

ABSTRACT

Introduzione

La scoliosi idiopatica adolescenziale (AIS) è una patologia a larga diffusione: secondo i dati scientifici essa presenta una prevalenza del 2-3% dei casi ed in maniera particolare nel genere femminile, risulta quindi essere una patologia ad alto impatto sulla società moderna. Le persone affette da questa patologia, oltre ad avere gravi e facilmente riconoscibili deformità del rachide, presentano notevoli effetti negativi di grande rilevanza: dolore, difficoltà funzionale, problematiche psicologiche derivanti sia dalla patologia in atto sia dallo sviluppo puberale, difficoltà nello sport e nella vita quotidiana, problematiche respiratorie, tissutali, problematiche a livello della cute del dorso e molte altre. La proposta terapeutica ad oggi è molto ampia e diversificata, essa non comprende solamente la fisioterapia ma si espande dalla semplice osservazione e valutazione della curva durante le prime fasi dello sviluppo, l'utilizzo combinato o da solo di fisioterapia (moltissime sono le scuole terapeutiche nate per il trattamento della scoliosi) e dei corsetti, fino all'utilizzo della terapia chirurgica quando la scoliosi diventa troppo grave o il paziente raggiunge maturità scheletrica e la curva si irrigidisce. Normalmente lo scopo della fisioterapia è quello di arrestare o per lo meno rallentare lo sviluppo della curva scoliotica che risulta essere già un obiettivo a volte ambizioso. In Germania, nella scuola Schroth, esiste una metodologia di esercizi, documentata da oltre un secolo e mezzo di attività, tramite i quali vengono trattati molti pazienti, presentanti curve anche estremamente gravi, con un effetto non solo di rallentamento o arresto dello sviluppo della curva, ma addirittura una riduzione lampante della sua entità. Questa scuola, fondata da Katharina Schroth, porta ogni anno migliaia di nuovi esempi di trattamento su curve scoliotiche con miglioramenti significativi. Questa revisione della letteratura nasce da un interesse personale nella conoscenza e nella valutazione di queste tecniche dato il loro enorme impatto sul mondo della scoliosi.

Scopo della ricerca

Lo scopo di questa revisione della letteratura è quello di dimostrare l'efficacia delle tecniche proposte dal metodo Schroth per il trattamento della AIS nel migliorare l'angolo di Cobb e la qualità della vita.

Materiali e metodi

La ricerca è stata condotta su studi pubblicati entro il gennaio 2023, consultando i database Pubmed, PEDro, Google Scholar e Cochrane library. Sono stati selezionati studi randomizzati controllati in lingua inglese e italiana che trattassero l'efficacia del trattamento in pazienti presentanti AIS, comparandolo ad altre tipologie di trattamento o alla semplice osservazione del paziente.

Risultati

Tutti i 6 studi selezionati hanno dimostrato che l'utilizzo del metodo Schroth comporta un miglioramento significativo dei parametri presi in considerazione.

Conclusioni

Il metodo Schroth sembra essere una valida alternativa di trattamento conservativo per molte tipologie di curve. Esso, come accade in alcuni studi, presenta buoni risultati anche se utilizzato assieme ad altre terapie come l'utilizzo di un corsetto o altre tipologie di esercizio specificatamente indicate dai protocolli utilizzati nei diversi paesi.

INDICE

CAPITOLO 1: Scoliosi idiopatica	5
1.1 Definizione	5
1.2 Epidemiologia	5
1.3 Eziologia	6
1.4 Anatomia patologica	7
1.5 Classificazione	8
CAPITOLO 2: Valutazione e trattamento	13
2.1 Esame clinico	13
2.2 Importanza della valutazione della Quality of Life	17
2.3 Trattamento	18
2.4 Chinesiterapia	19
CAPITOLO 3: Il metodo Schroth	22
3.1 Introduzione	22
3.2 Storia	22
3.3 Il metodo Schroth nel tempo	23
3.4 Classificazione e trattamento della scoliosi secondo il metodo Schroth	24
CAPITOLO 4: Materiali e metodi	30
4.1 Obiettivo della ricerca	30
4.2 Criteri di eleggibilità degli studi	30
4.3 Fonti e strategie di ricerca	32
4.4 Diagramma di flusso della ricerca	31
CAPITOLO 5: Analisi della letteratura	34
5.1 Analisi della qualità metodologica	34
5.2 Descrizione degli studi	36

5.3 Tabelle riassuntive	51
CAPITOLO 6: Discussione	55
6.1 Conclusione	56
Bibliografia e Sitografia	57

CAPITOLO 1: Scoliosi idiopatica

1.1 Definizione

La scoliosi idiopatica è una complessa deformità strutturale della colonna vertebrale che si torce sui tre piani dello spazio. Per definizione essa non ha una causa nota e probabilmente non ha nemmeno una causa unica. Essa viene infatti anche definita a livello eziopatologico come una sindrome complessa ad eziologia multifattoriale. La scoliosi idiopatica si manifesta infatti sempre con la deformità a livello del rachide, ma andando a fare una indagine più approfondita si nota come compaiono altri segni sub-clinici estremamente significativi.

Il primo a parlare di scoliosi fu Ippocrate il quale viene oggi considerato come il fautore della medicina scientifica circa 2500 anni fa. Egli, dopo aver misurato le curve scoliotiche, creò una serie di strumenti per cercare di trattare e ridurre queste problematiche, uno dei tanti è il "letto di trazione".

L'International Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment (SOSORT) [1], definisce la scoliosi come "deformità torsionale tridimensionale del rachide e del tronco": vediamo infatti che sul piano frontale essa si manifesta tramite un movimento di flessione laterale, sul piano sagittale si manifesta tramite una alterazione delle curve, in particolare l'inversione di esse è la più comune, mentre per quanto riguarda il piano assiale essa si manifesta tramite una rotazione a livello vertebrale. La scoliosi si aggrava nelle fasi di sviluppo pronunciate e diventa impossibile da modificare nel momento in cui la proliferazione delle cartilagini di accrescimento si interrompe.

La Scoliosis Research Society [2] invece fornisce la definizione di scoliosi comunemente utilizzata in letteratura e in clinica, la definisce infatti come una "curva di più di 10° dell'angolo di Cobb sul piano frontale senza considerare il piano laterale, le cui modificazioni incidono significativamente sull'evoluzione della scoliosi e sulla trattabilità ortesica". Questo significa che si può iniziare a parlare di scoliosi quando ci troviamo di fronte ad un angolo di Cobb superiore o uguale ai 10° e solamente quando sia possibile identificare una rotazione assiale. Da questa definizione si è iniziato a parlare di scoliosi in termini di Cobb Angle, aumentandone la gravità all'aumentare dei gradi dell'angolo di Cobb riscontrati sul paziente.

Diviene importante distinguere tra scoliosi strutturale e scoliosi funzionale. La scoliosi funzionale, anche definita come atteggiamento scoliotico, è una curva secondaria la quale viene a svilupparsi tramite cause extra spinali (come per esempio l'eterometria a livello degli arti inferiori), in essa non è mai presente rotazione vertebrale e si corregge completamente con la flessione anteriore.

1.2 Epidemiologia

La scoliosi è la più frequente e comune alterazione della colonna vertebrale nell'infanzia fino alla conclusione dello sviluppo adolescenziale. Nel 20% circa dei casi

la scoliosi viene ritenuta secondaria ad altre patologie sottostanti. Il restante 80% dei casi è costituito dalle scoliosi idiopatiche, la percentuale di manifestazione della AIS nella popolazione generale, per un angolo di Cobb maggiore di 10°, varia dallo 0,93% al 12%, [3], questo range è dovuto soprattutto alle diverse metodiche di screening utilizzate, dalle differenti definizioni della scoliosi che ogni ricercatore sceglie di utilizzare e dalle differenze insite nelle diverse popolazioni di studio. In letteratura viene però considerato come valore standard una prevalenza del 2-3% in una popolazione che presenta una fascia di età compresa tra i 10 e i 18 anni.

L'entità delle curve è un altro elemento estremamente variabile, si conosce, tramite alcuni studi, che al primo incontro con uno specialista circa il 95% dei casi non superano i 20° Cobb, il 4% dei pazienti presentano curve comprese tra i 20-40° Cobb e solamente l'1% rimanente si presenta al primo incontro con un angolo di Cobb maggiore o uguale ai 40° (scoliosi maggiori), [4]. L'entità dell'angolo della scoliosi a fine sviluppo è un fattore estremamente rilevante per quanto riguarda la vita successiva del paziente, se la curva si stabilizza con un angolo compreso tra i 30 e i 50° vi è un aumento importante nel rischio di sviluppo di patologie che possono mettere a rischio la vita del paziente, inoltre vi sarà una ridotta qualità della vita, una deformità estetica estremamente visibile e delle disabilità derivanti sia dal dolore che dalle enormi limitazioni a livello funzionale. Approssimativamente il 10% dei casi richiede trattamento conservativo, mentre solamente allo 0,2% dei casi è indispensabile la correzione chirurgica della curva.

La scoliosi idiopatica, soprattutto per quanto riguarda angoli di Cobb superiori ai 30° (soglia critica), è una patologia prevalente nel genere femminile con una prevalenza di 7.2:1 per curve superiori ai 40°. Questa differenza non è così netta se andiamo a studiare angoli di Cobb relativamente bassi (per angoli compresi tra i 10 e i 20° vediamo infatti una distribuzione di 1,4:1). [5]

1.3 Eziologia

Per definizione la scoliosi idiopatica presenta una origine sconosciuta e sicuramente multifattoriale. Sono però state proposte diverse teorie, con basi scientifiche estremamente valide, per cercare di attribuire una causa a questa patologia. La maggior parte delle teorie proposte puntano il dito alla biomeccanica del corpo, a problematiche neuromuscolari, genetiche, ormonali o ambientali ma, nonostante gli sforzi, ad oggi non abbiamo una risposta univoca su quale possa essere la causa della scoliosi.

La maggiore prevalenza nel sesso femminile (soprattutto in curve che superano la soglia critica) ha fatto pensare ad una possibile trasmissione genetica legata al cromosoma X (X-linked) tuttavia, uno studio condotto da Ward et al., [6] ha negato questa ipotesi dimostrando un'espressione poligenica della patologia.

Nei pazienti presentanti questa deformità essa è spesso accompagnata da disturbi di equilibrio, sensibilità e disturbi generali del sistema nervoso centrale. Questo ha fatto

presupporre che i muscoli para-vertebrali profondi potrebbero essere stati vittima di una disfunzione neurologica (derivante da una anormale maturazione dei centri corticali e subcorticali) la quale ha portato ad uno squilibrio di forze e quindi alla modificazione strutturale (soprattutto in rotazione) della colonna e delle vertebre in particolare. [7]

Vista la tendenza alla manifestazione in alcune famiglie e non altre si è ipotizzata una partecipazione dei fattori genetici nello sviluppo della scoliosi ma, gli studi non risultano conclusivi in quanto il pattern di suscettibilità all'interno delle famiglie non è risultato chiaro.

Alcuni ricercatori sembrano suggerire un possibile disturbo ereditario per quanto riguarda la struttura e la funzione dei recettori degli estrogeni, in alcuni studi sono effettivamente state riscontrate queste alterazioni.

Questi e moltissimi altri studi sono presenti in letteratura, cercando di trovare una soluzione ad un problema che al giorno d'oggi infierisce su milione di persone. In conclusione, l'eziologia della scoliosi idiopatica non è ancora stata chiarita ma, osservando tutti gli studi e tutta la letteratura presente si può ipotizzare una origine multifattoriale. [8]

1.4 Anatomia patologica

La scoliosi determina una deformità complessa della colonna vertebrale, essa non coinvolge solamente le vertebre, ruotandole e diminuendone la funzionalità, ma coinvolge tutti i tessuti che circondano la colonna vertebrale e che sono ad essa collegati.

Nelle scoliosi idiopatiche possiamo trovare degli elementi fondamentali, che contraddistinguono la patologia, essi sono:

- Curva principale o primitiva. Essa è definita come la curva che presenta la maggior rotazione di corpi vertebrali ed è in genere la curva che presenta l'entità angolare più ampia. Essa può essere situata in tutti e tre i distretti vertebrali (dorsale, cervicale, lombare), oppure, come molto più spesso accade, può coinvolgerne più di uno. Essa è di solito anche la curva più rigida e più strutturata, di difficile riduzione.
- Curvature secondarie (anche definite di compenso). Esse si sviluppano nei tratti sopra o sottostanti alla curvatura principale, e permettono al tronco di riallinearsi compensando la curvatura primitiva. Generalmente presentano una entità minore rispetto alla curva primaria e risultano di più facile "manipolazione"
- Rotazioni. Tutto il tratto di colonna vertebrale interessato dalla curvatura presenta sempre una rotazione delle singole vertebre su se stesse. Normalmente troviamo che i corpi vertebrali tendono a ruotare verso il lato convesso della curva mentre le spinose sono rivolte verso il lato concavo.

In ogni curva sono distinguibili delle vertebre chiave che ci danno informazioni importanti sulla tipologia di curva con cui abbiamo a che fare. La vertebra apicale è la vertebra più lontana dalla linea mediana ed è la vertebra che presenta la torsione maggiore sul piano trasversale rispetto a tutte le altre vertebre facenti parte della medesima curva. Solitamente la vertebra apicale della curva primaria presenta il maggiore angolo di rotazione rispetto ad ogni altra vertebra nella colonna. Le vertebre limitanti sono le due vertebre che delimitano la curva, una superiormente e una inferiormente, sono distinguibili poiché sono le prime vertebre che presentano inclinazione rispetto all'asse vertebrale.

La vertebra apicale è in genere anche la vertebra che più di tutte subisce il processo degenerativo portato avanti dalla patologia. Nel corso della progressione della patologia infatti questa vertebra inizia a degenerare verso una forma trapezoidale generata, secondo la letteratura, dall'aumentata pressione della cartilagine di accrescimento sulla concavità della curva la quale provoca un'inibizione dell'ossificazione rispetto al lato contro-laterale (dove la crescita risulta normale o addirittura accelerata) e di conseguenza una asimmetria che aggrava la deformità della patologia (legge di Wolff).

Le vertebre limitanti invece subiscono un processo degenerativo estremamente ridotto rispetto a quelle apicali in quanto la pressione generata dalla curvatura è estremamente inferiore.

Il processo degenerativo non si limita ai soli corpi vertebrali, anche i dischi, che si alternano alle vertebre, ne sono colpiti. Essi subiscono pressioni anomale e, data la conformazione meno rigida dei dischi rispetto alle vertebre, essi si assottigliano e degenerano verso il lato concavo della curva. Nel tempo questo può comportare la formazione di artrosi che è una delle ragioni principali del dolore e della limitazione funzionale nelle scoliosi.

Le deformazioni delle coste e del torace sono un altro aspetto presente in tutte le scoliosi idiopatiche, questo aspetto si manifesta tramite il gibbo costale posteriore. Le coste presenti al lato della convessità vengono difatti spinte posteriormente e tendono a verticalizzarsi andando a creare questa prominente posteriore chiamata gibbo posteriore. Le vertebre contro-laterali sono invece spinte anteriormente e hanno la tendenza ad orientalizzarsi andando a generare il gibbo anteriore. Il gibbo è uno dei segni patognomici della scoliosi.

Vengono riscontrate anche modifiche anatomiche per quanto riguarda i tessuti molli circostanti alla curvatura, essi infatti risultano stirati verso il lato convesso e retratti verso il lato concavo, oltre a queste essi presentano una perdita di elasticità che è comune per entrambi i lati della curva.

1.5 Classificazione

La già citata International Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment (SOSORT),[9], propone la seguente classificazione per quanto riguarda la Scoliosi Idiopatica Adolescenziiale:

Chronological		Angular			Topographic		
Age at diagnosis (years.months)		Cobb degrees			Apex		
					from	to	
Infantile	0-2.11	Low	Low	5-15	Cervical	-	Disc C6-7
Juvenile	3-9.11		Low to moderate	16-24	Cervico-thoracic	C7	T1
Adolescent	10-17.11	Moderate	Moderate	25-34	Thoracic	Disc T1-2	Disc T11-12
Adult	18-		Moderate to severe	35-44	Thoraco-lumbar	T12	L1
		Severe		45-59	Lumbar	Disc L1-2	-
		Very severe		60 or more			

Figura 1. Classificazione Scoliosi Idiopatica Adolescenziiale. Negrini, S. et al. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment od idiopathic scoliosis during growth.

Classificazione Cronologica

Nella modalità cronologica la scoliosi viene classificata in base all'età della stessa al momento della diagnosi e dell'insorgenza della patologia. Questo metodo, proposto da James JI [10], pone molta importanza sul fatto che più la diagnosi avvenga tempestivamente più la prognosi risulti buona e sia anche aumentata l'efficacia dei trattamenti conservativi. Si distinguono 4 tipologie di scoliosi secondo il metodo cronologico:

- Infantili, da 0 a 2.11 anni: circa 1% delle scoliosi idiopatiche;
- Giovanili, da 3 a 9.11 anni: dal 10 al 15% delle scoliosi idiopatiche e possono molto facilmente portare a gravi complicanze cardiopolmonari, grande è il rischio per l'operazione chirurgica;
- Adolescenziiali, da 10 a 17.11 anni: rappresentano la maggioranza delle scoliosi idiopatiche;
- Adulto, oltre i 18 anni o oltre la maturità ossea.

