



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova
Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

Dipartimento di Neuroscienze, Riabilitazione, Oftalmologia, Genetica e Scienze Materno-
Infantili

**Master in Riabilitazione dei Disordini
Muscoloscheletrici**

A.A. 2022/2023

Campus Universitario di Savona

**“La spondilolisi e listesi nello sport:
strategie di gestione conservative e ritorno
allo sport.**

Revisione sistematica della letteratura “

Candidato:

Dott. FT Camelli Alberto

Relatrice:

Dott.ssa FT OMPT

Erbesato Monica

ABSTRACT

Titolo: La spondilolisi e listesi nello sport: strategie di gestione conservative e ritorno allo sport. Revisione sistematica della letteratura.

Background: la spondilolisi è definita come una lesione dell'istmo vertebrale che può verificarsi in seguito a traumi ma anche a ripetute sollecitazioni della colonna durante l'attività sportiva, in particolare nella giovane età. Questa condizione può determinare sintomi quali dolore ed impotenza funzionale. La spondilolistesi invece è uno scivolamento anteriore di una vertebra rispetto alla sottostante. Queste due condizioni possono coesistere determinando il quadro di spondilolistesi istmica e sono diagnosticate tramite imaging. L'obiettivo della revisione è quello di ricercare evidenze in merito al trattamento conservativo della spondilolisi e spondilolistesi nel soggetto sportivo ponendo come outcome principali il ritorno allo sport e alla funzionalità pre-infortunio.

Metodi: la ricerca è stata effettuata consultando le banche dati PubMed e PEDro utilizzando il modello PICO ed applicando criteri di inclusione ed esclusione mirati al fine di includere soggetti sportivi, di età inferiore a 60 anni, con diagnosi radiografica di spondilolisi e/o spondilolistesi sintomatica senza sintomi neurologici né storia di chirurgia. Non sono stati applicati filtri alla ricerca per garantirne la sensibilità. La ricerca è terminata il 10 gennaio 2023 e gli articoli ottenuti sono stati analizzati mediante il software Rayyan. Trattandosi di studi osservazionali, per la valutazione della qualità metodologica è stata utilizzata la scala ROBINS-I.

Risultati: la stringa di ricerca ha prodotto 550 risultati inseriti poi nel software. Il processo di selezione è stato condotto dapprima eliminando i duplicati tramite apposita funzione, per poi analizzare gli studi in base a titolo, abstract e full-text: 7 studi sono stati inclusi nella revisione poiché rispettavano i criteri di inclusione. A questi sono stati poi aggiunti 3 studi provenienti dalla letteratura grigia un per un totale di 10 studi osservazionali.

Discussione: sulla base della letteratura è possibile affermare che, per quanto riguarda la spondilolisi il primo approccio deve essere conservativo per una durata di 6 mesi. Nello specifico, il soggetto sportivo con spondilolisi deve sospendere la propria attività per un periodo di tempo minimo di 3 mesi ed essere incluso tempestivamente in un programma di fisioterapia entro 10 settimane composto da esercizi di mobilità articolare, flessibilità muscolare e rinforzo addominale per poi progredire ad esercizi sportivi specifici. L'utilizzo di un'ortesi è consigliato

anche se la tipologia di studi proposti non permette di valutarne correttamente l'efficacia. Il trattamento deve mirare alla risoluzione clinica e non ad una completa guarigione ossea in imaging poiché queste due variabili non sembrerebbero correlate tra loro. Per quanto riguarda la spondilolistesi, gli studi proposti sono insufficienti, ma sembrerebbe rispondere meglio ad un approccio chirurgico. Tuttavia, gli studi inclusi presentano diversi limiti: in primo luogo si tratta di studi osservazionali quindi privi di randomizzazione ma anche di gruppi controllo. Inoltre, le proposte di trattamento sono spesso imprecise in particolare per quanto riguarda la tipologia di esercizi e la relativa posologia, l'utilizzo o meno dell'ortesi ed i criteri per tornare all'attività sportiva. Per questo motivo sono necessari ulteriori studi, in particolare RCT, che indagano l'efficacia di queste proposte confrontandole con gruppi di controllo, sia a breve che a lungo termine.

