiribelli C, Di Bisceglie M, et al. Ten year experience of bioabsorbable mesh support in pectus excavatum repair. *Br J Plast Surg.* dicembre 2004;57(8):733–40.
25. Marni L, Disma N, Torre M, Rapuzzi G, Montobbio G. Randomized, double-blind, controlled trial pregabalin vs placebo on morphine consumption and pain control after pectus excavatum surgery in children. *Paediatr Anaesth.* 2012;22(9):929-.
26. Haecker FM, Krebs TF, Kleitsch KU. Current Development of Minimally Invasive Repair of Pectus Excavatum (MIRPE). *Child Basel Switz.* 31 marzo 2022;9(4):478.
27. Naef AP. The surgical treatment of pectus excavatum: an experience with 90 operations. *Ann Thorac Surg.* gennaio 1976;21(1):63–6.
28. Willital GH. [Indication and operative technique in chest deformities (author’s transl)]. *Z Kinderchir Organ Dtsch Schweiz Osterreichischen Ges Kinderchir Surg Infancy Child.* luglio 1981;33(3):244–52.

29. de Loos ER, Höppener PF, Busari JO, Lenderink T, Hulsewé KWE, Vissers YLJ. [Pectus excavatum: not just a cosmetic problem]. *Ned Tijdschr Geneeskd*. 20 maggio 2020;164:D4509.
30. Haller JA, Kramer SS, Lietman SA. Use of CT scans in selection of patients for pectus excavatum surgery: a preliminary report. *J Pediatr Surg*. ottobre 1987;22(10):904–6.
31. Morger R. [Conservative and operative treatment of the funnel chest]. *Z Kinderchir Organ Dtsch Schweiz Osterreichischen Ges Kinderchir Surg Infancy Child*. ottobre 1984;39(5):302–4.
32. Niedbala A, Adams M, Boswell WC, Considine JM. Acquired thoracic scoliosis following minimally invasive repair of pectus excavatum. *Am Surg*. giugno 2003;69(6):530–3.
33. Yakovlev AE, Resch BE, Karasev SA. Treatment of chronic chest wall pain in a patient with Loeys-Dietz syndrome using spinal cord stimulation. *Neuromodulation J Int Neuromodulation Soc*. gennaio 2011;14(1):27–9; discussion 29.
34. Cheung S.Y. Exercise therapy in the correction of pectus excavatum - Google Scholar [Internet]. 2005 [citato 5 agosto 2022]. Disponibile su: https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Exercise%20therapy%20in%20the%20correction%20of%20pectus%20excavatum&author=SY.%20Cheung&publication_year=2005&journal=J%20Pediatr%20Respir%20Crit%20Care&volume=1&pages=10-13


Allegato I:

GUIDA RIABILITATIVA POST-INTERVENTO DEL



PECTUS EXCAVATUM

DOCUMENTO RIVOLTO ALL'UTENTE



La stesura di questo documento è stata effettuata ispirandosi al lavoro svolto dai colleghi dell'Unità Operativa Medicina Riabilitativa (Responsabile: Paolo Moretti) e Chirurgia Pediatrica (Responsabile Girolamo Mattioli), Istituto pediatrico di ricovero e cura a carattere scientifico Giannina Gaslini di Genova, che ne hanno reso disponibile la diffusione e l'utilizzo anche in altre sedi.



GUIDA RIABILITATIVA POST-INTERVENTO DEL PECTUS EXCAVATUM

INTRODUZIONE

Il *pectus excavatum* (PE) è l'anomalia congenita più comune della parete toracica, anche se nella maggior parte dei casi il *pectus* si conclama in fase di pubertà o adolescenza. È caratterizzato da depressione variabile dello sterno e cartilagini costali inferiori. I pazienti con PE possono presentare molti sintomi diversi. Alcuni pazienti con PE soffrono di limitazioni funzionali, problematiche posturali e psicosociali legate all'immagine corporea. Ad oggi la molteplicità di trattamenti a disposizione rendono la prognosi di questa patologia favorevole, consentendo di convivere con essa in maniera più serena e con minori limitazioni all'interno della vita quotidiana.