Classificazione Angolare

La classificazione angolare si basa sulla misurazione dell'angolo di Cobb mediante un imaging radiografico sul piano frontale. Questo è ottenuto tramite il calcolo dell'intersezione di due rette tangenti generate rispettivamente dal margine superiore della vertebra limitante superiore e dal margine inferiore della vertebra limitante inferiore. L'angolo congruente che si viene a formare dall'intersezione tra le perpendicolari dalle tangenti descritte è definito Angolo di Cobb. La procedura del calcolo dell'angolo di Cobb è soggetta ad errore in quanto è stato dimostrato che, anche selezionando le medesime vertebre, si otterrà una differenza di 3-5° a seconda dell'operatore.

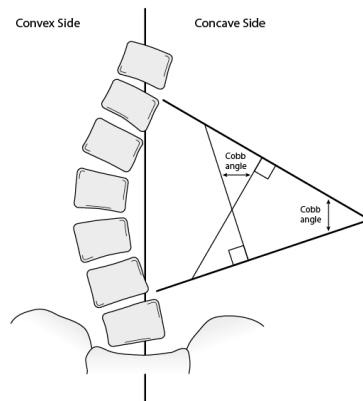


Figura 2. Metodologia di calcolo dell'angolo di Cobb

In base alla ampiezza dell'angolo le scoliosi idiopatiche possono essere così suddivise:

- Low: dai 5° ai 15°;
- Low to moderate: dai 16° ai 24°;
- Moderate: dai 25° ai 34°;
- Moderate to severe: dai 35° ai 44°;
- Severe: dai 45° ai 59°;
- Very severe: oltre i 60° di ampiezza.

Dato il crescente interesse e i recenti studi sull'impatto di questa patologia sul QoL (quality of life) sono stati proposti dei cut-off ritenuti significativi per la prognosi:

- Scoliosi inferiore a 10°: la diagnosi non andrebbe formulata;
- Scoliosi superiore ai 30°: rischio di progressione in età adulta e possibili problemi di salute e riduzione della qualità della vita;
- Scoliosi superiore ai 50°: quasi sicuramente progredirà in età adulta e determinerà problemi di salute e diminuirà la qualità della vita.

Classificazione Topografica

Questa tipologia di classificazione si basa sul sito anatomico della curva primaria sul piano frontale. Sono distinguibili curve in diverse posizioni: Cervicale (fino a C6/7);

Cervico-toracica (da C7 a T1); Toracica (da T1 a T11/12); Toraco-lombare (da T12 a L1) e Lombare (fino a L2).

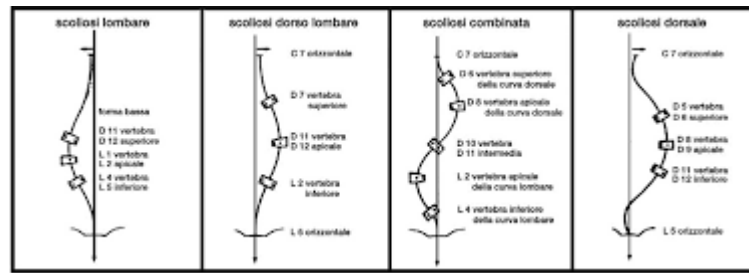


Figura 3. Classificazione topografica AIS

Una delle classificazioni topografiche più comunemente utilizzate per il trattamento chirurgico è quella di Lenke:

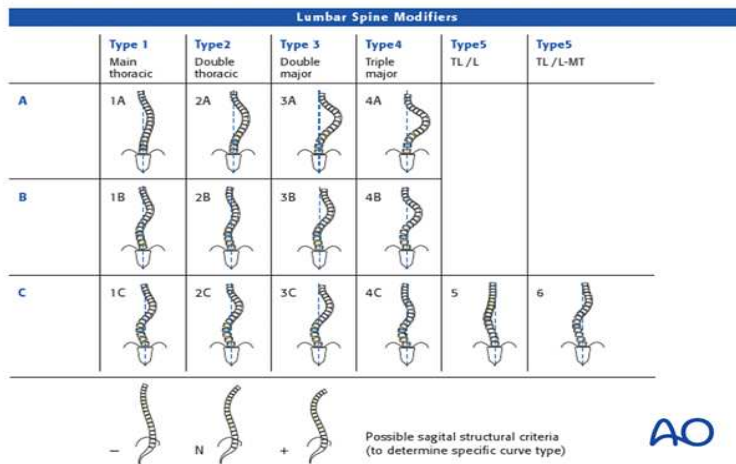


Figura 4. Classificazione di Lenke AIS

Questa classificazione è molto accurata tuttavia risulta inapplicabile nel trattamento conservativo delle scoliosi più lievi che vengono normalmente trattate con metodo conservativo e corsetto.

Scala di Risser

Molti degli studi che andremo ad analizzare prendo in considerazione questa scala nei criteri di inclusione ai propri studi, sembra quindi doveroso introdurla. Questo metodo di identificazione dello sviluppo scheletrico si basa sulla misurazione radiografica dell'ossificazione dell'apofisi iliaca. La radiografia inizia dalla porzione più laterale della cresta iliaca e procede in direzione mediale dividendo l'apofisi in 4 quadranti simmetrici. La scala di Risser (o Risser sign) va da un valore di 0 (assenza di ossificazione) fino ad un valore di 5 (ossificazione di tutti i quadranti e fusione

dell'apofisi all'osso iliaco). Il rischio di progressione è inversamente proporzionale all'indice di Risser.

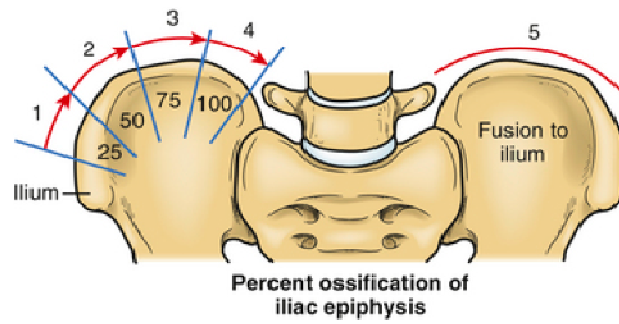


Figura 5. Scala di Risser

CAPITOLO 2: Valutazione e trattamento

2.1 Esame clinico

L'esame clinico viene svolto con l'obiettivo di eseguire una diagnosi, in questo caso di scoliosi, e consta di tre parti fondamentali: l'anamnesi, l'esame obiettivo e la valutazione radiografica. L'esame clinico deve essere svolto in tutte le sue parti in modo corretto e solitamente è un fisiatra ad eseguire la diagnosi di scoliosi.

Anamnesi

La raccolta iniziale dei dati sul paziente è un momento fondamentale nel processo diagnostico e nel trattamento stesso della patologia. Essa ci permette di avere una baseline dalla quale partire e sulla quale poter, in futuro, esaminare i cambiamenti che la terapia scelta sta avendo sul paziente e sulla patologia. Diversi sono i dati che vengono raccolti durante l'anamnesi:

- età del paziente (sappiamo che prima viene eseguita la diagnosi di scoliosi migliore risulta essere l'efficacia del trattamento);
- ulteriori casi di scoliosi presenti in famiglia ed entità di progressione di queste curve;
- sviluppo psicomotorio del paziente e problematiche insorte ricollegabili alla potenziale patologia;
- storia di malattie attuali o remote del soggetto;
- storia generale del paziente;
- pratica sportiva del paziente e cambiamenti in questa;
- ricerca di cause di scoliosi acquisita;
- ulteriori trattamenti farmacologici, interventi o traumi precedenti.

L'anamnesi è fondamentale per instaurare un rapporto con il paziente il quale dovrà intraprendere un percorso molto lungo (solitamente per tutta la vita) e, in alcuni casi, anche infruttuoso. Porre l'attenzione sul suo stato di salute sia fisico che psicologico aiuta a creare un ambiente favorevole in cui il paziente è attivo al dedicarsi alla cura del proprio corpo nel lungo termine.

Esame obiettivo

Questo esame permette di evidenziare la scoliosi e si effettua esaminando il paziente svestito e a piedi nudi in diverse posizioni. L'esame obiettivo viene descritto da De Mauroy [10]

Esame del paziente in piedi

Facciamo posizionare il paziente in piedi, con gli arti inferiori tesi e gli arti superiori e le spalle rilassate. I piedi sono paralleli e affiancati ma leggermente divaricati di modo che le ginocchia non siano in contatto tra di loro, questo evita eventuali compensi che il paziente può mettere in atto e inoltre si ottiene una base di appoggio sicura e stabile. Nel caso in cui il paziente indossi già un rialzo a livello del piede l'esame dovrà essere svolto sia con questo rialzo che senza. Si corregge l'eventuale disequilibrio del bacino tramite l'utilizzo di una tavoletta rialzata sotto l'arto più corto. Inizialmente andiamo a porre la nostra attenzione su diversi aspetti, quali:

- Profilo del rachide, ponendo particolare attenzione allo stato delle curve fisiologiche del corpo;
- Antiversione e retroversione di bacino tramite l'osservazione delle spine iliache (SIAS e SIPS);
- Prominenza dell'addome;
- Antepulsione o retropulsione del tronco;
- Posizione del capo rispetto al tronco e rispetto al corpo in toto;
- Asimmetria di spalle e scapole rispetto alla curvatura;
- Asimmetria dei triangoli della taglia (lo spazio che si viene a creare tra il margine laterale del tronco e il margine interno delle braccia quando sono rilassate lungo il corpo, normalmente esso tende a ridursi verso il lato della convessità della curva).

Esame del paziente leggermente flessa in avanti

La deviazione della scoliosi viene rilevata osservando la distanza del processo spinoso rispetto alla linea mediana. Da questa posizione possiamo misurare la differenza di altezza del lato concavo rispetto alla convessità.

Esame del paziente in appoggio su un tavolo

Questa posizione permette lo scarico totale e la valutazione di deformazioni permanenti. È molto utile per l'esame dell'obliquità del bacino e nella ricerca di punti dolenti.

Molto spesso viene anche utilizzato un filo a piombo nella valutazione delle curve fisiologiche del rachide. Esso viene posto sulla apofisi spinosa di C7 e la sua verticale, in condizioni non patologiche, passa esattamente all'interno delle pieghe interglutee. Vengono poi rilevate le distanze del filo dal rachide in alcuni punti predefiniti come: nuca, C7, D7-9, L3 e S1. tutte queste distanze vengono annotate in un modello apposito e possono essere utilizzate come strumento di rivalutazione del paziente.

Durante l'esame obiettivo vengono anche utilizzate diverse scale, test e strumentazioni che ci permettono una oggettività maggiore della semplice osservazione da parte del medico o terapeuta.

La curva può essere valutata con l'utilizzo del test di Adams, probabilmente il test più conosciuto nella diagnosi della scoliosi sul piano trasversale. Esso si esegue chiedendo una flessione anteriore del tronco fino al raggiungimento dei 90° lasciando le braccia cadere in avanti e osservando l'eventuale presenza di un gibbo a livello della colonna. Questo test si esegue sia con una flessione del tronco a 90°, che evidenzia principalmente un gibbo a livello lombare e toracico basso, oppure si può chiedere una flessione ai 60° la quale evidenzia un gibbo a livello toracico. Questo gibbo deve però essere in qualche modo misurato, per questo si possono utilizzare diverse tipologie di scoliometro (strumenti nati con l'obiettivo di misurare l'entità del gibbo).



Figura 6. Test di Adams (a sinistra si mostra una curvatura normale mentre a destra una curvatura tipica della scoliosi)

Il gibbonometro (o scoliometro) di Bunnel consente di misurare l'inclinazione assiale del tronco o l'angolo di rotazione del tronco (ATR) ed è dotato di ripetibilità inter-esaminatore. I dati ottenuti tramite questo scoliometro possono determinare o meno la prescrizione di una radiografia. Esso viene usato in concomitanza al test di Adams, durante la flessione anteriore il gibbonometro viene posizionato a livello lombare e si percorre tutta l'estensione della colonna andando a prendere nota dei punti in cui l'inclinazione risulta più accentuata. Nel punto di massima inclinazione (denominato come zero) il terapeuta va a misurare la distanza del dislivello tra la concavità e la convessità della curva, questa misurazione viene effettuata in centimetri. Si stima che con una inclinazione assiale del tronco di 5° lo scoliometro di Bunnel offra una sensibilità del 100% e una specificità del 47%. Quando si superano i 7° la sensibilità scende fino all'83%.

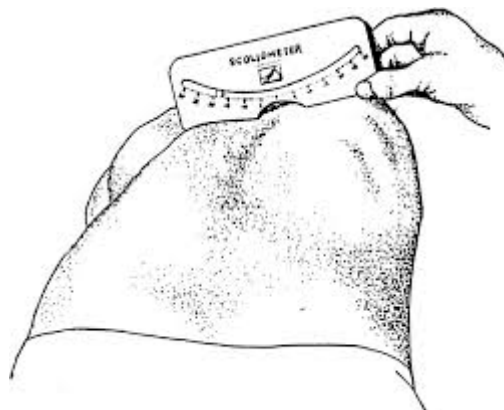


Figura 7. Utilizzo dello scolimetro di Bunnell durante il test di Adams

Nella parte finale dell'esame obiettivo possono anche essere utilizzati test relativi alla tensione muscolare, soprattutto della catena posteriore, dei flessori d'anca (tramite il test di Thomas), e dei pettorali. Si valuta la forza e la tenuta dei muscoli addominali e degli estensori del tronco. Si valutano mobilità articolare e flessibilità del paziente in diverse posizioni (cifosi, flessione laterale, estensione passiva e rotazione del tronco). Un aspetto importante da valutare è la presenza o meno di iperlassità legamentosa, questa particolarità del paziente potrebbe, secondo la letteratura, essere un rischio per uno sviluppo di scoliosi dovuta ad una alterazione delle proprietà del collagene. La rigidità delle curve può essere un altro fattore in grado di determinare la possibile evoluzione della curva.

Valutazione radiografica

La valutazione radiografica rappresenta il Gold standard nella diagnosi della scoliosi oltre ad essere un fattore essenziale nella valutazione della curva e nella sua evoluzione fino alla maturità scheletrica. Essa viene eseguita in proiezione antero-posteriore e in proiezione latero-laterale. Nelle esaminazioni successive è sufficiente anche solo la proiezione antero-posteriore. Il dato più importante che una radiografia ci può trasmettere, oltre a darci un'idea chiara della struttura della curva, è l'angolo di Cobb, di cui abbiamo già parlato. Inoltre la radiografia ci dà informazioni su molti altri aspetti e ci permette di:

- Distinguere tra una scoliosi funzionale ed una scoliosi strutturale;
- Determinare la sede e il numero delle curve scoliotiche presenti sul rachide;
- Determinare il Risser sign;
- Calcolare la rotazione vertebrale effettiva.

La radiografia non è però un'indagine perfetta, essa presenta comunque dei difetti che vanno esplicitati. In primis ci sono le radiazioni ionizzanti a cui il paziente risulta

esposto per ogni radiografia che esegue, e se parliamo di pazienti con scoliosi strutturale il numero di radiografie nel corso della vita può risultare piuttosto alto, inoltre essa va ad esaminare il rachide nella sua "forma" statica e non ci da informazioni su come esso risponda alla patologia durante il movimento che è in realtà il fattore principale che ci interessa nel trattamento di una scoliosi.

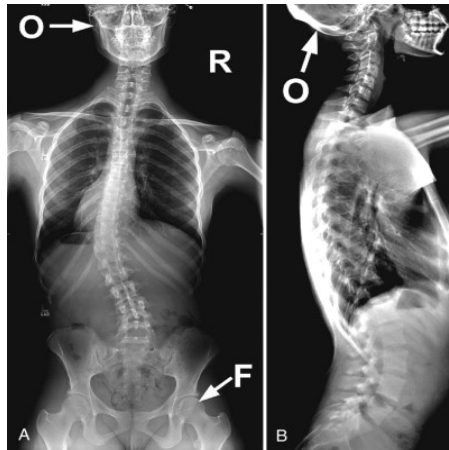


Figura 8. Radiografia antero-posteriore (sinistra) e latero-laterale (destra) di una curva scoliotica

2.2 Importanza della valutazione della Quality of Life

É ormai risaputo che la percezione e l'immagine di se sono fattori essenziali per la buona riuscita di un trattamento di qualunque problematica spinale, in particolare nella AIS. Questi elementi vanno infatti a impattare sull'aspetto psicologico del paziente e giocheranno un ruolo importante sull'aderenza o meno della persona al trattamento. Il modello bio-psico-sociale prende atto di questo e introduce sia l'aspetto psicologico sia l'aspetto sociale dentro al planning della terapia del paziente. Molti strumenti sono stati creati nella ricerca di un metodo per valutare questi aspetti, lo Scoliosis Research Society-22 questionnaire è stato sviluppato specificatamente per la loro valutazione in pazienti presentanti AIS. Esso è poi diventato il metodo primario di valutazione anche in pazienti adulti. Lo SRS-22 è uno strumento multidimensionale e copre 4 punti fondamentali: dolore (sensazioni dolorose provate, medicinali utilizzati, giorni di malattia causati dal dolore alla schiena); funzione (livello di attività e performance motoria del rachide in attività di vita quotidiana, a scuola o a lavoro); immagine di se (aspetto estetico e auto-apprezzamento) e salute mentale (sensazione come ansia, depressione, pace mentale, tristezza e felicità). 5 items costituiscono ciascuna categoria e gli ultimi 2 items sono utilizzati per valutare la soddisfazione del paziente con la presa in carico e il management della patologia. Questi domini sono stati selezionati con lo scopo di coprire un range molto vario di aspetti relativi alla scoliosi nella vita del paziente. La validità del questionario è stata comprovata numerose volte da diversi studi (anche in 17 lingue).[11]

2.3 Trattamento

Molteplici e differenti tra di loro sono le tipologie di trattamento proposte per la scoliosi idiopatica adolescenziale, tutte quante però convergono verso il medesimo obiettivo, la prevenzione del peggioramento della curva in maniera tempestiva. Gravi deformità dovute alla AIS comportano non solo una grande limitazione funzionale della persona, ma possono anche portare a: problematiche respiratorie dovute alla degenerazione della gabbia toracica, incapacità di eseguire esercizio fisico e completo sbilanciamento del corpo sotto il punto di vista del carico e della distribuzione del peso a livello plantare.