INDICE

1 INTRODUZIONE.....	1
1.1 Definizione.....	1
1.2 Epidemiologia.....	1
1.3 Eziologia.....	2
1.4 Classificazione.....	3
1.5 Diagnosi.....	4
1.6 Biomeccanica.....	5
1.7 Storia naturale.....	5
1.8 Trattamento.....	6
1.9 Obiettivo della revisione.....	8
2 MATERIALI E METODI.....	9
2.1 Review Question.....	9
2.2 Banche dati utilizzate.....	9
2.3 Parole chiave utilizzate.....	9
2.4 Keyword e stringa di ricerca utilizzata per PubMed.....	10
2.5 Ricerca su PEDro.....	12
2.6 Time stamp.....	12
2.7 Criteri di inclusione ed esclusione.....	12
2.8 Processo di selezione degli studi.....	13
2.9 Valutazione risk of bias.....	14
3 RISULTATI.....	15
3.1 Selezione degli studi.....	15
3.2 Caratteristiche degli studi.....	17
3.3 Valutazione della qualità metodologica.....	27
4 DISCUSSIONE.....	29
4.1 Confronto tra gli studi.....	29
4.1.1 Interruzione attività sportiva.....	30
4.1.2 Ortesi.....	30
4.1.3 Fisioterapia.....	31
4.2 Analisi dei limiti e punti di forza della revisione.....	34
4.3 Limiti degli studi inclusi.....	34
4.4 Implicazioni per la pratica e per la ricerca futura.....	35
5 CONCLUSIONE.....	36
6 BIBLIOGRAFIA.....	37

1. INTRODUZIONE

1.1 Definizione

La spondilolisi è definita come una lesione unilaterale o bilaterale della pars interarticolare (istmo) che connette le superfici superiori e inferiori delle faccette articolari vertebrali contigue. La presenza di questo difetto può rimanere silente o presentarsi con dolore lombare ed impotenza funzionale. [1] La spondilolisi è considerata una delle principali cause di lombalgia nei bambini ed adolescenti, in particolare in coloro che praticano determinati tipi di sport come calcio, football, baseball, tennis, weightlifting e ginnastica in quanto sembrerebbe secondaria a ripetuti carichi in estensione e rotazione del rachide lombare durante il gesto sportivo. [2]

La spondilolistesi è invece definita come lo scivolamento anteriore di una vertebra “olistesica” rispetto alla vertebra sottostante che interessa prevalentemente il segmento lombare del rachide in forma sintomatica o asintomatica. Questa condizione può essere secondaria ad una spondilolisi, in questo caso si parlerà di spondilolistesi istmica, ma anche a diverse altre cause, tra cui più di tutti, fenomeni degenerativi. Viene classificata principalmente in base alla percentuale di vertebra traslata rispetto a quella inferiore (classificazione di Meyerding) ed in base all'eziologia (classificazione di Wiltse e Rothman).

1.2 Epidemiologia

L'epidemiologia varia a seconda della popolazione di riferimento, infatti, le forme traumatiche sono più frequenti nei bambini e negli adolescenti che praticano sport agonistici ad alto impatto e con elevati carichi in estensione e mentre le forme degenerative sono tipiche dell'adulto in particolare over 50. Nello specifico per quanto riguarda il bambino/adolescente, studi passati che si basavano sull'utilizzo di RX oblique presentavano una prevalenza intorno al 4-6% mentre studi più recenti, come quello di Ekin et al. del 2019 [3], grazie all'utilizzo della risonanza magnetica mostrano risultati più attendibili. Infatti, da questo studio emerge una prevalenza del 12.7% per le fratture da stress del peduncolo, del 8.7% per la spondilolisi e 4.1% per la spondilolistesi in soggetti di età inferiore ai 18 anni in particolare di sesso maschile. Per quanto riguarda la popolazione adulta, in letteratura [4,5,6] si riporta una prevalenza della spondilolisi dal 5.9 al 11,5%, più frequentemente nel segmento L5-S1, bilateralmente e nel sesso maschile. La spondilolistesi istmica varia dal 4 all'8% dei soggetti, è più presente negli uomini ed è sempre più colpito L5-S1. Mentre la spondilolistesi degenerativa, la cui prevalenza è del 10-

14%, è più presente nelle donne e nel segmento L4-L5; raramente si trova prima dei 50 anni essendo legata principalmente a fenomeni artrosici

1.3 Eziologia

La spondilolisi può essere evolutiva o acquisita: nel primo caso si tratta di soggetti predisposti geneticamente ad una mancata ossificazione della pars interarticolare e pertanto predisposti a lesioni da stress. La spondilolisi acquisita è invece secondaria a traumi singoli da contatto o caduta ma soprattutto a ripetuti carichi in estensione durante l'attività sportiva. [2].