L'intervento chirurgico è indicato in presenza di diagnosi di *pectus excavatum* severo o moderato, in particolare in presenza di segni e sintomi funzionali e psicologici, ridotta qualità della vita e problemi estetici.

In questo caso la correzione chirurgica viene attuata attraverso la tecnica di Nuss, in cui il chirurgo inserisce all'interno del torace una barra fissata tramite uno stabilizzatore. In generale, nella maggior parte dei pazienti è previsto un breve ricovero da 3 a 5 giorni con un ripristino della normale attività da 4 a 6 settimane.

La buona riuscita dell'intervento è strettamente dipendente dall'impegno del paziente e dalla sua volontà di riprendere tempestivamente le normali attività quotidiane.

Questo semplice opuscolo ha lo scopo di fornire una corretta informazione e gestione delle procedure che riguardano il trattamento riabilitativo dopo l'intervento chirurgico di correzione del *pectus excavatum*.

Il programma di esercizi che vi proponiamo è stato ideato per offrirvi uno strumento semplice, gestibile in completa autonomia, riproducibile in ambiente domestico e con pochi mezzi. Lo scopo che ci siamo posti è il rapido raggiungimento della completa autonomia nella vita quotidiana e l'acquisizione di una corretta postura.

ESERCIZI CONSIGLIATI

Da fare in accordo con il fisioterapista.

Importante:

- Eseguire gli esercizi ogni giorno per 30 minuti circa;
- Iniziare e terminare il ciclo con esercizi di respirazione profonda;
- Interrompere gli esercizi se provocano dolore.

PRIMI 15 GIORNI POST-INTERVENTO

Obiettivo: presa di coscienza del proprio corpo.

Nei primi giorni post-intervento è importante:

- Evitare di flettere e ruotare il busto bruscamente;
- Rimanere a pancia in su durante il sonno, evitando di stare sul fianco (almeno per i primi 3 mesi);
- Eseguire, 3-4 volte al giorno, gli esercizi respiratori come impostati durante il ricovero;
- Muovere le braccia e alzarle cercando di vincere la paura di provare dolore.

Si consiglia di evitare di rimanere a lungo a letto e di assumere posizioni rigide. Ogni rigidità acquisita dal paziente per sentire meno dolore si trasforma in realtà in un maggior dolore nei giorni successivi.

È opportuno fin dai primi momenti acquisire autonomia e svolgere normalmente le attività personali:

- Svestirsi e spogliarsi da soli;
- Lavarsi il viso e i denti;
- Pettinarsi;
- Apparecchiare e sparecchiare la tavola;
- Accucciarsi per raccogliere oggetti da terra;
- Muoversi in casa il più possibile senza timore;

Inoltre, è importante iniziare fin da subito a fare passeggiate e a fare le scale.

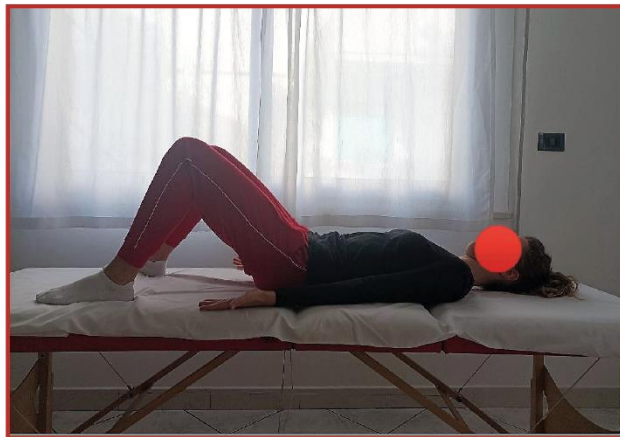
PRIMA FASE: da 15 a 30 giorni post-intervento

Obiettivo: presa di coscienza del proprio corpo e allineamento posturale.

1° Esercizio

Posizione:

Disteso a pancia in su con ginocchia flesse, piedi in appoggio e braccia lungo il corpo con palmi verso l'alto.