Le opzioni terapeutiche previste dalle linee guida di diversi paesi possono essere riassunte in quattro punti principali [12]:

- **Osservazione:** questo è il primo passo per una azione sulla scoliosi. L'osservazione non è un "non fare niente" ma è un monitoraggio molto scrupoloso sia mediante la richiesta di radiografie sia tramite test clinici. Di norma l'intervallo presente tra due misurazioni non supera i 3 mesi. Questo tipo di approccio normalmente si esegue su curve di entità ridotta (non superiori ai 15-20°) in quanto un intervento troppo precoce con busto o over-treatment quando la scoliosi è ancora nelle prime fasi di sviluppo potrebbe portare a un aggravamento della situazione
- **Fisioterapia:** gli esercizi PSSE (esercizi fisioterapici specifici per la scoliosi) presentano una diversità estremamente elevata, molte sono le scuole di pensiero e diverse sono le tipologie di esercizi correttivi da esse proposti. Normalmente la prescrizione di fisioterapia viene fatta in situazioni di curve che vanno dai 10 ai 25° e la frequenza varia da 2 volte alla settimana fino a 7 giorni su 7 in casi specifici. Sopra i 25° la fisioterapia da sola non dovrebbe essere prescritta
- **Busto:** il busto è uno degli interventi più controversi nel trattamento della scoliosi. Esso può risultare efficace nel mantenimento della curva e nel prevenire che essa si aggravi risultano però scarse le evidenze che dimostrano una sua correlazione con un miglioramento della entità della curva. Normalmente il busto viene prescritto con curve superiori ai 25° ed in crescita. Per curve di entità minore (dai 20 ai 30°) si può decidere di agire con un intervento combinato di corsetto in associazione con esercizi PSSE. In pazienti con curve comprese tra i 30 e i 45°, di solito, viene prescritto un corsetto gessato e amovibile. In alcuni studi è stato dimostrato che il trattamento con corsetto può avere efficacia nel mantenimento della curva in scoliosi anche fino a 50°, con però scarsa evidenza di miglioramento della curva

- Trattamento chirurgico: è generalmente indicato in scoliosi con angoli di Cobb maggiori di 45-50°.

Le linee guida SOSORT del 2016 hanno stilato una lista degli obiettivi specifici del trattamento conservativo durante la crescita con almeno il 70% di accordo tra tutti gli studiosi che hanno partecipato.

Essi hanno diviso questi obiettivi in 3 categorie: Obiettivo assoluti di trattamento, obiettivi primari e obiettivi secondari.

- Obiettivi assoluti di trattamento: Essi comprendono i principi inderogabili che stanno alla base di ogni trattamento conservativo per la scoliosi idiopatica adolescenziale e son costituiti da 3 principi:

1. Evitare l'intervento chirurgico: la chirurgia infatti non solo è estremamente invasiva, ma in alcuni casi non porta benefici considerevoli;
2. Migliorare l'estetica;
3. Migliorare la qualità della vita.

- Obiettivi Primari: questi obiettivi sono i migliori possibili outcome per un paziente in ogni specifica situazione clinica, essi infatti si differenziano in base al grado della curva che il paziente presenta:

1. Basso: Rimanere sotto i 20° di curvatura;
2. Moderato: Rimanere sotto i 30° di curvatura;
3. Grave: Rimanere sotto i 40° di curvatura.

- Obiettivi Secondari: sono quegli obiettivi di compromesso che intervengono quando è chiaro che non sia possibile raggiungere gli obiettivi principali e sono: rimanere sotto i 45° di curvatura e posporre il più possibile l'intervento chirurgico.

2.4 Chinesiterapia

La fisioterapia e in particolare i PSSE hanno diverse finalità all'interno del trattamento delle AIS, se abbiamo a che fare con scoliosi minori la loro finalità dovrebbe essere correttiva e di mantenimento di questa correzione e solitamente la fisioterapia viene eseguita come unica terapia mentre, se abbiamo a che fare con un affiancamento ad altri tipo di trattamento, come corsetto o chirurgia, allora la fisioterapia diviene uno strumento per: facilitare la riduzione di deformità; eliminare i compensi che si sono creati nel rachide, ma anche nel resto del corpo; mantenere ed aumentare la funzione

polmonare; ridurre al minimo gli effetti collaterali delle ortesi e permettere un recupero post-operatorio adeguato ed il più rapido possibile.

Gli esperti SOSORT raccomandano che il programma di riabilitazione venga ideato e messo in atto da fisioterapisti specificatamente formati in una specifica Scuola di trattamento della scoliosi. Nel trattamento della scoliosi tramite metodiche fisioterapiche e di esercizio si possono identificare diverse correnti di pensiero denominate Scuole. 8 sono le scuole più accreditate e con il maggior successo nel trattamento della scoliosi, esse sono [13]:

- La metodologia Schroth: la metodologia Schroth è una delle più largamente utilizzate e ricercate in letteratura. La sua efficacia è spesso attribuita alle tecniche di respirazione RAB (Rotational angular breathing). Si compone di trattamenti tridimensionali per la scoliosi con un focus sulla correzione posturale di pattern specifici secondo la classificazione ideata da Schroth. Il monitoraggio tramite specchio permette al paziente non solo di sincronizzare i movimenti e la percezione posturale ma gli fornisce anche un feedback immediato sulla posizione corporea. I 5 principi su cui il metodo Schroth si basa sono: de-torsione (auto-allungamenti); deflessione; de-rotazione; respirazione in rotazione (rotational angular breathing) e stabilizzazione. Dalla sua creazione sono poi nate diverse sotto-tipologie di trattamento che si basano sui suoi principi;
- La Scuola di Lione (Lyon school): Il trattamento fisioterapeutico include mobilizzazione 3D della colonna, mobilizzazione della scoliosi lombare, educazione del paziente e attività della vita quotidiana, includendo la correzione della posizione seduta. La base del metodo Lyon consiste nell'evitare l'estensione spinale durante gli esercizi e aumentare la cifosi del tratto toracico con una lordosi del tratto lombare in congiunzione con una correzione sul piano frontale, mobilizzazione dei segmenti, stabilizzazione del core, propriocezione, stabilizzazione ed equilibrio;
- Approccio SEAS (Scientific Exercise Approach to Scoliosis): Gli esercizi SEAS si basano sulla autocorrezione e sulla stabilizzazione. Gli esercizi SEAS presentano due obiettivi principali: essi ambiscono a migliorare la funzionalità spinale e la stabilità spinale e cercano di migliorare eventuali impedimenti che la valutazione iniziale può mettere in luce (problematiche legate alla forza, retrazioni muscolari, coordinazione motoria e molte altre);
- BSPTS (Barcelona Scoliosis Physical Therapy School): La BSPTS si basa sui fondamenti del metodo Schroth. I principi della correzione si basano sull'allineamento posturale globale e sono applicati con forze ad alta intensità generate all'interno del corpo. Queste coinvolgono: tensioni isometriche, espansioni e respirazione eseguita in modo specifico. I concetti base della BSPTS sono 4: correzione posturale 3D, tecniche di espansione/contrazione, stabilizzazione derivante dalla tensione muscolare e integrazione;

- Side Shift: La metodica Side Shift ha il suo focus su un allenamento intensivo specifico per la flessione del tronco. È una forma di autocorrezione attiva nella quale al paziente viene insegnato a spostare il tronco lateralmente sopra la pelvi in direzione opposta alla convessità della curva primaria;
- DoboMed: La metodica DoboMed si focalizza sul rafforzamento e sull'aumento della cifosi toracica. Questo viene eseguito in catena cinetica chiusa e si sviluppa sul posizionamento simmetrico della pelvi seguito da una stabilizzazione attiva della posizione ottimale mantenuta e sviluppata come una postura abituale. Esso include anche esercizi di rotazione angolare e di respirazione Schroth;
- FITS (Functional Individual Therapy of Scoliosis): Consiste di due stages: Detenzione e eliminazione delle restrizioni mio-fasciali e sviluppo di nuove posture nelle attività di vita quotidiana;
- FED: Il nome FED è un acronimo di Fixation-Elongation-Derotation e questi sono i 3 principi su cui questo metodo si basa. La sua metodologia viene descritta come una stabilizzazione tridimensionale del rachide tramite estensione e simultaneamente de-rotazione. Viene utilizzato un meccanismo sofisticato di mecano-terapia che permette alle forze correttive di agire anche sulla curvatura scoliotica.

La frequenza delle sessioni varia in base alla scuola, alla complessità delle tecniche, alla motivazione e alla capacità del paziente di seguire il trattamento. Normalmente vengono eseguite dalle 3 alle 4 sedute alla settimana ma facilmente si può anche arrivare ad un trattamento di 7 giorni su 7 in ambiente domestico. Ognuno di questi approcci deve essere spiegato individualmente ad ogni paziente in quanto alcune delle tecniche e delle motivazioni per cui queste tecniche vengono eseguite possono risultare difficili da comprendere per alcune tipologie di persone.

Sono ancora presenti a livello mondiale delle perplessità sull'efficacia di queste tecniche di chinesiologia in pazienti presentanti scoliosi, tuttavia molteplici sono gli studi (soprattutto recenti) che affermano l'efficacia di queste metodologie sia per quanto riguarda il rallentamento e la riduzione della curva scoliotica sia per quanto riguarda ulteriori aspetti che per il paziente risultano però essere fondamentali come: miglioramento del controllo neuro-motorio, miglioramento della funzionalità respiratoria, aumento della forza muscolare e miglioramento dell'aspetto estetico e corporeo.

CAPITOLO 3: Il metodo Schroth

3.1 Introduzione

Il metodo Schroth è stato ideato da Katharina Schroth nel 1920 e continuamente rifinito e modificato grazie agli oltre 3000 pazienti che ogni anno vengono trattati nel centro. Lo Asklepios K. S. Spinal Deformities Rehab. Center in Germania offre ad oggi un programma di riabilitazione intensiva specifico per la scoliosi e individualizzato per ogni paziente che decide di aderire a questa tipologia di trattamento. Il metodo non viene eseguito solamente in Germania ma, gli oltre 2500 terapisti, formati all'interno del centro, creano una rete organizzata e connessa di terapisti Schroth in praticamente tutto il mondo. Ad oggi il terapeuta che guida e che insegna al centro è Alex Hennes, fisioterapista al Medical Spine Center in Germania. Gli obiettivi principali che il centro si impone di seguire sono: trattamenti efficaci per i pazienti ed educazione dei futuri fisioterapisti. I trattamenti includono riabilitazione intensiva dei pazienti all'interno del centro, ma la fisioterapia viene inoltre effettuata anche al di fuori di esso da fisioterapisti certificati [14].

3.2 Storia

La storia della nascita e del successo della scuola Schroth nasce con la sua fondatrice, dalla quale la scuola stessa prende il nome, Katharina Schroth. Katharina nasce nel 1894 in Germania affetta da una scoliosi che oggi definiremo di grado medio. Come trattamento le fu prescritto il busto, da portare giornalmente, come trattamento unico per la sua patologia. All'epoca i busti erano interamente fabbricati in metallo e risultavano estremamente fastidiosi da indossare, non solamente erano pesanti ma ritenevano moltissimo calore rendendoli estremamente caldi e lasciavano spesso irritazioni e ferite dovute al continuo contatto con la pelle. Questo ha portato Katharina, già dall'età di 16 anni, a ricercare metodi alternativi per trattare la propria scoliosi.

Le prime tecniche da lei ideate, che testava su se stessa, comprendevano l'utilizzo di specchi di modo da riuscire essa stessa a valutare la propria patologia e postura e ricercare soluzioni. Da questo nasce uno dei principi fondamentali del metodo ovvero l'autotrattamento. Successivamente iniziò ad introdurre esercizi di respirazione nei suoi autotrattamenti. Katharina si fece ispirare da una palla di plastica riempita di aria, quando l'aria viene spinta fuori sulla palla si forma una depressione da un lato e questo le ricordava molto il proprio corpo, curvato da un lato e piegato. Iniziò quindi a respirare cercando di gonfiare la concavità del proprio tronco e, utilizzando lo specchio come feedback visivo, cercò di riallineare il proprio rachide. **Da questo nascono i 3 principi base del metodo Schroth ovvero: correzione tridimensionale della postura, respirazione correttiva e correzione della percezione posturale** [15]. Dopo aver utilizzato diverse tecniche di respirazione da lei stessa ideate iniziò a vedere un miglioramento sulla propria postura e sui sintomi stessi che la scoliosi le procurava. Il dolore e la disfunzione diventarono via via più accettabili e l'aspetto estetico migliorava. Successivamente agli esercizi respiratori Katharina cercò un metodo per agire sulla propria scoliosi in maniera diretta, da questo nasce un sistema di pulegge che le

permetteva di manipolare il proprio tronco continuando a osservare i risultati tramite gli specchi.

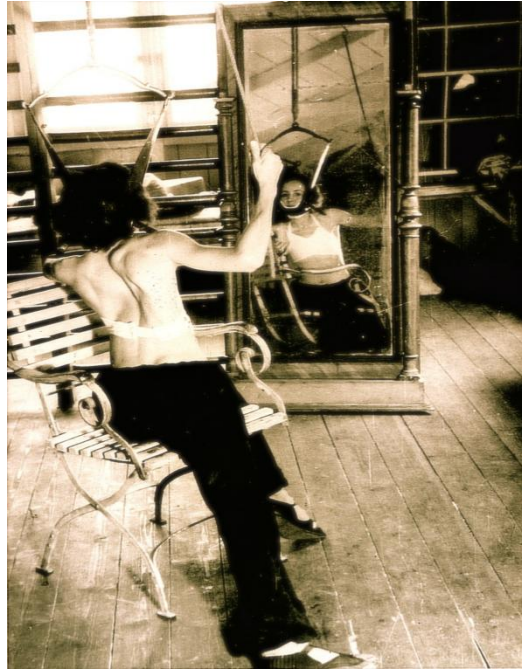


Figura 9. Esempio di uno dei primi macchinari a pulegge costruiti ed utilizzati da Katharina Schroth

Al tempo Katharina lavorava come professoressa ad una scuola di commercio a Dresden e tutti i suoi colleghi iniziarono a notare i cambiamenti posturali e fisici che stavano accadendo al suo corpo. Iniziò così a parlare pubblicamente dei suoi esercizi e delle tecniche che essa aveva adottato, ben presto la scoliosi divenne il lavoro della sua vita e la sua eredità maggiore. Eventualmente lasciò il lavoro da insegnante e si dedicò a tempo pieno alla ginnastica funzionale combinandola con le sue conoscenze per creare una nuova scuola di trattamento per la scoliosi e le deformità spinali. Nel 1921 aprì il suo primo istituto chiamato Orthopedics Breathing. Alla morte di Katharina fu la figlia, Christa, a continuare ed espandere il lavoro iniziato dalla madre. Al giorno d'oggi è il figlio della stessa Christa, Hans-Rudolf Weiss a portare avanti il lavoro di tre generazioni.

3.3 Il metodo Schroth nel tempo

Durante gli anni 40' (periodo di attività più florido nel lavoro di Katharina) i pazienti con curve che eccedevano gli 80° [16], con enormi gibbi posteriori e deformità estremamente rigide erano molto comuni. Questo è probabilmente dovuto al fatto che non si ricercava un trattamento fino ad una età avanzata e solo dopo che la curva avesse avuto la possibilità di espandersi e di irrigidirsi fino a renderla estremamente invalidante.