Per quanto riguarda la spondilolistesi, Wiltse e Rothman propongono una classificazione che offre una panoramica dal punto di vista eziologico suddividendola in sei sottogruppi:

- La spondilolistesi *di tipo I* comprende condizioni displasiche o congenite quali ad esempio spina bifida;
- Il *tipo II* o istmico riguarda spondilolistesi con spondilolisi a seguito di frattura da stress della pars intrarticolare;
- Il *tipo III* comporta uno scivolamento vertebrale in assenza di frattura ma come conseguenza di fenomeni degenerativi discali, faccettari e capsulo-legamentosi;
- Il *tipo IV* è causato da un trauma netto con frattura vertebrale;
- Il *tipo V* identifica una serie di patologie ossee o sistemiche come responsabili della lesione e conseguente scivolamento;
- Il *tipo VI* è dato da una frattura post chirurgia.[7]

Pertanto, le cause della spondilolistesi possono essere riassunte in cause congenite, degenerative, traumatiche o patologiche.

Nello specifico, il soggetto sportivo è maggiormente interessato da spondilolisi in particolare se coinvolto in sport con elevati carichi in estensione e rotazione lombare. Infatti, ripetute iperestensione e carichi assiali predispongono l'atleta a possibili lesioni ossee. Solitamente si tratta di atleti giovani ed adolescenti che praticano attività come baseball, football, calcio, wightlifting, tennis o ginnastica. [8]

1.4 Classificazione

Spondilolisi

Oltre alla distinzione tra evolutiva ed acquisita, in letteratura si ritrova un'ulteriore classificazione dal punto di vista temporale grazie a TC o RM che permettono di individuare la presenza di edema osseo, precoce segno di una lesione nella pars, distinguendo la lesione in:

- Iniziale-acuta: si identifica tramite un'alterazione del segnale dovuta a edema osseo del peduncolo;
- Progressiva: caratterizzata dall'assenza di edema e rima di frattura ben visibile associata a sclerosi ossea;
- Terminale-cronica con pseudoartrosi: in questa fase non vi è edema osseo ma una sclerosi più importante. [9]

Lo studio di Sairyo K et al. [9] sottolinea l'importanza di questa stadiazione in quanto mostra come i soggetti trattati conservativamente nella fase acuta-iniziale raggiungono nel 87% dei casi la guarigione radiologica, mentre solo il 37% soggetti trattati in fase progressiva e nessuno di quelli in fase terminale raggiungono la guarigione ossea. Tuttavia, la guarigione radiologica completa non sembrerebbe necessaria per riprendere l'attività sportiva, infatti la letteratura sostiene che la risoluzione della lesione in imaging non sia necessaria per la guarigione clinica. [10]

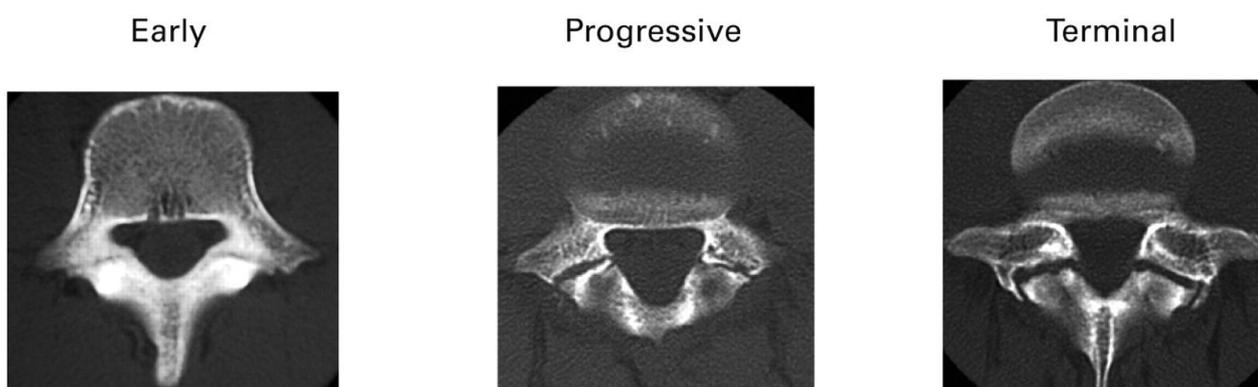


Fig.1 Stadiazione temporale della spondilolisi mediante TC

Spondilolistesi

Le classificazioni proposte sono principalmente tre:

- la classificazione di Witse e Rothman già presentata;
- La scala di Meyerding viene utilizzata per misurare il grado di scivolamento della vertebra superiore sulla base di radiografie in proiezione latero-laterali. È divisa in cinque gradi (1-5) in relazione alla percentuale di vertebra traslata fornendo importanti informazioni circa la severità radiografica del quadro. I primi due vengono considerati come scivolamenti di basso grado mentre dal terzo a quinto sono di alto grado. [11]
- La classificazione di Marchetti e Bartolozzi propone sostanzialmente una distinzione tra forme congenite ed acquisite.

