

Alterazioni respiratorie negli adolescenti con scoliosi idiopatica

Chiara Di Maria¹
Fabrizio Di Maria²

La scoliosi idiopatica degli adolescenti (SIA) è una deviazione patologica del tratto dorsale, lombare o dorso-lombare della colonna vertebrale caratterizzata da incurvamento laterale (angolo di Cobb $>10^\circ$) e rotazione intorno al suo asse longitudinale (Figura 1)¹. Nelle forme di gravità da lieve a moderata i pazienti, nonostante la deformità toracica, mantengono livelli di ventilazione polmonare adeguati. Ciò avviene grazie a una varietà di meccanismi compensatori regolati dalle proprietà di forza-lunghezza e forza-velocità dei muscoli inspiratori che includono l'aumento del comando neuromuscolare del sistema nervoso centrale (SNC), il prolungamento dell'inspirazione da innalzamento della soglia del riflesso inspirazione-inibitore e espirazione-attivatore di Hering-Breuer, e l'incremento della velocità del flusso nelle vie aeree secondario all'aumento della conduttanza specifica derivante a sua volta dalla maggiore forza di richiamo elastico polmonare sulle vie aeree. L'intensità del compenso che si oppone all'aumento delle

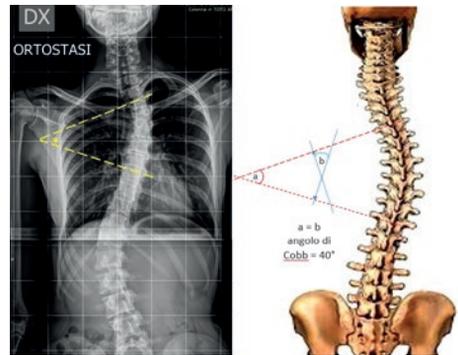


Figura 1. L'angolo formato dalle due linee tratteggiate gialle (*) è l'angolo di Cobb che misura il grado di curvatura della colonna dorso-lombare; per ragioni pratiche è più agevole misurare l'angolo b, uguale all'angolo a. Il valore dell'angolo definisce la soglia diagnostica ($>10^\circ$) della scoliosi idiopatica e serve a descrivere la sua gravità. In genere valori angolari di Cobb inferiori a 50° non sono associati a difetti della funzione polmonare clinicamente significativi.

resistenze elastiche della gabbia toracica è simile a quello dei soggetti normali. Inoltre, l'efficienza dei meccanismi compensatori è facilitata dal fatto che gli adolescenti hanno una distensibilità (*compliance*) della gabbia toracica relativamente maggiore e un più favorevole comportamento viscoelastico dei tessuti molli e osteocartilaginei del torace. Tuttavia, con l'accrescimento

¹ Scuola di specializzazione di Malattie Respiratorie, Università degli Studi di Catania, chiaradima@hotmail.com

² Scuola di specializzazione di Ortopedia e Traumatologia, Università degli Studi di Catania

le forze meccaniche asimmetriche che agiscono sulle vertebre fanno progredire la deviazione scoliotica col rischio che essa giunga a forme più gravi (angolo di Cobb > 50°-60°) in cui i meccanismi di compenso possono non essere più sufficienti, fino al manifestarsi di alterazioni della funzione polmonare di tipo per lo più restrittivo e allo sviluppo di importanti limitazioni nel portare a termine un esercizio fisico massimale anche nei pazienti che a riposo sono paucisintomatici. Va inoltre tenuto presente che quando l'angolo supera i 70°, specialmente in presenza di compromissione neuromuscolare, il paziente può sviluppare insufficienza respiratoria e ipertensione polmonare secondaria. Da ciò deriva la necessità di agire precocemente, prima che i processi di ossificazione siano completi, al fine di arrestare o rallentare il progressivo incurvamento.

Nel corso degli ultimi pochi decenni, diversi studi hanno mostrato che la progressione della SIA è positivamente influenzata dal trattamento che consiste nell'indossare per molte ore al giorno un corsetto ortotico toraco-lombare rigido che, agendo sul tronco del o della paziente mediante forze compressive esterne, arresta o riduce il progressivo incurvamento della colonna vertebrale e il deterioramento della funzione respiratoria. I benefici del corsetto sono tanto più evidenti quanto più sono le ore in cui viene indossato^{2,3}.