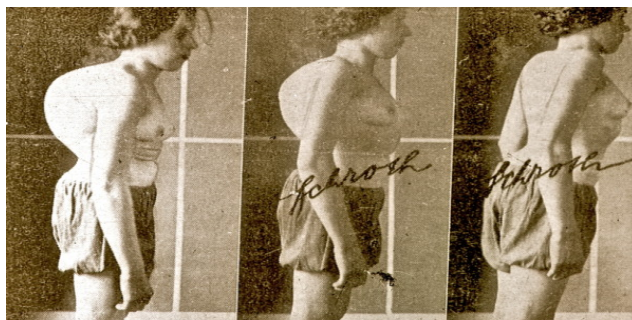


Figura 10. Tipico esempio di paziente scoliotico grave trattato negli anni 40' nella scuola Schroth

Oltre agli esercizi individuali (respirazione e riallineamento tramite sistemi di pulegge), che venivano anche eseguiti tramite una correzione manuale del terapeuta, fu creata una tipologia di esercizi di gruppo in pazienti con tipologie di curva simili le une con le altre. Questi esercizi venivano svolti nel piccolo giardino dell'istituto dove, il sole e l'aria fresca giocavano un ruolo molto importante nel mantenere positiva la psicologia dei pazienti e renderli sempre volenterosi a continuare il trattamento.

Successivamente alla seconda guerra mondiale Katharina fu costretta ad abbandonare il suo istituto e ad aprirne uno nuovo a Sobernheim (1960 circa). Questo nuovo istituto crebbe in una grande clinica che poteva ospitare anche 150 pazienti e trattarli per circa 6 settimane.

Dal 1970 in poi il numero di studi volti a comprendere il funzionamento del metodo Schroth crebbe sempre di più. Negli anni 70, per esempio, si scoprì che il trattamento della curva lombosacrale aveva un impatto enorme nella correzione di alcune tipologie di curva. Da questa scoperta Christa ideò nuove tecniche di raddrizzamento e allungamento della curvatura lombare e scoprì che questo portava ad una correzione spontanea della differenza di lunghezza degli arti inferiori che molti pazienti affetti da scoliosi presentavano. Da qui il trattamento iniziò ad essere sempre più complicato, correzioni minuziose del tratto lombare presero il sopravvento rispetto alle correzioni globali che erano state il punto forte del metodo Schroth sin dalla sua origine. La tipologia delle curve trattate iniziava a diminuire di grandezza (se inizialmente molti dei pazienti presentavano 80° di curva ora la curva media non superava i 40°) e molta poca attenzione veniva rivolta alla correzione sul piano sagittale. L'unico metodo ancora in uso nella correzione di una curvatura toracica era il Rotational Breathing. Ad oggi si è visto un ritorno ai principi fondamentali che hanno reso famoso il metodo Schroth, adattati alle innovazioni tecnologiche (soprattutto ai miglioramenti sul campo dei busti).

3.4 Classificazione e trattamento della scoliosi secondo il metodo Schroth

Il metodo di classificazione Schroth deriva da un principio fondamentale, la divisione del corpo in Body Blocks. La divisione in body blocks ci permette di visualizzare la deformazione delle vertebre che da una normale forma rettangolare assumono una

caratteristica forma a trapezio dovuta alla modifica delle pressioni che si esercitano su di essa da parte della curva. Questo permette di visualizzare lo shift laterale, la rotazione e la compressione delle vertebre. Nella standing position i blocchi dovrebbero essere allineati perpendicolarmente con il centro di gravità che ricade nella linea sacrale centrale (CSL). Il tronco scoliotico presenta quindi una asimmetria di questi blocchi. Questa classificazione permette di dare una direzione e una rotazione alla curva primaria presente nell'individuo e da questa permette di orientarsi verso la terapia più adeguata per ogni specifica tipologia di curva. Secondo il metodo Schroth le differenti tipologie di curve si distinguono grazie alla curva primaria di cui le curve secondarie sono un effetto. 4 sono i blocchi descritti dal metodo:

- H - Hip-pelvic block: esso include anche gli arti inferiori arrivando alla vertebra finale della curva lombare;
- L - Lumbar block: viene definito inferiormente dalla LEV (lower end vertebra) del tratto lombare e superiormente dalla UEV (upper end vertebra) sempre del tratto lombare;
- T - Thoracic block: definito dalle UEV e LEV del tratto toracico;
- S - Shoulder block: rappresenta la curva toracico-cervicale localizzata tra la UEV della curva toracica e la UEV della curva toracica prossimale.

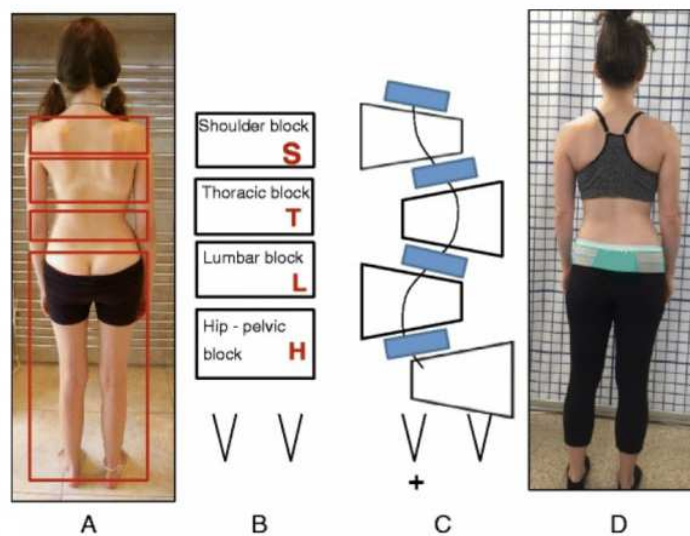


Figura 11. divisione in blocchi secondo il metodo Schroth

Trattamento

Il trattamento nel metodo Schroth si basa sulle linee guida SOSORT (2016 sono le più recenti) pertanto sia nei trattamenti individuali che nei gruppi di trattamento gli obiettivi principali sono i medesimi:

1. Correzione spinale pro-attiva per evitare la chirurgia;
2. Training posturale per evitare o rallentare la progressione;
3. Informare e supportare il processo decisionale;
4. Insegnamento di un programma di esercizi da svolgere a casa;
5. Supporto e aiuto;
6. Prevenzione del dolore e insegnamento di strategie per la sua sopportazione.

Il metodo Schroth è utilizzato in primis nel trattamento delle AIS e delle scoliosi della gioventù (JIS). Gli adulti vengono trattati con modifiche specifiche degli esercizi. Deformità del piano sagittale e iper-cifosi rientrano comunque tra le patologie trattabili con questa metodologia.

Nel metodo Schroth troviamo che, prima dell'esecuzione della terapia centrale, vengono eseguite 5 correzioni base a livello della pelvi, queste correzioni permettono e garantiscono un allineamento del bacino ottimale con il tronco.

5 sono anche i principi del metodo Schroth: 1) Auto-allungamento (de-torsione); 2) Deflessione; 3) De-rotazione; 4) Rotational Breathing; 5) Stabilizzazione. Durante l'insegnamento di questi principi il paziente viene anche istruito a decomprimere l'area concava del tronco e ridurre le prominenze generate dalla curva.

Descrizione degli esercizi Schroth

Molti sono gli esercizi sviluppati durante gli anni dal metodo Schroth, tutti questi esercizi però originano da 4 tecniche principali: esercizi 50 x Pezziball; esercizi svolti in posizione prona; esercizi Sail ed esercizi Muscle-cylinder. Tutti questi esercizi possono essere utilizzati in ogni tipologia di curva [17].

- 50 x Pezziball: questi esercizi lavorano sull'auto-allungamento e sulla attivazione della muscolatura del tronco, nello specifico quei muscoli che forzano le convessità in avanti e all'interno, e quelli che forzano le concavità verso l'esterno e indietro;

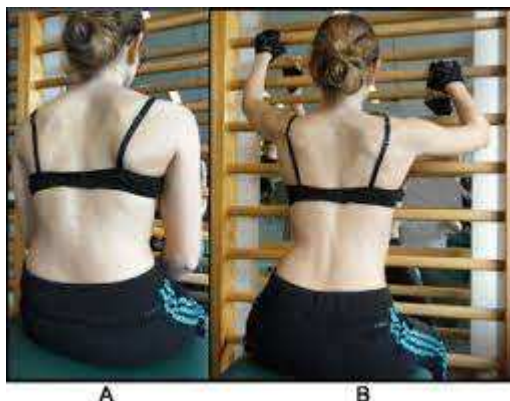


Figura 12. Esercizi 50 x Pezziball metodo Schroth

- Prone exercises: questa tipologia di esercizi correggono la curvatura toracica sfruttando shoulder traction e shoulder counter-traction (ovvero trazione della spalla sul corpo e trazione del corpo sulla spalla) in concomitanza con attivazione del muscolo ileo-psoas andando a stimolare la curvatura lombare;

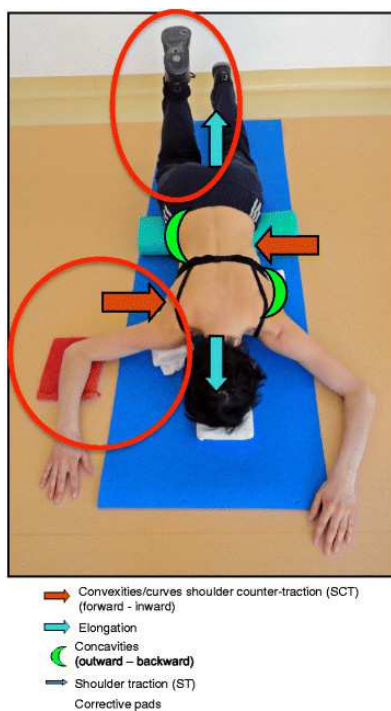


Figura 13. Prone exercises metodo Schroth

- Sail exercises: essi sono una forma estremamente efficace di stretching che aiuta ad allungare la concavità toracica;



Figura 14. Sail exercises Metodo Schroth

- Muscle-cylinder exercises: questi esercizi consistono nell'ingaggio del muscolo quadrato dei lombi per correggere la curvatura lombare contro gravità.



Figura 15. Muscle-cylinder exercises Metodo Schrph

Il metodo Schroth enfatizza molto anche la correzione posturale durante le attività quotidiane cercando di modificare le posture assunte durante la giornata dai pazienti e ricercando un miglioramento dell'allineamento, del dolore e della progressione della patologia. Questo risulta essere anche uno dei punti di forza del metodo in quanto, applicandolo non solamente durante gli incontri di trattamento, ma anche durante le restanti ore di veglia si ottengono risultati molto più tangibili e a lungo termine.

CAPITOLO 4: Materiali e metodi

4.1 Obiettivo della ricerca

L'obiettivo di questa revisione della letteratura è quello di misurare e quantificare l'efficacia della metodologia di trattamento portata avanti dalla scuola Schroth per quanto riguarda pazienti presentanti Adolescent Idiopathic Scoliosis (AIS) nel migliorare l'. Per perseguire questo scopo sono stati analizzati diversi studi dove il metodo Schroth venisse utilizzato come metodica principale nel trattamento della AIS.

4.2 Criteri di eleggibilità degli studi

La ricerca è stata quindi eseguita ricercando pazienti presentanti AIS e che fossero stati trattati tramite il metodo Schroth, di controparte, nel gruppo di controllo, sono state ricercate metodiche di trattamento classicamente utilizzate nel trattamento della scoliosi come: pilates, PNF, esercizi per il core e la standard care. Come misure di outcome primarie sono state utilizzate le caratteristiche più studiate in questo tipo di trattamenti ovvero l'ampiezza dell'angolo di Cobb e la QoL.

Possiamo da questo estrapolare il P.I.C.O.(M)

P = Adolescenti affetti da AIS

I = Esercizi proposti dal metodo Schroth

C = Esercizi di Pilates, PNF, standard care

O = Diminuzione dell'angolo di Cobb, miglioramento della Quality of Life

M = RCT

Tipologia degli studi

In questa revisione della letteratura sono stati selezionati unicamente studi randomizzati controllati (RCT) pubblicati in inglese fino al gennaio 2023. Tutti questi studi hanno un punteggio PEDro uguale o superiore a 5/10. La scala PEDro è uno strumento estremamente valido per la valutazione di studi RCT. Si compone di 11 items, tramite i quali risulta possibile dare un punteggio ad ogni studio, questo punteggio va da 0 a 10 (Il primo item non viene calcolato nel punteggio finale). Il valore di 10 corrisponde ad uno studio con una qualità metodologica massima.

Tipologia dei partecipanti

Questi studi includono: partecipanti con un'età compresa tra i 10 e i 18 anni e una curvatura della scoliosi (misurata tramite l'angolo di Cobb) superiore ai 10°. Si sono quindi esclusi studi che presentassero: partecipanti con una curvatura inferiore ai 10°, partecipanti che presentassero una curvatura originata da una patologia diversa rispetto alla AIS o partecipanti che avessero subito in precedenza chirurgia al rachide o che ne avessero una già prefissata.

Tipologia degli interventi

Sono stati inclusi solamente studi nei quali i partecipanti del gruppo sperimentale abbiano ricevuto esclusivamente esercizi Schroth oppure, se gli studi presentavano altri trattamenti in combinazione agli esercizi Schroth, essi dovevano essere stati eseguiti da entrambi i gruppi nelle medesime modalità, tempistiche e tipologie di esercizio. Sono stati esclusi tutti gli studi in cui sia nel gruppo sperimentale che nel gruppo di controllo fossero stati eseguiti esercizi Schroth.

Tipologia di comparazione

Nel gruppo di controllo sono stati inclusi solamente gli studi nei quali i partecipanti avessero ricevuto un trattamento non operatorio (sono quindi stati inclusi trattamenti conservativi o osservazionali). Per quanto riguarda i trattamenti conservativi sono stati inclusi: utilizzo di tecniche specifiche (PNF), trattamento tramite un regime di esercizi (Pilates, stretching, tai chi, yoga, potenziamento muscolare, tecniche di stimolazione elettrica ecc.), utilizzo di busti e osservazione.

Tipologia di outcome

Sono stati presi in considerazione gli studi che utilizzavano come misure di outcome l'angolo di Cobb e/o quelli che utilizzavano la Quality of life. Alcuni studi hanno valutato anche altre misure di outcome, si è scelto di analizzarle in breve nella sezione dedicata ad ogni studio.

4.3 Fonti e strategie di ricerca

Fonti di ricerca

Le ricerche per la compilazione di questa revisione sistematica sono state effettuate comprendendo studi risalenti a prima del 31 Gennaio 2023 e sono stati selezionati unicamente studi disponibili nella lingua Inglese e/o Italiana. Le banche dati utilizzate sono state PUBMED [18], PEDro [19], Cochrane Library [20] e Google Scholar [21]. Sono anche state eseguite ricerche aggiuntive consultando revisioni sistematiche riguardanti il medesimo argomento.

Tipologia di ricerca

Per quanto riguarda la metodologia della ricerca sono state utilizzate delle parole chiave per ricercare i possibili studi da includere in questa revisione. Le parole chiave utilizzate sono state: 'Schroth exercises', 'Adolescent idiopathic scoliosis', 'Cobb angle', 'Physiotherapy', 'Yoga', 'Pilates', 'Core', 'Tai chi', 'Schroth method', 'Quality of Life'. Ogni sito è stato consultato individualmente da una sola persona e gli studi sono stati selezionati inizialmente grazie alla consultazione dell'abstract, ma l'inclusione di ogni studio è stata decisa solamente dopo una analisi dello studio nella sua totalità.

Metodo di selezione degli studi

Gli studi sono stati selezionati utilizzando il diagramma di flusso PRISMA utilizzando stringhe di ricerca simili per diversi database utilizzati. Sono stati eliminati e duplicati e sono stati selezionati gli RCT che rispettavano i criteri di eleggibilità tramite la procedura di screening.