1.5 Diagnosi

Anamnesi

Dal punto di vista anamnestico non abbiamo elementi patognomonici della spondilolisi/listesi nel soggetto adulto in quanto i sintomi sono sovrapponibili al *low back pain*. Diversamente,[12] nel bambino/adolescente, l'anamnesi riveste un ruolo molto importante: storia di trauma o di carichi ripetuti in estensione in un soggetto sportivo devono far sospettare questo quadro. Anche nel soggetto anziano abbiamo elementi dell'anamnesi ed esame fisico rilevanti, infatti la presenza di segni e sintomi neurologici può essere dovuta ad una stenosi secondaria a spondilolistesi. [13]

Uno studio di Therriault del 2020 [14], fornisce un *cluster* utile per il *rule out* in fase anamnestica basandosi su tre variabili del paziente: sesso maschile, differenza tra dolore a riposo ed in movimento, dolore in estensione lombare. Il cluster prevede che l'assenza di 2 o 3 di queste variabili determini una sensibilità rispettivamente del 88 e 98% con la quale il clinico può escludere una spondilolistesi.

Esame clinico

Vari test sono presenti in letteratura ma i valori psicometrici sono ancora discussi. Una revisione sistematica del 2011 [15], esamina 11 differenti test: la maggior parte di essi hanno elevata specificità e bassa sensibilità, solo il *Passive lumbar extension test* mostra buoni valori (Sp. 90%, Sn 84%, +LR 8.8) per la diagnosi di instabilità radiologica. Tuttavia, questo test presenta due criticità: in primis non è ancora stato validato ed inoltre permette la diagnosi di instabilità

radiologica che, peraltro, sappiamo non essere correlata ad instabilità clinica. In letteratura si riporta anche buoni valori per quanto riguarda il segno dello scalino, considerato un indizio utile per sospettare spondilolistesi (LR+ 7.43; LR- 0.21) [16]. Pertanto, l'esame fisico da solo non permette la diagnosi di spondilolisi/listesi ma riveste comunque un ruolo fondamentale nella raccolta degli *impairment* del paziente al fine di impostare un trattamento specifico.

Imaging

Per anni il Gold standard diagnostico per la spondilolisi sono state le radiografie in proiezioni oblique, in quanto veniva ricercato un segno patognomonico detto *Scottie dog sign*. Ad oggi TAC e RM rivestono un ruolo cruciale nell'identificazione della lesione offrendo anche informazioni sulla stadiazione temporale permettendo una diagnosi precoce di frattura evidenziando la presenza edema osseo livello dei peduncoli. [9]

Le Rx laterali sono invece sufficienti per la diagnosi di spondilolistesi mostrando non solo lo scivolamento della vertebra ma anche eventuali fenomeni degenerativi. Vengono ancora oggi utilizzate Rx dinamiche ricercando differenze di mobilità del segmento olistesico come segno di instabilità radiografica [17] nonostante quest'ultima non sia correlata con quadri di instabilità clinica. Anche in questo caso la Tc offre maggior accuratezza nell'identificare la patologia. La risonanza magnetica risulta fondamentale in caso di segni e sintomi neurologici poiché permette di identificare eventuali compressioni radicolari, stenosi o compressioni del sacco durale.

1.6 Biomeccanica

Sebbene per anni spondilolisi e spondilolistesi siano state considerate condizioni sinonimo di instabilità, ad oggi questa teoria viene smentita da diversi studi dai quali emerge una riduzione complessiva del movimento osteocinematico lombare in soggetti con spondilolisi/listesi se paragonati a soggetti sani. Nello specifico lo studio di Schneider et al.[18] analizzava le radiografie dinamiche di 13 soggetti con spondilolistesi istmica bilaterale di grado I-II, mostrando come solo uno di essi presentasse un aumento della traslazione del segmento olistesico. Altro studio a conferma è quello di Axelsson P et al. [19] nel quale non si evidenzia nessuna differenza nella mobilità intervertebrale tra soggetti con spondilolistesi e sani.