Molti adolescenti sono per vari motivi insofferenti o riluttanti a questo tipo di trattamento. Inoltre, tra le diverse cause che possono ostacolare l'aderenza al trattamento con corsetto, va annoverato che esso influisce negativamente sui volumi polmonari e può determinare la comparsa di difficoltà o disagio respiratorio sia a riposo che durante esercizio fisico.

Questo breve articolo intende:

- 1) passare in rassegna i complessi effetti della scoliosi sulla meccanica toraco-polmonare e su come essi si riflettono sui test funzionali respiratori;
- 2) esaminare i benefici e gli inconvenienti del trattamento ortotico.

I cambiamenti del volume polmonare durante la ventilazione dipendono da due meccanismi principali:

- 1) contrazione-rilasciamento del muscolo diaframma che agisce sui polmoni e sul loro contenuto gassoso come un pistone;
- 2) il ciclico movimento di innalzamento-abbassamento delle coste.

Nella scoliosi la curvatura del tratto dorsale si riflette sull'orientamento delle coste e determina asimmetria della gabbia toracica e dei suoi muscoli. Al pari dell'asimmetria anatomica e/o funzionale che nei soggetti con dimetria degli arti inferiori o coxartrosi altera la deambulazione, la perdita di simmetria della gabbia toracica produce alterazioni della meccanica e della cinetica respiratorie che possono convergere nello sviluppo di quadri disfunzionali più o meno gravi della ventilazione polmonare e dell'adattamento allo sforzo. La scoliosi, la più frequente causa di deformità del torace in bambini e adolescenti, distorce la configurazione tridimensionale della gabbia toracica e si traduce in complessi cambiamenti della meccanica toracica e in un aumento della resistenza elastica o elastanza (E) del sistema respiratorio in toto – che riflette l'aumentata elastanza della gabbia toracica – da cui dipende la riduzione pressoché uniforme dei volumi polmonari giungendo complessivamente a configurare un'alterazione funzionale di tipo restrittivo alla quale contribuisce una sostanziale riduzione di forza dei mu-

scoli inspiratori. Molti e complessi, come accennato sopra, sono i meccanismi compensatori che entrano in gioco per limitare gli effetti negativi dell'aumentata elasticità della gabbia toracica. Tra questi, i meccanismi di tipo neurale meritano di essere ricordati: uno è l'innalzamento della soglia del riflesso di apnea (riflesso di Hering-Breuer) determinato dalla distensione polmonare durante l'inspirazione, l'altro è l'aumento della pressione di occlusione nei primi 100 msec (P0,1) dell'inspirazione – espressione del *drive* neuro-muscolare respiratorio – che risulta essere correlato alla gravità della scoliosi stimata attraverso la grandezza dell'angolo di Cobb⁴.

In uno studio multicentrico in pazienti ad alto rischio di aggravamento il corsetto ortotico si è dimostrato una valida opzione nel prevenire la progressione della curvatura spinale verso l'insorgenza dei disturbi respiratori e la soglia dell'intervento chirurgico. Pertanto, in base a questa e altre evidenze esso è stato incorporato nelle linee guida e raccomandato come trattamento di prima scelta dei pazienti con SIA che hanno un angolo di Cobb compreso tra 20° e 40°.

Altri studi hanno però dimostrato che il corsetto, come la "fasciatura stretta" (*strapping*) del torace applicata ai soggetti normali, a scopo di studio, per limitare la distensibilità toracica e indurli a respirare a volumi polmonari più bassi, quando indossato dai pazienti scoliotici altera la meccanica respiratoria conducendo a una riduzione della funzione respiratoria e alla percezione di disagio respiratorio che sotto esercizio fisico può trasformarsi in dispnea. La percezione della restrizione toracica e della respirazione disagiata possono a loro volta contribuire a limitare l'aderenza del paziente all'uso del corsetto

riducendo così l'efficacia del trattamento a lungo termine.

In uno studio recente è stato osservato che negli adolescenti con scoliosi idiopatica moderata la ventilazione in condizioni basali non è alterata, ma l'applicazione del corsetto causa una significativa riduzione dei volumi polmonari (Figura 2) che in alcuni pazienti si associa a un incremento della percezione di sforzo respiratorio. Inoltre, il confronto tra i valori spirometrici misurati indossando il corsetto e quelli osservati in condizioni basali correlano linearmente in modo altamente significativo⁵. Questo significa che utilizzando