4.4 Diagramma di flusso della ricerca

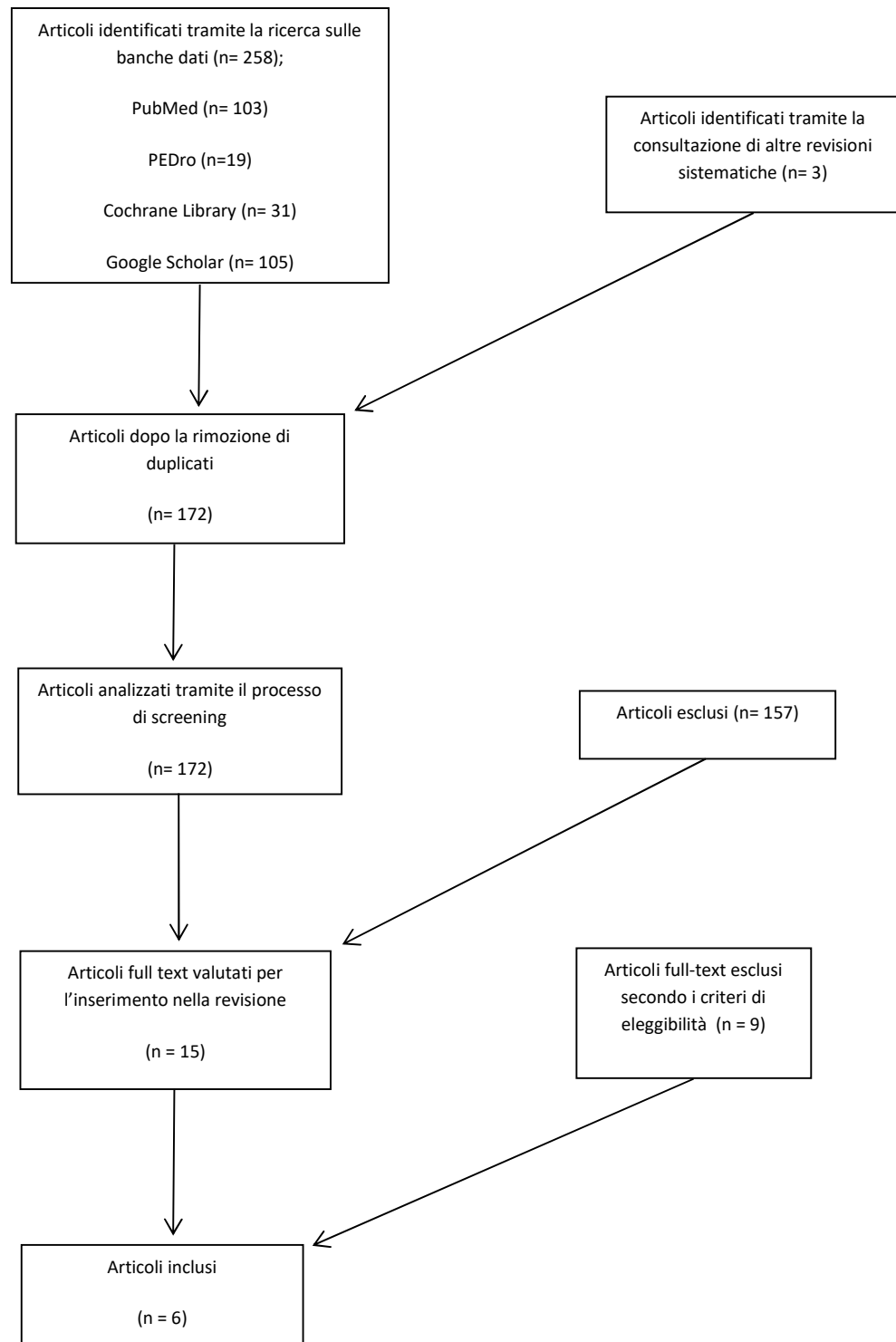


Tabella 1. Diagramma di flusso PRISMA

Come si può evincere dal diagramma la ricerca iniziale sulle banche dati ha fornito 258 studi con l'aggiunta di 3 ulteriori studi presi in considerazione da revisioni sistematiche già presenti in letteratura, di questi 261 studi una gran parte sono risultati essere dei duplicati in quanto lo strumento di ricerca Google scholar comprendeva molti degli studi presenti nelle altre 3 banche dati. Successivamente, dopo la lettura di titolo ed abstract 157 dei 172 articoli rimanenti sono stati esclusi per diversi motivi, tra i quali; la non pertinenza degli studi con il soggetto trattato, l'utilizzo di ulteriori esercizi oltre al metodo schroth nel gruppo di intervento, l'utilizzo di busti nel gruppo di intervento, patologie diverse da quella di interesse, la mancanza di misure di outcome congruenti con i criteri di ammissione e la durata estremamente breve di alcuni studi.

Il percorso di selezione degli studi è stato riportato con il diagramma di flusso PRISMA (Tabella 1).

CAPITOLO 5: Analisi della letteratura

5.1 Analisi della qualità metodologica

La qualità metodologica di ogni studio è stata calcolata tramite l'utilizzo della scala PEDro (già citata nei paragrafi superiori). Come riportato nella tabella tutti gli studi presentavano un rating superiore al 5/10 ed una media di 7/10. Tre di questi studi presentano un punteggio di 8/10 il che li rende estremamente validi dal punto di vista metodologico.

PEDro scale

1. eligibility criteria were specified	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:
2. subjects were randomly allocated to groups (in a crossover study, subjects were randomly allocated an order in which treatments were received)	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:
3. allocation was concealed	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:
4. the groups were similar at baseline regarding the most important prognostic indicators	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:
5. there was blinding of all subjects	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:
6. there was blinding of all therapists who administered the therapy	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:
7. there was blinding of all assessors who measured at least one key outcome	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:
8. measures of at least one key outcome were obtained from more than 85% of the subjects initially allocated to groups	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:
9. all subjects for whom outcome measures were available received the treatment or control condition as allocated or, where this was not the case, data for at least one key outcome was analysed by "intention to treat"	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:
10. the results of between-group statistical comparisons are reported for at least one key outcome	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:
11. the study provides both point measures and measures of variability for at least one key outcome	no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where:

Figura 16. Scala PEDro

Analisi metodologica dei 6 studi presi in considerazione tramite l'utilizzo della scala PEDro:

	Schreiber et al. (2015)	Schreiber et al. (2016)	HWangBo et al. (2016)	Kuru et al. (2016)	Mohamed et al. (2021)	Kocaman et al. (2021)
1	SI	SI	NO	SI	NO	SI
2	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3	SI	SI	NO	SI	SI	SI
4	SI	SI	SI	SI	SI	SI
5	NO	NO	NO	NO	NO	NO
6	NO	NO	NO	NO	NO	NO
7	SI	SI	NO	NO	SI	NO
8	SI	SI	SI	SI	SI	SI
9	SI	SI	NO	NO	SI	SI
10	SI	SI	SI	SI	SI	SI
11	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Punteggio PEDro	8/10	8/10	5/10	6/10	8/10	7/10

Tabella 2. Analisi dei 6 studi selezionati secondo il metodo PEDro

5.2 Descrizione degli studi

Studio 1

- **Titolo:** ‘The effect of Schroth exercises added to the standard of care on the quality of life and muscle endurance in adolescents with idiopathic scoliosis – An assessor and statistician blinded randomized controlled trial: SOSORT 2015 award winner’[22]
- **Anno:** 2015
- **Autori:** Schreiber S., Parent E.C., Moez E.K., Hedden D.M., Hill D., Moreau M.J. et al.
- **Tipologia di studio:** Randomized Controlled Trial
- **Punteggio PEDro:** 8/10
- **Durata dello studio:** 24 settimane
- **Introduzione:** In Nord America le linee guida per il trattamento di scoliosi idiopatica adolescenziale suggeriscono: osservazione dei pazienti che presentano curve tra i 10 e i 25°; bracing (busto) per pazienti che presentano curve tra i 25° e i 45° e in casi gravi la chirurgia di fusione spinale (pazienti che presentano curve superiori o uguali ai 45°). Esistono però diversi studi che dimostrano l’efficacia del trattamento conservativo e la possibilità di trattare in maniera differente questi pazienti. In particolare il metodo Schroth ha dimostrato di essere una valida alternativa alla standard care.
- **Obiettivo:** Questo studio RCT ha lo scopo di determinare l’efficacia degli esercizi prescritti e consigliati dal metodo Schroth, in aggiunta alla standard care, su pazienti affetti da AIS.
- **Criteri di Inclusione:** Per essere presi in considerazione in questo studio i pazienti dovevano presentare queste caratteristiche: avere una età compresa tra i 10 e i 18 anni, presentare una curva compresa tra i 10° e i 45°, presentare un Risser sign con un punteggio compreso tra 0 e 5 ed avere la possibilità di effettuare visite settimanali al centro. Entrambi i sessi sono stati presi in considerazione per questo studio.
- **Criteri di esclusione:** Diagnosi differente da AIS - chirurgia pianificata o già eseguita - precedente svezzamento da busto - non disponibilità per follow-up a breve termine - essere "scartati" dalla clinica successivamente alla prima visita.
- **Partecipanti:** 50 pazienti sono stati considerati come adeguati per questo studio. 6 sono stati i Drop-out di questo studio (4 ragazze e 2 ragazzi, di questi 1 ragazza e 1 ragazzo appartenevano al gruppo di controllo mentre i restanti facevano parte del gruppo di intervento).
- **Randomizzazione:** La randomizzazione è stata eseguita con una sequenza generata al computer e la distribuzione è stata eseguita tramite buste sigillate. La randomizzazione comprendeva anche una differenziazione delle diverse tipologie di curve presenti tra i partecipanti in modo da avere una distribuzione comparabile in entrambi i gruppi. Non è stato possibile eseguire un cieco né dei terapisti né dei pazienti.

- Misure di Outcome: Come misure di Outcome questo studio ha preso in considerazione 3 aspetti: la Quality of Life dei pazienti (questionario SRS-22), la percezione dell'immagine del proprio corpo e la resistenza dei muscoli del tronco.

- Descrizione degli eventi:

- Gruppo di Intervento: Durante le iniziali 2 settimane di questo studio i pazienti del gruppo di intervento hanno seguito 5 lezioni private della durata di 1 ora come spiegazione e preparazione alle settimane successive. Durante le restanti 22 settimane i pazienti hanno eseguito gli esercizi da casa giornalmente con sessioni della durata di 30-45 minuti ciascuna, inoltre si è tenuta 1 seduta alla settimana di gruppo che fungeva anche come visita di controllo. Ogni paziente ha ricevuto esercizi idonei al proprio tipo di curva, secondo i criteri Schroth. Mano a mano che i pazienti progredivano e miglioravano i terapeuti hanno provveduto a modificare gli esercizi proposti adeguandoli al bisogno di ciascun paziente.
- Gruppo di controllo: Il gruppo di controllo ha ricevuto la standard care consistente di osservazione e bracing se valutato come necessario dai criteri SRS bracing.

- Risultati:

- SRS-22: per quanto riguarda la prima misura di outcome ovvero la QOL (quality of life), confrontando i dati iniziali e i dati a termine dello studio si notano differenze significative, soprattutto sui punti riguardanti dolore e funzione. Il cambiamento a livello del dolore risulta apparente solamente dal terzo mese di trattamento in poi. Il risultato finale vede infatti una differenza tangibile tra i due gruppi. Il gruppo di intervento mostra un cambiamento della media di 85.25 ($p = 0.03$) punti superiore rispetto al gruppo di controllo (questi dati sono risultati dell'elevamento alla quarta potenza dei risultati originari). Per quanto riguarda il parametro self-image, sempre valutato dallo score SRS-22, possiamo notare un andamento simile a quello del dolore ovvero, un miglioramento netto osservabile dal terzo mese in poi.
- SAQ questionnaires: I miglioramenti osservabili dalla compilazione dei questionari SAQ sono stati: miglioramento a livello della prominente (soprattutto in pazienti presentanti una curva di tipologia 3c); miglioramento a livello dell'immagine del bacino; miglioramento a livello dell'immagine del tronco (soprattutto in pazienti con curva di tipologia 3c).

- Discussione: In questo studio gli esercizi Schroth hanno migliorato il dolore e l'immagine che i pazienti avevano del proprio corpo in maniera significativa secondo i questionari e le scale utilizzate. Il questionario SRS-22 e il questionario SAQ sono stati inizialmente ideati per pazienti che avessero eseguito un trattamento chirurgico i quali, in generale, presentano sintomi avversi correlabili alla scoliosi di entità maggiore rispetto ai pazienti che vengono trattati con trattamento conservativo. È anche noto che il questionario SRS-22 presenta un ceiling-effect abbastanza limitante. Gli autori stessi suppongono che l'utilizzo dell'SRS-7 al posto del SRS-22 possa essere maggiormente indicato (ulteriori studi sono necessari per determinare questa supposizione). Un limite di questi questionari potrebbe anche scaturire dal fatto che il gruppo di intervento abbia avuto una relazione molto più intima con il terapeuta il quale porgeva a loro molte attenzioni. Il gruppo di

controllo invece veniva a contatto con essi solamente durante le visite. Questo potrebbe essere un fattore estremamente importante nel cambiamento dello score dei questionari.

- Conclusione: Gli esercizi Schroth combinati alla standard care migliorano il dolore, l'immagine di se e l'endurance dei muscoli della schiena in pazienti presentanti AIS con un intervento della durata di 6 mesi.

Studio 2

- Titolo: Schroth Physiotherapeutic Scoliosis-Specific Exercises Added to the Standard of Care Lead to Better Cobb Angle Outcomes in Adolescents with Idiopathic Scoliosis – an Assessor and Statistician Blinded Randomized Controlled Trial [23]

- Anno: 2016

- Autori: Sanja Schreiber et al.

- Tipologia di studio: Randomized Control Trial

- Punteggio PEDro: 8/10

- Durata dello studio: 24 settimane

- Introduzione: In Nord America le linee guida per il trattamento di scoliosi Idiopatica adolescenziale suggeriscono: Osservazione dei pazienti che presentano curve tra i 10° e i 25°, Bracing (busto) per pazienti che presentano curve tra i 25° e i 45° e in casi gravi la chirurgia di fusione spinale (pazienti che presentano curve superiori o uguali ai 45°). Esistono però diversi studi che dimostrano l'efficacia del trattamento conservativo e la possibilità di trattare in maniera differente questi pazienti. In particolare il metodo Schroth ha dimostrato di essere una valida alternativa alla standard care.

- Obiettivo: Determinare gli effetti di un intervento riabilitativo di tipologia Schroth della durata di 6 mesi in congiunzione con la standard care in pazienti presentanti AIS, comparato con la standard care da sola.

- Criteri di inclusione: I criteri di inclusione per questo studio sono stati: pazienti con una età compresa tra i 10 e i 18 anni; pazienti presentanti la AIS; entrambi i sessi; tutte le tipologie di curva; curve comprese tra i 10° e i 45°; un grado di Risser compreso tra gli 0 e i 5 punti; l'abilità dei pazienti di attendere a visite settimanali alla struttura.

- Criteri di esclusione: pazienti diagnosticati con patologie diverse dalla AIS; pazienti che abbiamo completato un precedente svezzamento dal busto; pazienti che abbiamo subito una chirurgia spinale o che ne abbiano una già in programma; pazienti con un follow-up che superava i 6 mesi.

- Partecipanti: 50 pazienti sono stati considerati come adeguati per questo studio. 6 sono stati i Drop-out di questo studio (4 ragazze e 2 ragazzi, di questi 1 ragazza e 1 ragazzo appartenevano al gruppo di controllo mentre i restanti facevano parte del gruppo di intervento).
- Randomizzazione: La randomizzazione è stata eseguita con una sequenza generata al computer e la distribuzione è stata eseguita tramite buste sigillate. La randomizzazione comprendeva anche una differenziazione delle diverse tipologie di curve presenti tra i partecipanti di modo da avere una distribuzione comparabile in entrambi i gruppi. Non è stato possibile eseguire un cieco ne dei terapisti ne dei pazienti.
- Misure di Outcome: Come misura di outcome primaria è stato utilizzato l'angolo di Cobb e la sua variazione nel tempo. Sono stati considerati sia la Largest Curve ossia l'angolo singolo più grande riconoscibile a livello della scoliosi di ogni singolo individuo sia la somma delle curve di ogni singolo individuo. Per quantificare questi due valori sono state utilizzate immagini radiografiche in postero-anteriore a tempo zero e a sei mesi dall'inizio dello studio. Gli angoli di Cobb sono stati valutati utilizzando un software con errore $<2.5^\circ$.

Come misura di outcome secondaria è stato esaminato il questionario Self-efficacy compilato da ogni paziente a tempo zero e al follow-up dei 3 e 6 mesi.

- Descrizione degli eventi: Entrambi i gruppi hanno preso parte ad un programma della durata di 6 mesi.
 - Gruppo di intervento: nel gruppo di intervento sono stati eseguiti esercizi di tipologia Schroth. Il programma comprendeva 5 sedute della durata di 1 ora private (solamente paziente, terapeuta e caregiver) durante le iniziali 2 settimane seguite da sedute di gruppo della durata di 1 ora una volta alla settimana in combinazione a sessioni di esercizi a casa giornalieri della durata di 30-45 minuti. Sono stati utilizzati degli algoritmi precedentemente pubblicati dagli stessi ricercatori e dalla stessa ente che ha programmato lo studio riguardo la scelta degli esercizi in correlazione alla tipologia di curva individuale dei pazienti. La compliance è stata valutata giornalmente dai terapisti stessi.
 - Gruppo di controllo: Il gruppo di controllo ha ricevuto esclusivamente la standard care che comprende osservazione e bracing secondo le raccomandazioni SRS bracing.

- Risultati: Al tempo zero non sono state osservate differenze tra i gruppi per quanto riguarda: età; numero di pazienti con il busto; altezza; angolo di Cobb; Risser sign e rischio di progressione calcolato tramite il metodo di Lonstein e Carlson. È stata riscontrata una differenza sul fattore peso; il gruppo di controllo presentava una media del peso di 4,4 kg superiore al gruppo di intervento (si è notato come per ogni chilogrammo sopra la media i pazienti presentassero un aumento di $0,44^\circ$ sulla largest curve).

Cobb Angle:

Largest Curve: a tempo zero i due gruppi erano comparabili secondo questo fattore (Largest curve) mentre si può notare come al follow-up dei 6 mesi si presenti una differenza significativa tra le due medie $-3,5^\circ$ (95% CI $-5,9^\circ$ to $-1,1^\circ$, $p=0.006$) con curve di entità minore nel gruppo Schroth. In media (dopo aver aggiustato per i drop-out) si può notare un

calo di 1,2° di media nel gruppo trattato secondo il metodo Schroth e un aumento di 2,3° di media nel gruppo di controllo.