1.7 Storia naturale

Per quanto riguarda la storia naturale, lo studio di riferimento è quello di Beutler et al. [20] in cui sono stati coinvolti 500 bambini con spondilolisi con o meno listesi seguiti fino all'età di

45 anni con follow-up radiologici e clinici. I soggetti con spondilolisi di grado I-II bilaterale non mostravano differenze in termini di dolore, disabilità e qualità di vita rispetto alla popolazione generale. Il rischio di progressione a spondilolistesi sembrerebbe legato alla bilateralità del difetto; infatti, difetti unilaterali non progredivano in spondilolistesi. Dall'analisi dei soggetti che hanno invece sviluppato uno scivolamento, emergono alcuni fattori di rischio tra cui: insorgenza durante il picco di crescita, scivolamento alla prima visita superiore al 20-30% e degenerazione discale.

Per quanto riguarda la spondilolistesi degenerativa, quindi tipica del soggetto adulto, lo studio di Enyo Y et al. [21] identifica tra i fattori di rischio dello scivolamento il sesso femminile, flessioni ripetute di colonna e sagittalizzazione delle faccette. Sono anche presentati fattori protettivi come la formazione di osteofiti, sclerosi del piatto tibiale, perdita di spessore del disco ed ossificazione dei legamenti.

Infine, l'associazione tra *low back pain* e spondilolisi/listesi non è sostenuta da alcuno studio in letteratura per quanto riguarda la popolazione adulta. Al contrario, per quanto riguarda bambini e adolescenti, questa condizione è considerata causa di mal di schiena.[22] Nell'anziano invece, la spondilolistesi è associata in maniera statisticamente significativa alla presenza di sintomi neurologici ma non di *LBP*. [23]

1.8 Trattamento

Il trattamento della spondilolisi e spondilolistesi varia a seconda della tipologia di paziente e del quadro clinico. In primo luogo, occorre distinguere il paziente in base alla presenza o meno di segni e sintomi neurologici indagati mediante l'esame neurologico. In caso di positività l'approccio sarà conservativo eccetto che in presenza di sintomi severi, ingravescenti o refrattari al trattamento (sei mesi), condizione per la quale sarà necessaria la chirurgia.[24] Tra le indicazioni chirurgiche troviamo anche quadri di stenosi radiografica avanzata o spondilolistesi >50 % nei bambini e adolescenti. Tra gli interventi citati in letteratura si trovano interventi di artrodesi e decompressione con o senza fusione. Ad oggi il gold standard rimane la chirurgia a cielo aperto anche se la chirurgia mininvasiva sembrerebbe garantire risultati equiparabili offrendo svariati vantaggi al paziente, tra cui ad esempio un minor tempo chirurgico e minor degenza. [25].

Per quanto riguarda il trattamento conservativo del soggetto adulto con spondilolistesi occorre sottolineare nuovamente tre aspetti: in primo luogo si devono individuare quadri con segni e

sintomi neuropatici periferici ed eventualmente trattarli in modo specifico. Inoltre, non potendo affermare l'associazione tra *low back pain* e spondilolisi e listesi, [22] l'intervento avrà come obiettivo di ridurre la sintomatologia dolorosa indipendentemente dai reperti radiografici. Ed infine, come già riportato, è stata abbandonata la teoria secondo cui la spondilolistesi è sinonimo di ipermobilità dei segmenti interessanti [19]; pertanto, il trattamento non sarà più rivolto alla ricerca di stabilizzazione. Concludendo, il trattamento conservativo nel soggetto adulto sarà sovrapponibile alla gestione del *low back pain* non specifico mantenendo come obiettivi la riduzione del dolore, la qualità e quantità di ROM, l'aumento della capacità di carico ed il ritorno al lavoro e sport. Oltre agli interventi proposti, l'educazione del paziente adulto gioca un ruolo importante al fine di rassicurarlo sull'evoluzione della patologia sottolineando i fattori protettivi,[21] la bassa probabilità di progressione dello scivolamento comunque non associata ad un peggioramento dei sintomi.