Esecuzione: mantenere la colonna vertebrale e le spalle aderenti al piano, portando il mento verso lo sterno e spingendo il tratto lombare verso terra. Eseguire respirazioni profonde inspirando dal naso ed espirando a lungo a labbra socchiuse.

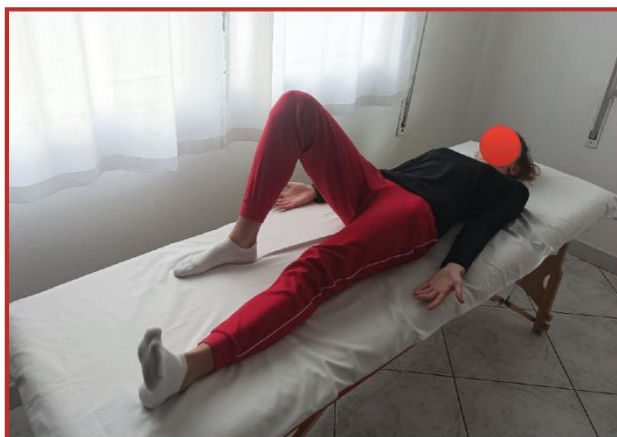
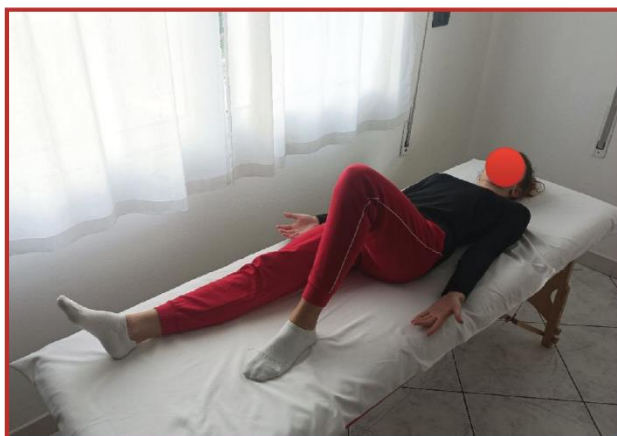
RIPETI CIRCA 10 VOLTE

N.B. Puoi utilizzare un rotolino morbido (asciugamano piegato) sotto la nuca per facilitare l'appoggio della colonna.

2° Esercizio

Posizione:

Disteso a pancia in su con ginocchia flesse, piedi in appoggio e braccia lungo il corpo con palmi verso l'alto.



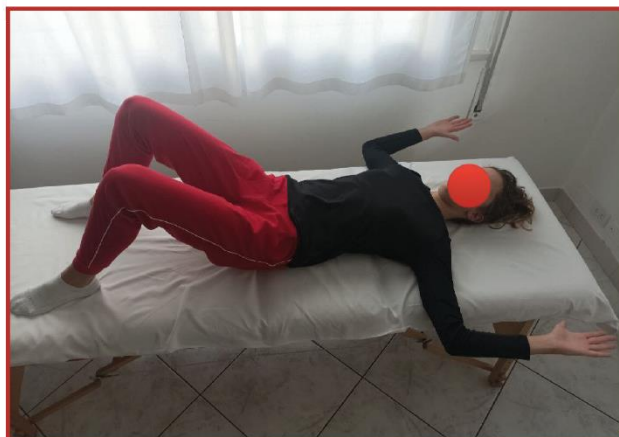
Esecuzione: quando si avrà la padronanza dell'esercizio precedente a gambe flesse, si potrà procedere con la discesa di un arto alla volta, facendolo scivolare sul tappetino.

RIPETI CIRCA 10 VOLTE PER CIASCUNA GAMBA

3° Esercizio

Posizione:

Disteso a pancia in su, con ginocchia flesse, braccia a 90° con palmi delle mani verso l'alto.



Esecuzione: far scorrere le braccia verso l'alto, mantenendo colonna e spalle aderenti al piano.