Sum of Curves: La differenza tra i due gruppi, anche in questo caso, favorisce il gruppo di intervento. La somma delle curve nel gruppo Schroth ha subito una diminuzione di 0,13° in media mentre nel gruppo di controllo osserviamo un aumento di 0,27°. Questi dati sono il risultato dell'esecuzione della radice quadrata della somma delle curve in modo da essere congruenti con il presupposto di normalità. Riportando questi dati a valori corrispondenti all'entità delle curve vediamo che, in media, il gruppo Schroth ha subito una diminuzione, da 51,2° a 49,3°, mentre il gruppo di controllo, sempre partendo da una base di 51,2° ha subito un aumento fino a 55,1°. Inoltre vediamo che la differenza tra i due gruppi aumentava in base alla severità del singolo caso.

- Discussione: Questo RCT ha dimostrato effetti positivi del metodo Schroth, in aggiunta alla standard care, sulla Largest curve e sulla somma delle curve in pazienti presentanti AIS. Gli effetti positivi sulla somma delle curve sono risultati essere maggiori all'aumentare della media a tempo zero della stessa somma delle curve. Molti clinici considerano significativo un cambiamento dell'angolo di Cobb se esso supera i 5°, questo valore si basa su imprecisioni che si presentano normalmente durante la misurazione dell'angolo di Cobb con metodo manuale. In questo studio la SEM (Standard Error of the Mean) è <2,5°. Secondo gli studi recenti è comune il pensiero che in media le scoliosi idiopatiche presentino una progressione di circa 0,9° al mese (il range è di 0,3/1,6°). Questo corrisponderebbe ad un aumento di 5,4 gradi in media in 6 mesi. È stato dimostrato che il bracing può avere un effetto di rallentamento di questa progressione, ma non sono mai stati trovati esempi di scoliosi che abbiano subito un miglioramento tramite il trattamento con busto. In questo studio 17 pazienti per gruppo hanno indossato il busto. Sembrerebbe quindi che la differenza di 3,5° (dopo aver considerato il SEM) tra le Largest curve dei due gruppi, dopo aver considerato tutto ciò, sia clinicamente rilevante. I limiti di questo studio potrebbero comprendere: la durata dello studio che, nonostante sia stata di 6 mesi e quindi nella media rispetto ad altri studi del genere, risulta comunque essere una durata troppo breve rispetto alla patologia in questione ed alla sua progressione temporale molto lenta; l'attrition rate del 12% (ovvero che 6 dei 50 pazienti presi in considerazione non abbiano terminato lo studio); l'eterogeneità dei pazienti; l'utilizzo combinato di standard care e esercizi Schroth, questo non permette di determinare l'effetto univoco degli esercizi Schroth.

- Conclusioni: In conclusione gli esercizi Schroth combinati con la standard care sono stati capaci di migliorare la severità della curva negli adolescenti con AIS. Coloro che hanno completato il trattamento hanno riscontrato benefici di gran lunga migliori rispetto a coloro che non lo hanno completato, questo mostra l'importanza dell'aderenza al trattamento.

Studio 3

- Titolo: Effects of Schroth and Pilates exercises on the Cobb angle and weight distribution of patients with scoliosis [24]
- Anno: 2016
- Autori: Pil-neo HwangBo, Gichul Kim
- Tipologia di studio: Randomized Controlled Trial
- Punteggio PEDro: 5/10
- Durata dello studio: 12 settimane
- Introduzione: Esistono molti approcci al trattamento della scoliosi idiopatica e tutti seguono prospettive diverse ma, le basi per gli effetti della exercise therapy come metodo conservativo sono state il centro di moltissimi studi negli ultimi anni. L'obiettivo di questi approcci risulta essere non solo il rallentamento e potenziale arresto della deformazione scoliotica ma addirittura sembrerebbe poter migliorarne l'entità. In particolare gli effetti della terapia secondo metodologia Schroth si sono distinti recentemente nel migliorare l'angolo di Cobb e la flessibilità in pazienti affetti da AIS. Ulteriormente vediamo che risultati molto validi sono stati ottenuti facendo praticare Pilates a pazienti affetti da AIS.
- Obiettivo: L'obiettivo di questo studio risulta essere la comparazione degli effetti di esercizi Schroth e di esercizi Pilates sull'angolo di Cobb e sulla distribuzione del peso in pazienti presentanti AIS
- Criteri di inclusione: Angolo di Cobb maggiore o uguale ai 20°- età compresa tra i 14 e i 18 anni
- Criteri di esclusione: Operazione chirurgica neurologica - trattamento chirurgico al rachide - coloro che portavano corsetti - coloro che prendevano medicinali periodicamente.
- Partecipanti: 24 studentesse presentanti AIS (non ci sono stati drop-out in questo studio)
- Randomizzazione: NON DEFINITA LA MODALITÀ. Non sono risultate differenze significative tra le medie di: età; altezza; peso e angolo di Cobb.
- Misure di outcome: Due sono risultate essere le misure di outcome prese in considerazione da questo studio: in primis troviamo l'angolo di Cobb e in aggiunta la distribuzione del peso a livello del rachide nei pazienti.

L'angolo di Cobb è stato misurato tramite una radiografia (CR 85-X) nella posizione Standing-straight mentre la distribuzione del peso è stata misurata nella posizione in piedi per 8 secondi usando il medesimo macchinario. 3 misurazioni sono state eseguite durante ogni controllo e come risultato è stata presa la medie di queste misurazioni.

Una comparazione intragruppo è stata condotta riguardo questi due parametri utilizzando lo SPSS 18.0.

- Descrizione degli eventi: Gli esercizi Schroth sono stati eseguiti 3 volte a settimana per 12 settimane, ogni sessione della durata di 60 minuti consisteva di: 10 minuti di preparazione (cat walking ed esercizi respiratori); stretching della durata di 5 minuti (soprattutto a livello dei pettorali); esercizi Schroth della durata di 40 minuti (lying back concave, lying aside static postural control training, sitting posture adjustment exercise, and muscle cylinder); wrap-up (mobilizzazione delle coste). Gli esercizi Schroth sono stati assegnati ad ogni paziente tenendo conto della tipologia di curvatura che ognuno presentava in associazione alle tecniche di respirazione tridimensionali di Schroth.

Il gruppo di controllo ha invece eseguito esercizi tipici del Pilates con una distribuzione del tempo all'interno della seduta analogo al gruppo di intervento. Sono stati utilizzati esercizi Pilates in associazione a respirazione del tronco (sempre una tecnica del Pilates)

- Risultati: In questo studio, la comparazione intragruppo ha mostrato cambiamenti significativi in entrambi i gruppi rispetto all'angolo di Cobb, per quanto riguarda la distribuzione del peso invece sono stati riscontrati cambiamenti significativi solamente nel gruppo che ha eseguito esercizi Schroth.

- Cobb angle: al baseline osserviamo una media dell'angolo di Cobb equivalente a $24,0 \pm 2,6^\circ$ nel gruppo Schroth ed una media di $23,6 \pm 1,5^\circ$ nel gruppo Pilates. A 3 mesi osserviamo cambiamenti significativi in entrambi i gruppi: per quanto riguarda il gruppo Pilates vediamo una diminuzione della media dell'angolo di Cobb, essa infatti arriva ad una misurazione di $16,0 \pm 6,9^\circ$; per quanto riguarda il gruppo Schroth, anche qui osserviamo una diminuzione della media dell'angolo di Cobb, ma di entità maggiore, essa infatti arriva ad un valore di $12,0 \pm 4,7^\circ$. Entrambi questi risultati sono da considerarsi significativi.
- Weight distribution: Nella distribuzione del peso non osserviamo cambiamenti significativi a livello del gruppo Pilates mentre un chiaro ri-bilanciamento del peso è osservabile a livello dei pazienti che hanno eseguito esercizi di tipo Schroth, possiamo infatti osservare come il peso sia diminuito nel suo sbilanciamento precedente a favore del lato convesso verso una situazione di distribuzione più equa in entrambi i lati.

- Discussione: Questo è lo studio che presenta il minor punteggio sulla scala PEDro (5/10). Questo è dovuto principalmente alla mancanza di ogni forma di cieco e alla mancanza della intention-to-treat. I limiti che questo studio possiede possono essere ulteriormente espansi comprendendo: la difficoltà dei pazienti nel trovare il tempo da dedicare al trattamento essendo studenti a tempo pieno e avendo lezioni i cui orari andavano in contrasto con gli orari del centro; la non inclusione di pazienti maschi nello studio.

- Conclusione: Questo studio sembra affermare il maggiore effetto degli esercizi di tipo Schroth sul miglioramento dell'angolo di Cobb e sulla distribuzione del peso rispetto agli esercizi proposti dal Pilates.

Studio 4

- Titolo: The efficacy of Three-dimensional Schroth exercises in adolescent idiopathic scoliosis: a randomized controlled clinical trial [25]
- Anno: 2016
- Autori: Tugba Kuru-Ipek Yeldan-Ilker Colak et al.
- Tipologia di studio: Randomized Controlled Trial a tre braccia
- Punteggio PEDro: 6/10
- Durata dello studio: 24 settimane
- Obiettivo: Valutare l'efficacia degli esercizi tridimensionali secondo il metodo Schroth in pazienti con AIS.
- Criteri di inclusione: diagnosi di AIS - età compresa tra i 10 e i 18 anni - angolo di Cobb compreso tra i 10 e i 60° - Risser sign compreso tra 0 e 3 - non aver effettuato altri trattamenti che possano aver influenzato lo sviluppo della scoliosi.
- Criteri di esclusione: avere controindicazioni agli esercizi - problemi mentali associati alla scoliosi - patologie neuromuscolari o reumatologiche - precedenti chirurgie al rachide - scoliosi non idiopatica.
- Partecipanti: 51 pazienti presentanti AIS si sono applicati per questo studio, di questi 45 hanno partecipato (39 femmine e 6 maschi). Le valutazioni al baseline non hanno mostrato differenze significative nei 3 gruppi per quanto riguarda: caratteristiche demografiche; sesso; Risser sign; Tanner stage; angolo di Cobb; ATR; altezza del gibbo e asimmetria del bacino. Nessuno dei partecipanti ha indossato un busto. Non ci sono stati drop-out in questo studio.
- Randomizzazione: Ogni paziente ha scelto un numero in un contenitore chiuso, questi sono poi stati smistati e randomizzati tramite il programma 'Research Randomizer'. I pazienti sono così stati separati in 3 gruppi: il gruppo che avrebbe eseguito gli esercizi Schroth sotto supervisione di un fisioterapista; un gruppo che avrebbe eseguito gli esercizi Schroth a casa e il gruppo di controllo.
- Misure di outcome: Angolo di Cobb - Angle of trunk rotation - Altezza del gibbo - asimmetria del bacino - Score SRS-23.
- Descrizione degli eventi: Prima dell'inizio dello studio sono state fatte diverse analisi sui 45 pazienti. Una radiografia della colonna in direzione antero-posteriore dalla posizione in piedi utilizzata per la valutazione dell'angolo di Cobb utilizzando il Cobb method e per la valutazione del Risser sign. L'ATR è stato misurato tramite l'utilizzo di uno scoliometro in posizione di flessione anteriore. Nella valutazione del gibbo è stato effettuato il test di Adams e la massima altezza del gibbo è stata misurata utilizzando due righelli rigidi. L'asimmetria del bacino è stata valutata nella posizione in piedi tramite la misurazione e il confronto della distanza tra il tronco e le braccia. Infine il questionario SRS-23 è stato redatto da ogni paziente in modo da poterlo confrontare con successive valutazioni.

Il regime di trattamento è durato 6 mesi.

- Gruppo Schroth: i pazienti del gruppo Schroth hanno iniziato il trattamento con sessioni di 90 minuti per tre volte alla settimana. Ogni visita è stata supervisionata da un fisioterapista e gli esercizi performati includevano: allungamento; de-rotazione; deflessione; stretching; rinforzo e rotational breathing. Il programma è stato insegnato sia ai pazienti sia ai caregiver di modo che, finito il programma di 6 settimane, potessero continuare gli esercizi a casa.
- Secondo gruppo: In questo gruppo gli esercizi Schroth sono stati insegnati ai pazienti sotto la supervisione di un fisioterapista ed è stato richiesto ad essi di eseguirli a casa. La compliance al trattamento è stata valutata tramite i caregivers a cui è stato richiesto di supervisionare che gli esercizi venissero svolti secondo le tempistiche richieste. I soggetti sono stati valutati ogni 6 settimane per tutta la durata dello studio (6 mesi).
- Terzo gruppo: il terzo gruppo è stato il gruppo di controllo i cui partecipanti sono stati sotto osservazione ed esaminati ogni 6 settimane fino alla fine dello studio. Nessun tipo di esercizio è stato eseguito dal gruppo di controllo.

- Risultati:

- Cobb angle: Nella comparazione dell'angolo di Cobb possiamo osservare delle differenze significative nei tre gruppi. Nel gruppo numero 1 (esercizi Schroth con supervisione) vediamo una diminuzione di $2,53^\circ$ nella media dell'angolo di Cobb tra la misurazione al baseline e la misurazione dopo 24 settimane, al contrario, negli altri due gruppi, troviamo un aumento rispettivamente di $3,33^\circ$ (nel gruppo che ha eseguiti gli esercizi senza supervisione) e di $3,13^\circ$ (nel gruppo di controllo). Possiamo osservare cambiamenti significativi anche negli altri aspetti osservati: Angle of trunk rotation, altezza del gibbo, asimmetria del bacino e SRS-23 total score. Tutti i risultati sono riportati nella tabella sottostante.
- SRS-23: La valutazione della qualità della vita tramite il questionario SRS-23 ha mostrato differenze significative sin dalle prime 6 settimane di trattamento, vediamo infatti un aumento dello score nel gruppo trattato con esercizi Schroth (che passa da $3,9 \pm 0,6$ di media iniziale a 4.2 di media a sole 6 settimane) mentre negli ulteriori due gruppi non si notano differenze significative durante lo stesso lasso di tempo. A 24 settimane la differenza si amplia ulteriormente.

Parameter	Time	Supervised exercise group (n=15)	Home exercise group (n=15)	Control group (n=15)	P value	Mean change	Supervised exercise group (n=15) Mean ± SD	Home exercise group (n=15) Mean ± SD	Control group (n=15) Mean ± SD	P value G1-G2-G3	P value G1-G2 G1-G3 G2-G3	
		Mean ± SD or median (min-max)	Mean ± SD or median (min-max)	Mean ± SD or median (min-max)								
						Cobb angle				0.003	0.005	
Gender (Female/Male)	Baseline	14 / 1	12 / 3	13 / 2	0.562						0.006	
Age (years)	Baseline	12.9 ± 1.4	13.1 ± 1.7	12.8 ± 1.2	0.797	Angle of trunk rotation					0.907	
Height (m)	Baseline	152.9 ± 10.7	157.9 ± 10.5	154.8 ± 10.9	0.483	C1	-4.50 ± 3.42	0.50 ± 1.23	0.73 ± 0.97	0.000	0.000	
Weight (kg)	Baseline	44.1 ± 8.6	50.6 ± 10.0	43.4 ± 8.4	0.228	C2	0.20 ± 1.74	0.36 ± 1.20	0.63 ± 1.40	0.652	0.000	
BMI (kg/m ²)	Baseline	18.8 ± 3.2	20.3 ± 3.4	18.0 ± 2.2	0.119	C3	0.26 ± 0.98	1.13 ± 1.84	0.70 ± 1.36	0.199	0.606	
Risser Sign	Baseline	1.5 ± 1.3	1.4 ± 1.4	1.0 ± 1.2	0.555	C4	-4.23 ± 4.78	2.00 ± 2.39	2.06 ± 2.09	0.000	0.001	
Tanner Stage	Baseline	2.9 ± 0.9	3.1 ± 1.0	2.6 ± 1.1	0.480						0.000	
Cobb angle	Baseline	33.4 ± 8.9	30.35 ± 7.6	30.3 ± 6.6	0.397	Height of gibbosity (mm)	C1	-42.00 ± 30.75	7.33 ± 20.51	9.33 ± 21.86	0.000	0.000
	24 th week	32.0 (20.0 – 50.0)	30.0 (20.0 – 40.0)	28.0 (20.0 – 45.0)							0.685	
Angle of trunk rotation	Baseline	11.9 ± 5.2 (3.0 – 20.0)	9.6 ± 4.5 (3.0 – 20.0)	8.4 ± 2.9 (4.0 – 19.0)	0.106	C2	-16.00 ± 15.49	21.33 ± 35.22	9.00 ± 15.79	0.000	0.000	
	6 th week	7.40 ± 4.65	10.16 ± 5.10	9.16 ± 2.96							0.000	
	12 th week	7.60 ± 5.03	10.53 ± 5.31	9.80 ± 3.20							0.360	
	24 th week	7.66 ± 5.24	11.66 ± 5.92	10.50 ± 4.21		C3	10.66 ± 13.87	24.00 ± 43.55	9.33 ± 13.34	0.000	0.001	
Maximum height of the hump (mm)	Baseline	216.0 ± 116.4	156.7 ± 92.8	158.7 ± 95.7	0.235						0.000	
	6 th week	250.0 (20.0 – 430.0)	120.0 (30.0 – 350.0)	140.0 (40.0 – 400.0)		C4	-68.66 ± 47.48	52.66 ± 91.21	28.00 ± 38.39	0.000	0.000	
	12 th week	180.0 (20.0 – 370.0)	150.0 (30.0 – 370.0)	130.0 (40.00 – 430.00)							0.652	
	24 th week	160.0 (20.0 – 340.0)	170.0 (30.0 – 350.0)	160.0 (40.00 – 410.00)							0.815	
Waist asymmetry (cm)	Baseline	2.2 ± 0.9	1.9 ± 1.1	1.5 ± 0.9	0.226	Waist asymmetry (cm)	C1	-0.37 ± 0.32	-0.13 ± 0.26	0.02 ± 0.07	0.001	0.031
	6 th week	2.0 (1.0 – 4.5)	1.8 (0.5 – 4.0)	1.3 (0.5 – 3.5)							0.012	
	12 th week	1.5 (1.0 – 4.0)	1.5 (0.3 – 4.0)	1.3 (0.5 – 3.5)		C2	-0.19 ± 0.36	-0.04 ± 0.11	0.13 ± 0.20	0.028	0.078	
	24 th week	1.5 (0.5 – 3.0)	1.5 (0.2 – 4.0)	1.6 (0.6 – 3.6)							0.019	
SRS-23 Total Score	Baseline	3.9 ± 0.6	3.9 ± 0.4	4.1 ± 0.4	0.452	C3	-0.16 ± 0.20	0.14 ± 0.36	0.02 ± 0.20	0.038	0.019	
	6 th week	4.2 (2.7 – 4.7)	4.0 (3.2 – 4.5)	4.1 (3.3 – 4.6)							0.556	
	12 th week	4.2 (3.3 – 4.7)	4.0 (3.3 – 4.7)	4.2 (3.3 – 4.6)		C4	-0.72 ± 0.68	0.02 ± 0.38	0.18 ± 0.32	0.000	0.001	
	24 th week	4.3 (3.3 – 4.8)	4.1 (3.5 – 4.8)	4.0 (3.5 – 4.7)							0.015	
	24 th week	4.4 (3.5 – 5.0)	3.9 (3.9 – 4.7)	4.1 (3.0 – 4.7)							0.000	

Figura 17. Risultati dello studio Kuru et al.