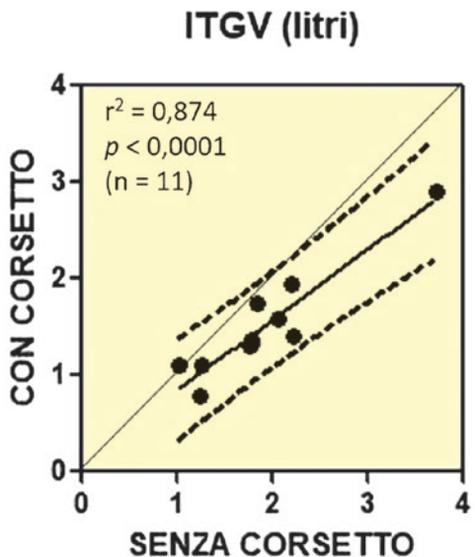


Figura 2. Il corsetto, usato dagli adolescenti con scoliosi idiopatica per limitare il progressivo incurvamento della colonna vertebrale, quando indossato causa una restrizione dei volumi polmonari qui documentata dalla significativa ($p < 0,0001$) riduzione del volume gassoso intratoracico (ITGV) pletismografico. Ciascun punto rappresenta un singolo paziente, la linea continua e le linee tratteggiate rappresentano, rispettivamente, la retta di regressione e i limiti di confidenza. La diagonale a 45 gradi passante per l'origine degli assi cartesiani rappresenta la linea di identità (mod. da Di Maria F⁵).

equazioni di predizione opportunamente calcolate è possibile prevedere la riduzione immediata dei parametri ventilatori osservata indossando il corsetto.

La scoliosi idiopatica è una deformità della colonna vertebrale comune nei bambini e negli adolescenti con una frequenza compresa tra 1 e 5%. Essa consiste nella curvatura della colonna vertebrale rispetto ai tre piani dello spazio con un angolo di curvatura spinale sul piano coronale (angolo di Cobb) > 10°. La scoliosi con piccola curvatura è equamente distribuita tra maschi e femmine, ma queste ultime, rispetto ai maschi, hanno un rischio relativo 6-7 volte più grande di sviluppare una curvatura superiore a 40°. A parte le sue implicazioni estetiche e psicofisiche, la scoliosi idiopatica ha conseguenze sulle potenzialità di crescita e può determinare ipoplasia polmonare quando insorge nei bambini con meno di 10 anni.

L'impatto della scoliosi lieve-moderata sulla funzione respiratoria è assente o poco evidente e i pazienti sono praticamente asintomatici; i disturbi respiratori iniziano quando l'angolo di Cobb supera il valore di 50°. Le alterazioni funzionali più evidenti e note consistono nella riduzione dei volumi polmonari riconducibile all'aumento della resistenza elastica della gabbia toracica e del sistema respiratorio in toto. Altre alterazioni funzionali che includono la forza dei muscoli respiratori, l'adattamento allo sforzo fisico e i meccanismi neurali, centrali e periferici, che possono influenzare l'omeostasi respiratoria e metabolica meriterebbero di essere meglio studiate.

Nonostante l'efficacia a lungo termine del trattamento ortotico mediante corsetto rigido rappresenti una solida evidenza scientifica, alcuni suoi possibili svantaggi, quali la transitoria riduzione dei volumi

polmonari, la percezione del disagio respiratorio e la conseguente limitazione delle prestazioni fisiche, non devono essere sottovalutati perché possono contribuire a ridurre l'aderenza del paziente al trattamento e aumentare il rischio di progressione della malattia⁶.

Bibliografia

- 1) WEINSTEIN SL, DOLAN LA, CHENG JC, ET AL. *Adolescent idiopathic scoliosis*. Lancet 2008;371:1527-37.
- 2) NEGRINI S, DONZELLI S, AULISA AG, ET AL. *2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth*. Scoliosis Spinal Disord 2018;13:3-48.
- 3) WEINSTEIN SL, DOLAN L, WRIGHT JG, DOBBS MB. *Effect of bracing adolescent idiopathic scoliosis*. N Engl J Med 2013;369:1512-21.
- 4) RAMONATXO M, MILIC-EMILI J, PREFAUT C. *Breathing pattern and load compensatory responses in young scoliotic patients*. Eur Respir J 1988;1:421-7.
- 5) DI MARIA F, VESCIO A, CALDACI A, ET AL. *Immediate effects of Sforzesco® bracing on respiratory function in adolescents with idiopathic scoliosis*. Healthcare 2021;9:1372-9.
- 6) DI MARIA F, TESTA G, CARNAZZA M, ET AL. *Longer brace duration is associated with lower stress levels and better quality of life in adolescents with idiopathic scoliosis*. Children 2023;10:1120-7.