RIPETI CIRCA 10 VOLTE PER CIASCUN BRACCIO

4° Esercizio

Posizione:
Disteso a pancia in su ginocchia flesse sollevate verso il petto sostenute dalle braccia.



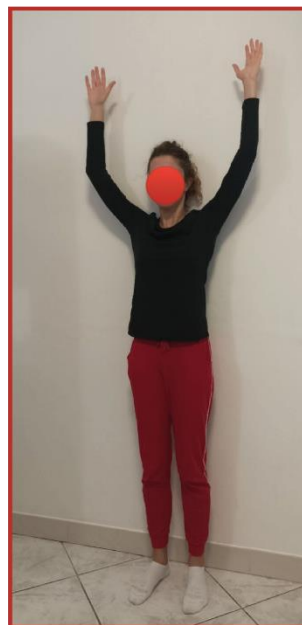
Esecuzione: mantenere la posizione per 8-10 secondi respirando regolarmente; ripetere l'esercizio alternando la flessione-estensione delle gambe.

RIPETI CIRCA 10 VOLTE PER CIASCUNA GAMBA

5° Esercizio

Posizione:

In piedi colonna aderente al muro, braccia lungo i fianchi, talloni distanti 10 cm circa dalla parete.



Esecuzione: portare le braccia sopra la testa mantenendo le braccia e la colonna aderenti al muro.

RIPETI DA 5 A 10 VOLTE

N.B. Stop movimento braccia appena la colonna lombare o cervicale si staccano dal muro.

SECONDA FASE: dal 1° al 3° mese post-intervento

Obiettivo: miglioramento articolarià cingolo scapolare e rinforzo muscolatura stabilizzatrice (addominali e glutei).

Iniziare la seguente serie di esercizi solo dopo aver eseguito gli esercizi precedenti e non prima del 30° giorno post-intervento.

1° Esercizio

Posizione:

Davanti al muro, un braccio alla volta teso con palmo appoggiato alla parete.



Esecuzione: Spingere la mano a braccio teso contro la parete, ponendo sotto il palmo una pallina morbida (tipo da tennis), mantenendo la colonna ferma allineata.

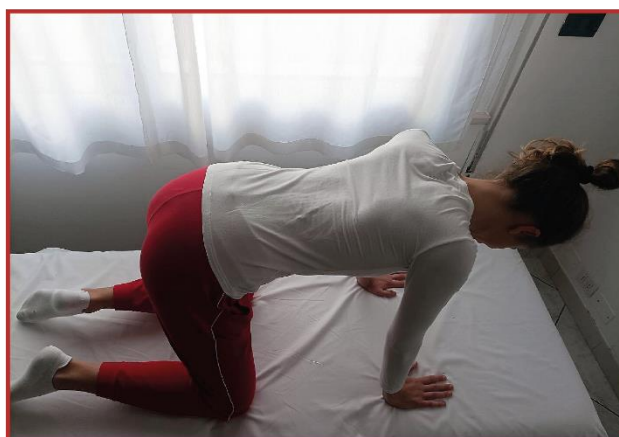
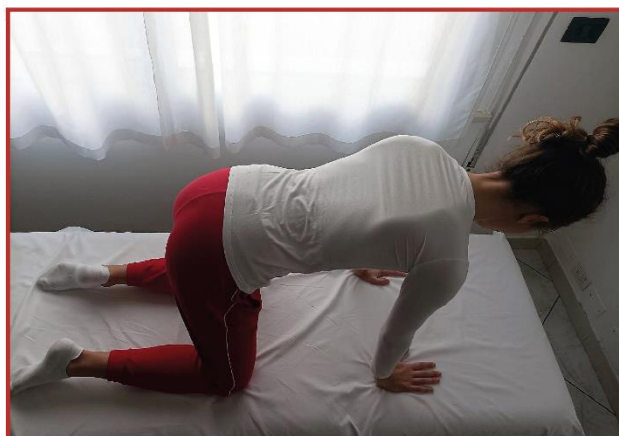
RIPETI DA 5 A 10 VOLTE PER BRACCIO

N.B. Concentrare il movimento solo sulla scapola.