- **Discussione:** I risultati dello studio indicano che gli esercizi Schroth, se eseguiti sotto supervisione di un terapeuta, sono efficaci nel rallentamento e nell'arresto della progressione della scoliosi inoltre, essi sono efficaci nella riduzione dell'angolo di Cobb, nella riduzione dell'angolo di rotazione e nel miglioramento dell'estetica del corpo. La supervisione di un fisioterapista sembra essere un elemento fondamentale nella buona riuscita del trattamento in quanto il secondo gruppo (il quale ha eseguito gli stessi esercizi unicamente a domicilio e senza la costante supervisione di un terapeuta) presenta risultati nettamente inferiori al gruppo di intervento e addirittura risultati simili, se non a tratti peggiori, rispetto al gruppo osservazionale. I limiti di questo studio potrebbero comprendere la sua durata (di solito infatti l'osservazione della scoliosi dovrebbe essere effettuata fino alla completa maturazione ossea) o la ridotta dimensione del campione di studio. Nonostante queste problematiche possiamo concludere che, utilizzando i risultati di questo studio come strumento di misura, il metodo Schroth sembra essere una valida alternativa di trattamento per questi pazienti. Un ulteriore elemento limite in questo studio sembra essere la differenza iniziale di alcuni parametri come per esempio l'altezza massima del gibbo o lo stesso angolo di Cobb. Il gruppo di intervento presenta infatti dei valori al baseline nettamente peggiori rispetto agli altri due gruppi, questo potrebbe aver fatto sì che il gruppo di intervento (il peggiore per quanto riguarda i valori iniziali) abbia progredito maggiormente rispetto agli altri due gruppi.
- **Conclusioni:** Un programma individualizzato e ben strutturato di esercizi Schroth sembra avere un effetto estremamente positivo nel rallentamento e nella regressione della progressione della AIS. Un programma costituito esclusivamente da esercizi Schroth a domicilio non risulta essere un trattamento efficace per pazienti presentanti AIS.

Studio 5

- Titolo: Impact of Schroth three-dimensional vs. proprioceptive neuromuscular facilitation techniques in adolescent idiopathic scoliosis: a randomized controlled study [26]
- Anno: 2021
- Autori: R.A. Mohamed- A.M. Yousef
- Tipologia di studio: Randomized Controlled Trial
- Punteggio PEDro: 8/10
- Durata dello studio: 24 settimane
- Obiettivo: L'obiettivo di questo studio è stato di investigare gli effetti della facilitazione neuromuscolare propriocettiva (PNF) e comparare i suoi effetti agli esercizi Schroth su angolo della scoliosi, distribuzione della pressione statica a livello plantare e funzionalità in pazienti con AIS.
- Criteri di inclusione: Età compresa tra i 14 ed i 16 anni - angolo di Cobb $<25^\circ$ - Risser sign compreso tra 2 e 5 - la non partecipazione dei soggetti eletti ad altri trattamenti durante tutta la durata dello studio.
- Criteri di esclusione: Scoliosi derivante da problematiche congenite, neuromuscolari o eziologia sindromica, dismetria agli arti inferiori, anomalia cardiache, cifosi, asma o altre problematiche polmonari - utilizzo di busto - utilizzo di rilassanti muscolari.
- Partecipanti: 34 studentesse presentanti AIS toraco-lombare destra singola. Non ci sono stati drop-out durante lo svolgersi di questo studio.
- Randomizzazione: Un ricercatore ha valutato secondo un processo di screening 37 pazienti, 3 di questi sono stati esclusi secondo i criteri di eleggibilità, per un totale di 34 partecipanti. La randomizzazione è stata svolta tramite l'utilizzo di un computer il quale ha generato 2 gruppi da 17 partecipanti ciascuno. Non sono state riscontrate differenze tra i due gruppi, dopo la randomizzazione per quanto riguarda: età; peso; altezza; BMI e segno di Risser.
- Misure di Outcome: Tutte le misurazioni sono state effettuate in entrambi i gruppi dallo stesso ricercatore in cieco sia prima che dopo i 6 mesi di durata dello studio. Gli outcome primari selezionati per questo studio sono stati: Angolo di Cobb e Angle of Trunk Rotation (ATR). Gli outcome secondari selezionati per questo studio sono stati: Distribuzione della pressione statica a livello plantare e capacità funzionale. Per determinare l'angolo di Cobb e il segno di Risser sono stati eseguiti degli X-rays antero-posteriori di tutta la colonna e del bacino dalla posizioni in piedi. L'ATR è stata misurata tramite l'utilizzo di uno scoliometro che ha mostrato una buona correlazione con i misuramenti radiografici.
- Descrizione degli eventi: I partecipanti al gruppo Schroth hanno eseguito esercizi Schroth mentre i partecipanti al gruppo di controllo hanno sostenuto esercizi di PNF. Entrambi i programmi consistevano di 60 minuti di esercizi con 2 minuti di riposo tra ogni esercizio, 3 volte a settimana per 6 mesi. Tutti i pazienti che hanno partecipato a questo studio non hanno preso parte ad altre terapie durante il suo svolgimento. Prima di iniziare con le tecniche sono state tenute delle sessioni

familiari per spiegare ai pazienti il corretto svolgimento degli esercizi. Gli esercizi di tipo Schroth consistevano di: Side-lyign position (4 set da 6 ripetizioni); Sitting on a ball (4 set da 6 ripetizioni); Shoulder counter-traction in prone (4 set da 6 ripetizioni); Muscle cylinder in standing (4 set da 6 ripetizioni) e un cool-down finale (4 set da 6 ripetizioni).

- Risultati: Per quanto riguarda l'angolo di Cobb lo studio dimostra un cambiamento significativo nel corso dei 6 mesi sia nel gruppo Schroth sia nel gruppo trattato tramite esercizi PNF. La differenza risiede nell'entità del cambiamento. Nel gruppo Schroth, la media dell'angolo di Cobb ha subito una riduzione di $6,31^\circ$, passando da $20,42 \pm 2,57^\circ$ di media iniziale a $14,11 \pm 1,96^\circ$ di media finale. Nel gruppo PNF si vede una diminuzione di entità inferiore, passando da $20,21 \pm 2,80^\circ$ di media a tempo zero a $17,46 \pm 2,37^\circ$ di media dopo 6 mesi. Entrambi i cambiamenti risultano pertanto significativi, ma gli esercizi Schroth hanno generato una riduzione quasi doppia rispetto agli esercizi PNF nell'analisi dell'angolo di Cobb.

Osservando la seconda misura di outcome primaria, ovvero l'ATR, vediamo come nel gruppo PNF non sia stato riscontrato alcun cambiamento significativo nel corso dello studio, diversamente invece nel gruppo Schroth abbiamo una diminuzione significativa, passando da $8,05 \pm 0,65^\circ$ a $5,23 \pm 0,43^\circ$ di media.

Le misure di outcome secondarie valutate, ovvero 6 meter walking test e pressione plantar statica (destra e sinistra) mostrano comunque differenze significative in entrambi i gruppi, a parte il 6MWT eseguito al baseline e post-trattamento nel gruppo PNF il quale non mostra alcun cambiamento.

- Discussione: Entrambi i gruppi mostrano differenze significative nella diminuzione dell'angolo di Cobb ma solamente il gruppo Schroth mostra una riduzione della ATR. Per quanto riguarda la riduzione dell'angolo di Cobb nel gruppo Schroth si suppone che i movimenti e gli esercizi attivi di de-rotazione giochino un ruolo fondamentale nel successo della tecnica. Questi sono esercizi ripetuti prendendo coscienza del proprio corpo e della posizione che assume utilizzando i feedback visivi forniti dallo specchio. Il successo del gruppo PNF nella diminuzione dell'angolo di Cobb potrebbe invece scaturire dai miglioramenti nel controllo, mobilità e forza scaturiti dal trattamento. I miglioramenti osservati nel gruppo Schroth riguardanti l'ATR potrebbero essere stati il risultato degli esercizi RAB (Rotational Angular Breathing) così come i miglioramenti nel 6MWT potrebbero avere la stessa origine. Questi esercizi permettono infatti una espansione della cassa toracica tramite una rotazione a livello acromiale, andando così ad impattare sia la rotazione vertebrale sia la capacità aerobica dei pazienti. Un limite di questo studio comprende il fatto che siano state prese in considerazione unicamente curve toraco-lombari, queste curve sono considerate relativamente poco rigide rispetto a quelle toraciche.

- Conclusione: Gli esercizi Schroth sono efficaci nella riduzione dell'angolo di Cobb, nella riduzione dell'ATR, nel miglioramento del 6MWT e nel ri-equilibrio della pressione plantare statica.

Studio 6

- Titolo: The effectiveness of two different exercise approaches in adolescent idiopathic scoliosis: A single-blind, randomized-controlled trial [27]
- Anno: 2021
- Autori: Hikmet Kocaman - Nilgun Bek - Mehmet Hanifi Kaya - Buket Buyukturan - Mehmet Yetis - Oznur Buyukturan
- Tipologia di studio: Randomized Controlled Trial
- Punteggio PEDro: 7/10
- Durata dello studio: 10 settimane
- Obiettivo: L'obiettivo di questo studio è stato quello di comparare l'efficacia del trattamento eseguito tramite l'utilizzo di esercizi Schroth e il trattamento eseguito tramite esercizi di core stabilization in pazienti presentanti AIS
- Criteri di inclusione: Pazienti diagnosticati con AIS - età compresa tra i 10 e i 18 anni - curva di Lenke di tipo 1 - Risser stage minore o uguale a 3 - angolo di Cobb compreso tra 10 e 30°.
- Criteri di esclusione: Pazienti con storia di patologie neuromuscolari, cardiovascolari, polmonari, vestibolari o reumatologiche - trattamento precedente tramite bracing - altra tipologia di scoliosi che non fosse la AIS - chirurgia o trattamento conservativo della colonna - medicinali presi periodicamente.
- Partecipanti: I partecipanti a questo studio sono stati diagnosticati da un fisiatra secondo i criteri Lenke. 76 pazienti sono stati ammessi al reparto, di questi 28 sono rientrati nei criteri di eleggibilità. Non ci sono stati drop-out per tutta la durata dello studio.
- Randomizzazione: I 28 studenti prendenti parte allo studio sono stati divisi nei 2 gruppi utilizzando una randomizzazione a coppie basata sull'angolo di Cobb, età e sesso. Nella generazione delle coppie è stato utilizzato il programma Research Randomizer nel sito randomizer.org. Successivamente alla randomizzazione non sono state riscontrate differenze significative tra i due gruppi per quanto riguarda età, sesso, BMI, Risser sign, tipologia di curva o lato dominante.
- Misure di outcome:
 - Outcome primario: Angolo di Cobb. La magnitudo della curva è stata valutata secondo il metodo Cobb che viene considerato come il Gold standard nel monitoraggio della progressione della scoliosi. Una radiografia antero posteriore in posizione in piedi di tutta la colonna è stata effettuata per valutare l'angolo di Cobb.
 - Outcome Secondari: ATR: L'ATR è stato valutato utilizzando lo scoliometro di Bunnel e tramite il test di Adams. Una differenza clinica risulta essere una modifica di più di 4° dell'angolo di Cobb.
Cosmetic Trunk Deformity: Essa è stata valutata utilizzando la scala WRVAS.

Spinal Mobility: La spinal mobility è stata valutata tramite un device denominato Spinal Mouse System, il quale è un sistema non invasivo sviluppato per valutare la mobilità lombare e toracica sia in toto che a livello segmentale su diversi piani di movimento.

Quality of Life: Valutata tramite l'utilizzo del questionario SRS-22.

Muscle Strength: La forza muscolare è stata valutata tramite un dinamometro (Biodex System 4-pro). I parametri di valutazione sono stati: flessione ed estensione del ginocchio; flessione-abduzione e rotazione esterna insieme a estensione-abduzione e rotazione interna degli arti superiori. Tutti questi test sono stati eseguiti seguendo le istruzioni del produttore del device.

- Descrizione degli eventi: Entrambi i gruppi hanno continuato il percorso di trattamento per 10 settimane, 90 minuti di terapia 3 volte alla settimana. Gli esercizi di rinforzo del core consistevano di 3 fasi, la prima avente l'obiettivo di attivare i muscoli del core (attivazione isolata del trasverso dell'addome e attivazione dello stesso durante altre attività di rinforzo) e migliorare propriocezione e coordinamento muscolare dell'area spinale, la seconda e terza fase consistevano entrambe di esercizi sempre più difficili e intensi con il medesimo obiettivo. Tutti questi esercizi sono stati spiegati e supervisionati da fisioterapisti certificati. La terapia iniziava con 10 minuti di riscaldamento (respirazione e stretching) e finiva con 10 minuti di cool-down (medesimi esercizi). All'interno di ogni fase, con il passare delle sedute, aumentava il numero di ripetizioni di ogni esercizio.

Gli esercizi Schroth consistevano invece di: rotational angular breathing; elongazione spinale; deflessione; stretching e rinforzo. L'utilizzo di blocchi, bastoni, sacchi e palloni è risultato molto efficace per l'esecuzione degli esercizi nella maniera corretta. L'intensità degli esercizi è stata gradualmente aumentata di modo da renderli sempre più efficaci.

- Risultati: Dei 76 pazienti inizialmente analizzati solo 28 rispettavano i criteri di inclusione ed esclusione precedentemente stabiliti.

- Cobb angle: Sono stati prodotti risultati significativi in entrambi i gruppi nella riduzione dell'angolo di Cobb. Nel gruppo Schroth si osserva una riduzione della media toracica e lombare di rispettivamente 7.93° e 6.40° nel corso delle 10 settimane di trattamento. Nel gruppo di stabilizzazione del core vediamo una riduzione significativa ma di entità inferiore rispetto al primo gruppo, nella porzione toracica si è osservata una riduzione di 3.71° mentre nella parte lombare la riduzione risulta essere di 2.83°. Il gruppo Schroth ha quindi ottenuto una riduzione di 4.21° maggiore nella parte toracica e una riduzione di 3.57° maggiore nella parte lombare.
- WRVAS: Questa scala ha dimostrato risultati simili all'angolo di Cobb ovvero una riduzione significativa in entrambi i gruppi ma risultati maggiori nel gruppo Schroth. Il gruppo Schroth ha ottenuto una riduzione maggiore di 2.86 punti (-7.14 contro i -4.29)
- ATR: Per quanto riguarda l'ATR osserviamo risultati chiari e significativi per quanto riguarda il livello toracico ovvero una riduzione di 5.07° di media nel gruppo Schroth ed una riduzione di 2.64° nel gruppo di controllo, il gruppo Schroth ha quindi ottenuto un risultato migliore. Per quanto riguarda la porzione lombare i risultati sono comunque in favore del gruppo Schroth ma la differenza non risulta netta come nelle

altre misurazioni (2.36° di diminuzione nel gruppo Schroth e 1.79° di diminuzione nel gruppo di controllo)

- SRS-22: I risultati ottenuti affermano una riduzione significativa in entrambi i gruppi (un aumento di 1.07 punti nel gruppo Schroth ed un aumento di 0.82 punti nel gruppo di controllo).