In accordo con la prevalenza riportata in letteratura, la spondilolisi interessa maggiormente bambini e adolescenti, in particolare sportivi e maschi. Pertanto, anche il trattamento sarà più specifico. Occorre sottolineare che, al contrario del soggetto adulto, questa condizione è considerata causa di *low back pain* nel giovane, dunque, anche il trattamento sarà più mirato. Giovani sportivi con spondilolisi sono solitamente trattati con riposo dall'attività sportiva, gestione del dolore e rinforzo progressivo. Anche in questo caso il trattamento è conservativo ad eccezione di importanti reperti radiografici, severità dei sintomi e persistenza clinica e radiografica oltre i sei mesi. [12]

1.9 Obiettivo della revisione

L'obiettivo della revisione è quello di ricercare le strategie di trattamento conservativo della spondilolisi e della spondilolistesi sintomatiche in soggetti sportivi giovani e adulti al fine di identificare il ruolo del fisioterapista nella gestione del paziente con questa patologia.

Nello specifico verranno analizzati tutti gli interventi conservativi presenti valutandone posologia ed efficacia: gli *outcome* indagati saranno clinici e/o radiologici nonostante la relazione tra guarigione radiologica e clinica sia dibattuta. Infatti, sebbene la completa risoluzione dal punto di vista radiografico sia un obiettivo del trattamento, non mancano casi di pazienti che raggiungono una guarigione clinica pur non avendo raggiunto una completa unione ossea.[26]

2. MATERIALI E METODI

Per realizzare questo studio si è deciso di fare riferimento alle linee guida per il reporting di revisioni sistematiche PRISMA Statement 2020 (Appendice).

2.1 Review question

Il quesito clinico si pone l'obiettivo di individuare quali sono le evidenze presenti in letteratura riguardo il trattamento conservativo della spondilolisi e listesi nei soggetti sportivi giovani e adulti sintomatici ponendo come misure di outcome: dolore, funzione e return to sport/ return to play.

2.2 Banche dati analizzate

Per la stesura della revisione sistematica sono state consultate le seguenti banche dati: Pubmed, PEDro. La ricerca si è conclusa a Gennaio 2023.

2.3 Parole chiave utilizzate

Partendo dalla *review question* e dal modello PICO sono state individuate le parole chiave per effettuare la ricerca. Le stringhe di ricerca sono state elaborate mediante il collegamento delle parole chiave (MeshTerms), dei relativi sinonimi e dei termini liberi attraverso gli operatori booleani "OR" e "AND". I termini sono stati scelti e collegati in modo tale da rendere le stringhe di ricerca sensibili. Non sono stati applicati filtri di ricerca per garantire la sensibilità di ricerca. Tra gli outcome indagati troviamo: dolore, funzione, return to sport e return to play (RTS, RTP).

2.4 Keyword e stringa di ricerca utilizzata per PubMed

KEY WORD PUBMED

	Mesh terms	Termini liberi
Population	<ul style="list-style-type: none"> • Spondylolisthesis • Olisthesis • Spondylolysis 	<ul style="list-style-type: none"> • Spondylolyses • Spondylolistheses • Olistheses • Lysis • Listhesis
Intervention	<ul style="list-style-type: none"> • Physical therapy modalities • Rehabilitation • Conservative treatment • Exercise • Resistance training • Exercise therapy • Endurance training • Muscle stretching exercise • Hydrotherapy • Musculoskeletal manipulation 	<ul style="list-style-type: none"> • Conservative management* • Conservative therap* • Conservative treatments • Exercise therapies • Rehabilitation exercis* • Physical therap* • Strength training • Physiotherapy • Rehab • Rehabilitation • Strength
Outcome	<ul style="list-style-type: none"> • Return to sport • Pain measurement • Recovery of function 	<ul style="list-style-type: none"> • Return to sports • Return to sport activity • Return to play • Pain intensity • Pain assessment • Function recovery • Function • Sport activity • Activities