2° Esercizio

Posizione:

In quadrupedia, mani all'altezza delle spalle, colonna in linea.



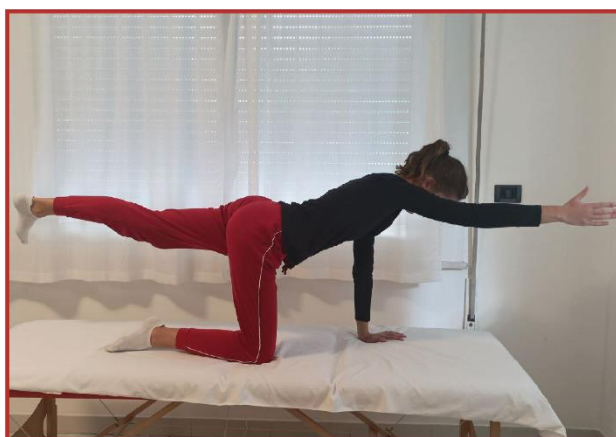
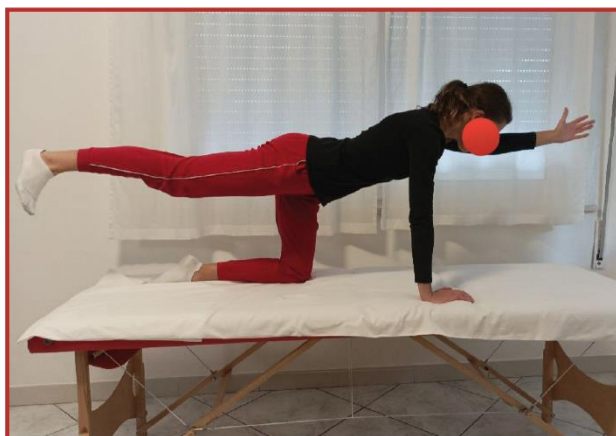
Esecuzione: muovere le scapole, avvicinandole alla colonna vertebrale e ritorno, mantenendo le braccia tese. Fare attenzione a non muovere la colonna.

RIPETI DA 5 A 10 VOLTE

N.B. Non inserire esercizi in quadrupedia prima del 60° giorno post-intervento.

3° Esercizio

Posizione:
In quadrupedia, mani altezza spalle, colonna in linea.



Esecuzione: sollevare braccio e gamba opposta, mantenendo la colonna in linea.

RIPETI DA 5 A 10 VOLTE ALTERNANDO GLI ARTI

4° Esercizio

Posizione:

Disteso a pancia in su con ginocchia flesse, gambe divaricate e piedi a terra, schiena ben appoggiata e braccia lungo il corpo.



Esecuzione: sollevare il bacino spingendo verso il basso con i piedi, mantenere dorso, spalle, testa e mani appoggiati.

RIPETI DA 5 A 10 VOLTE

N.B. è sufficiente un piccolo sollevamento da terra del bacino, importante non sollevare il dorso.

TERZA FASE: dal 3° al 6° mese post-intervento

Obiettivo: rinforzo muscolare con elastici a bassa resistenza.

N.B. Iniziare la seguente serie di esercizi solo dopo aver eseguito gli esercizi precedenti e non prima del 90° giorno post-intervento.

1° Esercizio di rinforzo muscolatura del dorso

Posizione:

In piedi o seduti su uno sgabello di fronte ad una spalliera alla quale fissare la banda elastica (va bene anche la maniglia di una porta), braccia tese all'altezza del petto.



Esecuzione: tirare verso di sé la banda elastica con i gomiti che sfiorano i fianchi, mantenendo la colonna in linea.

RIPETI DA 5 A 10 VOLTE

N.B. Avvicinare le scapole tra loro quando si tira l'elastico.

2° Esercizio di rinforzo muscolatura del dorso

Posizione:

Seduti su uno sgabello. Gomiti estesi (elastico teso).



Esecuzione: portare l'elastico verso di sé e con le spalle a 90°, ruotare i gomiti verso l'esterno.