- Discussione: Questo è il primo studio a comparare l'efficacia di queste due tipologie di esercizio nel trattamento della AIS. In tutte le misure di outcome il metodo Schroth ha avuto una efficacia maggiore rispetto agli esercizi per la stabilizzazione del core tranne per quanto riguarda la ATR-lombare e l'aumento della forza muscolare dei muscoli periferici. Risultati simili sono stati ottenuti in altri studi (Kuru et al. per esempio). Una delle problematiche riscontrabili in pazienti con AIS sono ansia e preoccupazione per l'aspetto della colonna data la deformità, questo aspetto che è stato valutato grazie alla scala WRVAS risulta molto importante. I limiti di questo studio sono stati: partecipazione solamente di pazienti presentanti una curva Lenke di tipo 1, questo limita molto la diversità dei partecipanti; la durata di 10 settimane è un fattore estremamente limitante in quanto questa patologia si sviluppa su una scala temporale molto superiore; la maggior parte dei pazienti presentavano curve di grado moderato. Questo studio non può quindi essere generalizzato a tutte le tipologie di curva scoliotica e ulteriori studi sono necessari.

- Conclusione: Questo studio afferma che gli esercizi Schroth sono superiori agli esercizi di stabilizzazione del tronco nella riduzione dell'angolo di Cobb e dell'ATR, nel miglioramento della mobilità spinale e della qualità della vita dei pazienti presentanti AIS.

5.3 Tabelle riassuntive

Studio	Partecipanti	Intervento	Confronto	Durata	Misure di Outcome
Schreiber et al. 2015 (RCT)	50 adolescenti presentanti una età media di 13,5 anni e un angolo di Cobb compreso tra i 10 e i 45 gradi	Esercizi Schroth specifici per la scoliosi e supervisionati (sia in gruppo che individualmente). 5 sessioni da 60 min. le prime due settimane, successivamente 60 minuti alla settimana in gruppo e 45 minuti individualmente a casa	Osservazione o utilizzo di busto	24 settimane	QOL, SRS-22 per la misurazione della qualità della vita
Schreiber et al. 2016 (RCT)	50 adolescenti presentanti una età media di 13,5 anni e un angolo di Cobb compreso tra i 10 e i 45 gradi	Esercizi Schroth specifici per la scoliosi e supervisionati (sia in gruppo che individualmente). 5 sessioni da 60 min. le prime due settimane, successivamente 60 minuti alla settimana in gruppo e 45 minuti individualmente a casa	Osservazione o utilizzo di busto	24 settimane	Cobb angle
Kim and HwangBo 2016 (RCT)	24 ragazze con una età media di 15,6 anni e un angolo di Cobb >20°	Esercizi Schroth con supervisione. 3 volte a settimana e 60 minuti per sessione. Per un totale di 36 sedute.	Classici esercizi di pilates 3 volte a settimana per 60 minuti di seduta	12 settimane	Cobb angle Distribuzione del peso a livello del rachide
Kuru et al. 2016 (RCT a tre braccia)	45 partecipanti presentanti una età media di 13 anni e un angolo di Cobb compreso tra i 10 e i 60 gradi	Esercizi Schroth con supervisione. 3 volte a settimana con sessioni di 90 minuti. Dopo 6 settimane gli stessi esercizi venivano eseguiti a casa per un periodo di 6 mesi Un secondo gruppo ha eseguito da subito gli esercizi a casa dopo una sola seduta di insegnamento degli	Osservazione ogni 6 settimane per un periodo di 6 mesi	24 settimane	Cobb angle; ATR; altezza del gibbo CQOL; SRS-23

esercizi da parte di un
 fisioterapista

Hikmet Kocaman et al. 2021 (RCT)	28 partecipanti presentanti una età variabile tra i 10 e i 18 anni presentanti un angolo di Cobb compreso tra i 10 e i 30 gradi	Esercizi Schroth supervisionati da un fisioterapista 3 volte a settimana per 90 minuti a sessione. Da notare che gli esercizi proposti variavano in base al progresso di ogni singolo paziente Esercizi tradizionali consistenti in; stretching, training posturale, esercizi respiratori ed esercizi di flessibilità spinale, questi esercizi aumentavano in intensità con il progresso di ogni paziente	10 settimane	Cobb angle ATR; spinal mobility; Cosmetic trunk deformity; Peripheral muscle strenght; QOL (SRS-22)
R.A. Mohamed et al. 2021 (RCT)	34 ragazze di età compresa tra i 14 e i 16 anni, presentanti un angolo di Cobb <25°	Esercizi Schroth 3 giorni a settimana per 60 minuti Esercizi PNF 3 giorni a settimana per 60 minuti	24 settimane	Cobb angle, Angle of trunk rotation (ATR) 6MWT Left and Right total static plantar pressure

Tabella 3. Riassunto dati fondamentali dei 6 studi analizzati

<i>STUDIO</i>	<i>TIPOLOGIA DI TRATTAMENTO</i>	<i>BASELINE (media ± SD)</i>	<i>12 SETTIMANE (media ± SD)</i> <small>(10 settimane per quanto riguarda lo studio di Kocaman et al.)</small>	<i>24 SETTIMANE (media ± SD)</i>	<i>CAMBIAMENTI INTRA-GRUPPO (tra baseline e ultima valutazione)</i>
<i>Schreiber et al. 2016</i>	<i>Esercizi Schroth</i>	29.1 ± 8.9		27.7 ± 8.9	- 1.4 (0)
	<i>Management non chirurgico</i>	27.9 ± 8.8		29.1 ± 8.8	+ 1.2 (0)
<i>HWangBo et al.</i>	<i>Esercizi Schroth</i>	23.6 ± 1.5	12 ± 4.7		- 11.6 (3.2)
	<i>Gruppo di controllo</i>	24 ± 2.6	16 ± 6.9		- 8 (4)
<i>Kuru et al.</i>	<i>Esercizi Schroth (supervisione)</i>	33.4 ± 8.9		32.3 ± 7.2	- 1.1 (1.7)
	<i>Esercizi Schroth a casa</i>	30.3 ± 7.6		33.8 ± 7.2	+ 3.5 (0.4)
	<i>Management non chirurgico</i>	30.3 ± 6.6		33 ± 6.9	+ 2.7 (0.3)
<i>Kocaman et al.</i>	<i>Esercizi Schroth</i> <i>Esercizi Core</i>	<i>Cobb T - 17.64 ± 4.01</i>	<i>Cobb T - 9.71 ± 3.47</i>		- 7.93 (0.54)
		<i>Cobb L - 15.80 ± 3.42</i>	<i>Cobb L - 9.40 ± 2.61</i>		- 6.4 (0.81)
		<i>Cobb T - 17.29 ± 3.45</i>	<i>Cobb T - 13.57 ± 5.03</i>		- 3.72 (0.58)
		<i>Cobb L - 15.17 ± 4.02</i>	<i>Cobb L - 12.33 ± 4.37</i>		- 2.84 (0.35)
<i>Mohamed et al.</i>	<i>Esercizi Schroth</i>	20.42 ± 2.57		14.11 ± 1.96	- 6.31 (0.61)
	<i>Esercizi PNF</i>	20.21 ± 2.80		17.46 ± 2.37	- 2.75 (0.43)

Tabella 4. Media e deviazione standard per l'angolo di Cobb al baseline, 12 settimane e 24 settimane

<i>STUDIO</i>	<i>TIPOLOGIA DI TRATTAMENTO</i>	<i>BASELINE (media + SD)</i>	<i>6 SETTIMANE (media + SD)</i>	<i>12 SETTIMANE (media + sd)</i> <small>(10 settimane per quanto riguarda lo studio di Kocaman et al.)</small>	<i>24 SETTIMANE (media + sd)</i>	<i>CAMBIAMENTI INTRA-GRUPPO</i> <small>(tra baseline e ultima valutazione)</small>
<i>Schreiber et al. 2015</i>	<i>Esercizi Schroth</i>	4.25 ± 0.25		4.45 ± 0.25 4.18 ± 0.25	4.40 ± 0.25 4.15 ± 0.25	+ 0.15 (0) 0 (0)
	<i>Management non chirurgico</i>	4.15 ± 0.25				
<i>Kuru et al. 2016</i>	<i>Esercizi Schroth</i>	3.9 ± 0.6	4.2 ± 0.5	4.3 ± 0.5	4.4 ± 0.5	+ 0.5 (0.1)
		3.9 ± 0.4	4.0 ± 0.5	4.1 ± 0.4	3.9 ± 0.3	0 (0.1)
	<i>Esercizi Schroth a casa</i>					
	<i>Management non chirurgico</i>	4.1 ± 0.4	4.1 ± 0.4	4.1 ± 0.4	4.0 ± 0.5	- 0.1 (0.1)
<i>Kocaman et al.</i>	<i>Esercizi Schroth</i>	3.49 ± 0.13		4.56 ± 0.13 4.30 ± 0.17		+ 1.07 (0) + 0.82 (0.07)
	<i>Esercizi Core</i>	3.48 ± 0.24				

Tabella 5. Media e deviazione standard della quality of life al baseline ,6-12 e 24 settimane.

CAPITOLO 6

Discussione

La scoliosi e le varie metodologie di trattamento sono, al giorno d'oggi, una delle materie più pressanti per quanto riguarda la ricerca scientifica. Le diagnosi, che diventano sempre più accurate, aumentano ogni anno di numero e la necessità di una metodica chiara e strutturata di trattamento risulta sempre più necessaria. Questo risulta molto complicato quando ci si pone di fronte al vastissimo numero di possibilità di trattamento che sono ad oggi disponibili. La ricerca scientifica rispecchia questa vastità di informazioni con un numero altrettanto elevato di studi, anche di alta qualità, che vanno ad analizzare tutte queste proposte terapeutiche. Questa revisione della letteratura aveva come obiettivo quello di analizzare unicamente la metodica Schroth e, nonostante i gruppi di intervento presentassero questa tipologia di trattamento, i diversi gruppi di controllo ci hanno permesso di metterla in relazione, e di conseguenza analizzare, anche svariate altre metodiche proposte in letteratura. Questa particolarità ha anche permesso di analizzare la metodica di riferimento in maniera più approfondita, ottenendo outcome diversificati per quanto riguarda i gruppi di controllo e situazioni differenti in ogni studio.

Outcome primari

- ◆ Angolo di Cobb: Tutti gli studi analizzati mostrano una diminuzione significativa dell'angolo di Cobb grazie all'utilizzo della metodologia Schroth. In questi studi l'entità del cambiamento varia in maniera molto consistente tra uno studio e l'altro. Nello studio di Kuru et al., per esempio, vediamo una diminuzione di 1.1° dopo un trattamento della durata di 24 settimane mentre, nello studio di HWangBo et al. vediamo una diminuzione della media dell'angolo di Cobb di 11.6° per una durata di trattamento di appena 10 settimane. I risultati sono quindi concordanti sull'efficacia del trattamento, ma risultano evidenti delle differenze sull'entità di questa efficacia tra i diversi studi. Bisogna tenere però presente che, tornando all'esempio precedente, lo studio di Kuru et al. e lo studio di HWangBo et al. presentano differenze per: durata del trattamento; durata delle sedute; età media dei partecipanti e ampiezza dell'angolo di Cobb iniziale. Tutti questi sono fattori potenzialmente importanti nell'efficacia del trattamento ed ulteriori studi sono necessari per chiarire l'impatto di essi sul risultato finale. Inoltre possiamo vedere come anche nei vari gruppi di controllo sono evidenti diminuzioni, anche rilevanti, dell'angolo di Cobb, seppur di entità inferiore rispetto ai gruppi di intervento. Questo significa che, nonostante sia chiara la superiorità della metodologia Schroth sulla diminuzione dell'angolo di Cobb, anche altre metodologie hanno efficacia nella sua diminuzione (in particolare esercizi per il Core ed esercizi PNF).
- ◆ Quality of Life: Solamente 3 dei 6 studi presi in considerazione hanno utilizzato il QoL come misura di outcome. In questi 3 studi sono presenti differenze significative tra i valori al baseline e i valori alla fine del trattamento. Queste differenze, evidenziabili soprattutto nello studio di Kocaman et al. in cui vediamo la maggior discrepanza tra il valore iniziale e il valore finale, sono tuttavia meno evidenti e meno lampanti rispetto a molti altri outcome (anche secondari) che gli studi hanno preso in considerazione. Possiamo vedere come, negli studi di Schreiber et al. e Kuru et al. la differenza non superi lo 0.5. Bisogna però sottolineare che, nei gruppi di controllo, non è stata riscontrata alcuna differenza tra il

valore iniziale ed il valore finale. Nello studio di Kocaman et al. invece osserviamo una differenza molto più netta che risulta però, anche se di entità minore, riscontrabile anche nel gruppo di controllo. Importante è sottolineare il fatto che elementi come il QoL sono difficilmente modificabili da trattamenti della durata di non oltre 6 mesi. Ulteriori studi, che coprano un lasso di tempo maggiore, sono necessari per ottenere una risposta attendibile e certa.

Conclusioni

L'obiettivo di questa revisione della letteratura è stato quello di riassumere ed evidenziare l'efficacia del metodo Schroth nel trattamento di pazienti presentanti AIS. Questo è stato ottenuto ricercando studi che indagassero sia un aspetto oggettivo della patologia ovvero l'angolo di Cobb sia studi che indagassero un aspetto bio-psico-sociale quale il QoL (quality of life) di questi pazienti misurato tramite questionari come l'SRS-22 e SRS-23. Utilizzando questi criteri, la letteratura mostra risultati univoci in tutti gli studi che sono stati presi in considerazione, la metodologia Schroth risulta efficace nella diminuzione dell'angolo di Cobb e nel miglioramento della qualità della vita nei pazienti presentanti AIS.

Bibliografia e Sitografia

- [1] Negrini, S. et al. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis Spinal Disord.* 13, 3 (2018).
- [2] Professionals Scoliosis Research Society. (online) <https://www.srs.org/professionals>
- [3] Negrini S. Aulisa AG Aulisa L Circo AB De Mauroy JC Durmala J et al. 2011 SOSORT Guidelines Orthopedic and Rehabilitation of idiopathic scoliosis during growth 2012
- [4] Negrini, S. et al. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis Spinal Disord.* 13, 3 (2018).
- [5] Markus Rafael Konieczny et al. Epidemiology of AIS
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3566258/> (2013)
- [6] Ward et al. Polygenic Inheritance of AIS. A study of extended families in Utah (2010)
- [7] Burwell et al. Pathogenesis of AIS in girls - a double neuro-osseous theory involving disharmony (2009)
- [8] Brooks HL et al. Scoliosis: a prospective epidemiological study. *Jbone Joint surg. am.* (1975)
- [9] Negrini, S. et al. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis Spinal Disord.* 13, 3 (2018).
- [10] James JJ et al. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc.* (2005)
- [11] De Mauroy et al. Esame clinico della scoliosi www.demauroy.net
- [12] Scoliosis Research Society SRS-22r <https://www.srs.org/Research/patient-Outcome-Questionnaires>
- [13] Negrini, S. et al. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis Spinal Disord.* 13, 3 (2018).
- [14] Vaiva Seleviciene et al. Physiotherapeutic scoliosis-specific exercises methodologies used for conservative treatment of AIS, and their effectiveness: an extended literature review of current research and practice (2022)
- [15] Hans-Rudolf weiss (2011) <https://scoliosisjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1748-7161-6-17>
- [16] Hagit Berdishersky et al. (2016) Physiotherapy scoliosis-specific exercises- a comprehensive review of seven major schools
- [17] <https://scoliosis3dc.com/scoliosis-treatment-options/schroth-method-for-scoliosis>

[18] Hans-Rudolf weiss (2011) <https://scoliosisjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1748-7161-6-17>

[19] «Home - PubMed - NCBI». [In linea]. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?otool=iitamsublib>.

[20] «Banca Dati delle Evidenze in Fisioterapia (Italiano)». [In linea]. Available at: <http://www.pedro.org.au/italian/>.

[21] «Cochrane Reviews | Cochrane Library». [In linea]. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/>.

[22] <https://scholar.google.com>

[23] Schreiber et al. The effect of Schroth exercises added to the standard care on the quality of life and muscle endurance in adolescents with idiopathic scoliosis - as assessor and statistician blinded randomized controlled trial: "SOSORT 2015 Award winner" (2015)

[24] Schreiber et al. Schroth physiotherapeutic scoliosis-specific exercises added to the standard of care lead to better Cobb angle outcomes in adolescents with idiopathic scoliosis - an assessor and statistician blinded randomized controlled trial (2016)

[25] HWangBo et al. Effects of Schroth and pilates exercises on the Cobb angle and weight distribution of patient with scoliosis (2016)

[26] Kuru et al. The efficacy of three-dimensional Schroth exercises in adolescent idiopathic scoliosis: A randomized controlled clinical trial (2016)

[27] R.A. Mohamed et al. Impact of Schroth three-dimensional vs. proprioceptive neuromuscular facilitation techniques in adolescent idiopathic scoliosis: a randomized controlled study (2021)

[28] Hikmet Kocaman et al. The effectiveness of two different exercise approaches on adolescent idiopathic scoliosis: A single blind, randomized-controlled trial (2021)