Tabella 1: KEYWORDS di ricerca PUBMED

STRINGA DI RICERCA PUBMED

```
(["Spondylolisthesis"[MeSH Terms] OR "Spondylolisthesis"[Title/Abstract] OR "Spondylolysis"[MeSH Terms] OR "Spondylolisthesis"[Title/Abstract] OR "Olisthesis"[Title/Abstract] OR "Spondylolysis"[Title/Abstract] OR "spondylolyses"[Title/Abstract] OR "spondylolistheses"[Title/Abstract] OR "Olistheses"[Title/Abstract] OR "lysis"[Title/Abstract] OR "listhesis"[Title/Abstract]) AND ("physical therapy modalities"[MeSH Terms] OR "Rehabilitation"[MeSH Terms] OR "conservative treatment"[MeSH Terms] OR "exercise"[MeSH Terms] OR "resistance training"[MeSH Terms] OR "exercise therapy"[MeSH Terms] OR "endurance training"[MeSH Terms] OR "muscle stretching exercises"[MeSH Terms] OR "hydrotherapy"[MeSH Terms] OR "musculoskeletal manipulations"[MeSH Terms] OR "physical therapy modalities"[Title/Abstract] OR "Rehabilitation"[Title/Abstract] OR "conservative treatment"[Title/Abstract] OR "exercise"[Title/Abstract] OR "resistance training"[Title/Abstract] OR "exercise therapy"[Title/Abstract] OR "endurance training"[Title/Abstract] OR "muscle stretching exercises"[Title/Abstract] OR "hydrotherapy"[Title/Abstract] OR "musculoskeletal manipulations"[Title/Abstract] OR "conservative management"[Title/Abstract] OR "conservative managements"[Title/Abstract] OR ("conservancies"[All Fields] OR "conservancy"[All Fields] OR "conservancy s"[All Fields] OR "conservation"[All Fields] OR "conservational"[All Fields] OR "conservations"[All Fields] OR "Conservative"[All Fields] OR "conservatively"[All Fields] OR "conservatives"[All Fields] OR "conserve"[All Fields] OR "conserved"[All Fields] OR "conserves"[All Fields] OR "conserving"[All Fields]) AND "tratments"[Title/Abstract]) OR "conservative therapy"[Title/Abstract] OR "conservative therapie"[Title/Abstract] OR "exercise therapies"[Title/Abstract] OR "rehabilitation exercise"[Title/Abstract] OR "rehabilitation exercises"[Title/Abstract] OR "physical therapy"[Title/Abstract] OR "physical therapies"[Title/Abstract] OR "strength training"[Title/Abstract] OR "Physiotherapy"[Title/Abstract] OR "rehab"[Title/Abstract] OR "Rehabilitation"[Title/Abstract] OR "strenght"[Title/Abstract]) AND ("return to sport"[MeSH Terms] OR "pain measurement"[MeSH Terms] OR "recovery of function"[MeSH Terms] OR "return to sport"[Title/Abstract] OR "return to sports"[Title/Abstract] OR "pain measurement"[Title/Abstract] OR "recovery of function"[Title/Abstract] OR "return to sport activity"[Title/Abstract] OR "return to play"[Title/Abstract] OR "pain intensity"[Title/Abstract] OR "pain assessment"[Title/Abstract] OR "function recovery"[Title/Abstract] OR "function"[Title/Abstract] OR "sport"[Title/Abstract] OR "activity"[Title/Abstract] OR "activities"[Title/Abstract])"
```

TOT: 500 records

Tabella 2: stringa di ricerca PubMed

2.5 Ricerca su PEDro

La ricerca su Pedro è stata effettuata tramite la modalità *simple search* inserendo le due parole chiave “spondylolisthesis” e “spondylolysis” separatamente generando rispettivamente 39 e 11 risultati per un totale di 50 records.

2.6 Time stamp

Nella seguente tabella è riportata la data in cui è stata effettuata l’ultima ricerca.

DATABASE	RECORDS	TIME STAMP
MEDLINE	500 records	10/01/2023
PEDro	50 records	10/01/2023

Tabella 3: Time Stamp

2.7 Criteri inclusione ed esclusione

In questa revisione sono stati selezionati studi che rispondessero ai seguenti **criteri di inclusione** :

Partecipanti	Tipologie di studi	Tipologie di interventi	Tipologie di outcome
<ul style="list-style-type: none"> • Soggetti sportivi • Et� < 60 anni • Spondilolisi e/o listesi di qualsiasi grado (Meyerding classification) • Spondilolisi e/o listesi di tipo I-II-III-IV secondo Wiltse e Rothman • In presenza di diagnosi supportata da esami strumentali (Rm, Rx, Tc) • Soggetti con LBP e/o limitazione funzionale. 	<p>Studi osservazionali, studi sperimentali randomizzati controllati (RCT), linee guida che indagano e/o confrontano l’efficacia della terapia conservativa non farmacologica nel trattamento di spondilolisi e listesi.</p> <p>Studi in lingua inglese o italiana</p>	<p>Sono stati inclusi studi che indagano interventi terapeutici attivi e passivi come programmi di riabilitazione, fisioterapia, esercizi, interventi di terapia manuale, terapie fisiche strumentali e applicazioni non invasive.</p>	<p>Verranno incluse tutte le misure di outcome radiologici ed inerenti alla sfera del dolore, funzione e RTS/ RTP.</p>