RIPETI DA 5 A 10 VOLTE

N.B. Non muovere la colonna

3° Esercizio di rinforzo muscolatura del dorso

Posizione:

In piedi con le spalle rivolte ad una spalliera in cui si fissa la banda elastica (va bene anche la maniglia di una porta), braccia aperte e gomiti estesi (elastico teso).



Esecuzione: portare l'elastico davanti a sé mantenendo una linea orizzontale.

RIPETI DA 5 A 10 VOLTE

N.B. Non muovere la colonna

CONSIGLI ED ISTRUZIONI

Cose da sapere e comportamenti da osservare nel post-operatorio dell'intervento di toracoplastica:

- **Igiene personale:** curare l'igiene personale è importante per evitare possibili infezioni della barra. Le ferite non devono essere bagnate nei primi 10 giorni ma, dopo 10 giorni, si può iniziare a fare la doccia e rimuovere gli steri-strips. I punti riassorbibili saranno qualche volta visibili per alcune settimane, ma non bisogna preoccuparsene.
- **Terapia:** alla dimissione è necessario seguire le indicazioni sulla terapia antidolorifica prescritta, in genere viene lasciata terapia per bocca per qualche giorno in base all'intensità del dolore individuale. Le cicatrici dovrebbero essere ormai chiuse e non necessitano di medicazioni.
- **Scuola:** la ripresa della frequenza a scuola è possibile in genere dopo 2- 3 settimane o non appena il diretto interessato se la sente. Può essere utile avvisare insegnanti e compagni di classe e iniziare con un tempo di ore ridotto. Occorre stare attenti a non sollevare pesi (pesanti cartelle) e non flettere o ruotare il busto bruscamente. Piuttosto dello zaino può essere utile un trolley, ma è consentito uno zaino con un diario e un quaderno. Il paziente non deve rinunciare allo stare in gruppo anche se numeroso, ma deve evitare situazioni dove una folla di persone vicine tra loro e agitate fa temere contatti fisici irruenti e/o violenti. È possibile andare in bus. *N.B.: la barra non si sposta a causa di spinte o colpi lievi.*
- **Viaggi:** è consigliabile non mettere le cinture di sicurezza in automobile per tre mesi (certificato). In caso di viaggi in aereo è consigliabile portare con sé il certificato e la fotocopia della radiografia del torace in cui si mostra la presenza della barra metallica (può suonare al metal detector).
- **Visite di controllo:** entro 1-3 mesi dall'intervento è necessario eseguire una visita di controllo. Non servono radiografie in assenza di problemi. Ad ogni controllo medico verranno via via indicate le attività motorie e gli sport consentiti.

Cosa fare se...

È possibile accusare fastidi o dolori occasionali in particolare ai lati, dove vi sono l'estremità della barra, in genere scatenati da movimenti particolari. Cercare di evitare questi movimenti, eventualmente assumere antidolorifici. In caso di persistenza del dolore contattare l'ospedale di riferimento.

In caso di rigonfiamenti e/o di arrossamenti importanti sotto le ferite o secrezioni di liquido è consigliabile recarsi da un medico di fiducia.

In caso di dolori improvvisi insorti dopo che il dolore post-operatorio non è più presente, mettersi a riposo e osservare il torace: se la conformazione del torace non si è modificata, osservare riposo per qualche giorno ed eventualmente assumere antidolorifici; se il dolore è importante e soprattutto se il torace ha cambiato aspetto è possibile che si sia mossa la barra. In tal caso occorre contattare subito l'ospedale, eseguire una radiografia in due proiezioni anteroposteriore e laterale, e recarsi al più presto all'ospedale.

In caso di febbre recarsi da un medico di fiducia per una valutazione. Se la causa della febbre non è chiara, eseguire RX del torace (anteroposteriore) e contattare l'ospedale per comunicare l'esito. Se la radiografia al torace fosse negativa potrebbe essere necessario eseguire ecocardiografia per escludere la presenza di liquido nel pericardio (pericardite). È un'evenienza che si manifesta con febbre e dolore al torace in sede anteriore e si cura con antinfiammatori.