Tabella 4: Criteri inclusione degli studi

Contemporaneamente, sono stati applicati i seguenti **criteri di esclusione**:

Partecipanti	Tipologie di studi	Tipologie di interventi	Tipologie di <i>outcome</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Soggetti non sportivi • Et� > 60 anni • Soggetti con diagnosi di stenosi centrale o laterale • Soggetti con segni e sintomi neuropatici • Soggetti precedentemente sottoposti a chirurgia vertebrale • Soggetti con spondilolisi/ listesi di tipo V e VI secondo Wiltse e Rothman 		<p>Sono stati esclusi tutti gli studi che indagano l'efficacia di tecniche non conservative, farmacologiche o infiltrative.</p>	

Tabella 5: Criteri esclusione degli studi

2.8 Processo di selezione degli studi

Dal totale dei risultati,   iniziato il processo di screening per identificare gli articoli da analizzare e includere nella revisione. Grazie al software Rayyan sono stati ordinati e raccolti gli articoli ottenuti con i database utilizzati. In primis sono stati eliminati i duplicati tramite una funzione del software e successivamente sono stati esaminati i titoli applicando i criteri di inclusione ed esclusione. In seguito, gli articoli rimasti sono stati sottoposti alla lettura di abstract ed infine full text giungendo quindi alla selezione definitiva.

2.9 Valutazione risk of bias

Gli studi selezionati sono stati poi sottoposti al processo di critical appraisal tramite la scala di valutazione ROBINS-I [27] sviluppata per valutare gli effetti di uno o più trattamenti all'interno di studi non randomizzati. Questo strumento è composto da 7 items su cui si basa la valutazione metodologica di ogni singolo studio:

- Confounding bias,
- Selection bias,
- Bias in classification of interventions,
- Bias due to deviations from intended interventions,
- Bias due to data missingness,
- Bias in measurement of outcomes,
- Bias in selection of the reported result.

3 RISULTATI

3.1 Selezione degli studi

La ricerca è stata effettuata sulle banche dati PubMed e PEDro con le modalità precedentemente riportate, producendo un totale di 550 risultati (500 PubMed e 50 PEDro). È stato poi utilizzato Rayyan per la selezione degli studi. Inizialmente sono stati rimossi 27 duplicati, ottenendo quindi 523 risultati. A questo punto sono stati applicati i criteri di inclusione ed esclusione dapprima al titolo poi al abstract qualora il titolo risultasse coerente con lo scopo della ricerca. A seguito della lettura di titolo ed abstract sono stati quindi esclusi 514 records, giungendo quindi a 9 studi da sottoporre alle analisi finali. A questi sono stati aggiunti 3 articoli provenienti dalla letteratura grigia all'interno delle bibliografie e ritenuti possibilmente idonei. Di questi 12 articoli sottoposti alla lettura del full text, 10 sono stati inclusi nella presente revisione mentre due sono stati esclusi perché non coerenti alla review question in termini di partecipanti e outcome.

Al termine della selezione, 10 studi sono risultati idonei alla stesura della revisione e sono:

- Nonoperative Treatment of Symptomatic Spondylolysis. [28]
- Management of lumbar spondylolysis in the adolescent athlete: a review of over 200 cases. [29]
- Conservative treatment of lumbar spondylolysis in young soccer players. [30]
- Conservative treatment of spondylolysis involving exercise initiated early and sports activities resumed with a lumbar-sacral brace. [31]
- Timing of Physical Therapy Referral in Adolescent Athletes with Acute Spondylolysis: A Retrospective Chart Review. [32]
- Rates of Return to Sports and Recurrence in Pediatric Athletes after Conservative Treatment for Lumbar Spondylolysis. [33]
- Returning athletes with severe low back pain and spondylolysis to original sporting activities with conservative treatment. [34]
- Defects of Pars Interarticularis in Athletes: A Protocol for Nonoperative Treatment. [35]
- Nonoperative treatment of active spondylolysis in elite athletes with normal X-ray findings: literature review and results of conservative treatment. [36]
- Effect of Sports Modification on Clinical Outcome in Children and Adolescent Athletes with Symptomatic Lumbar Spondylolysis. [37]

A seguire viene riportata la Flowchart riassuntiva del processo di selezione degli studi, realizzata mediante il PRISMA Flow Diagram tool [38].

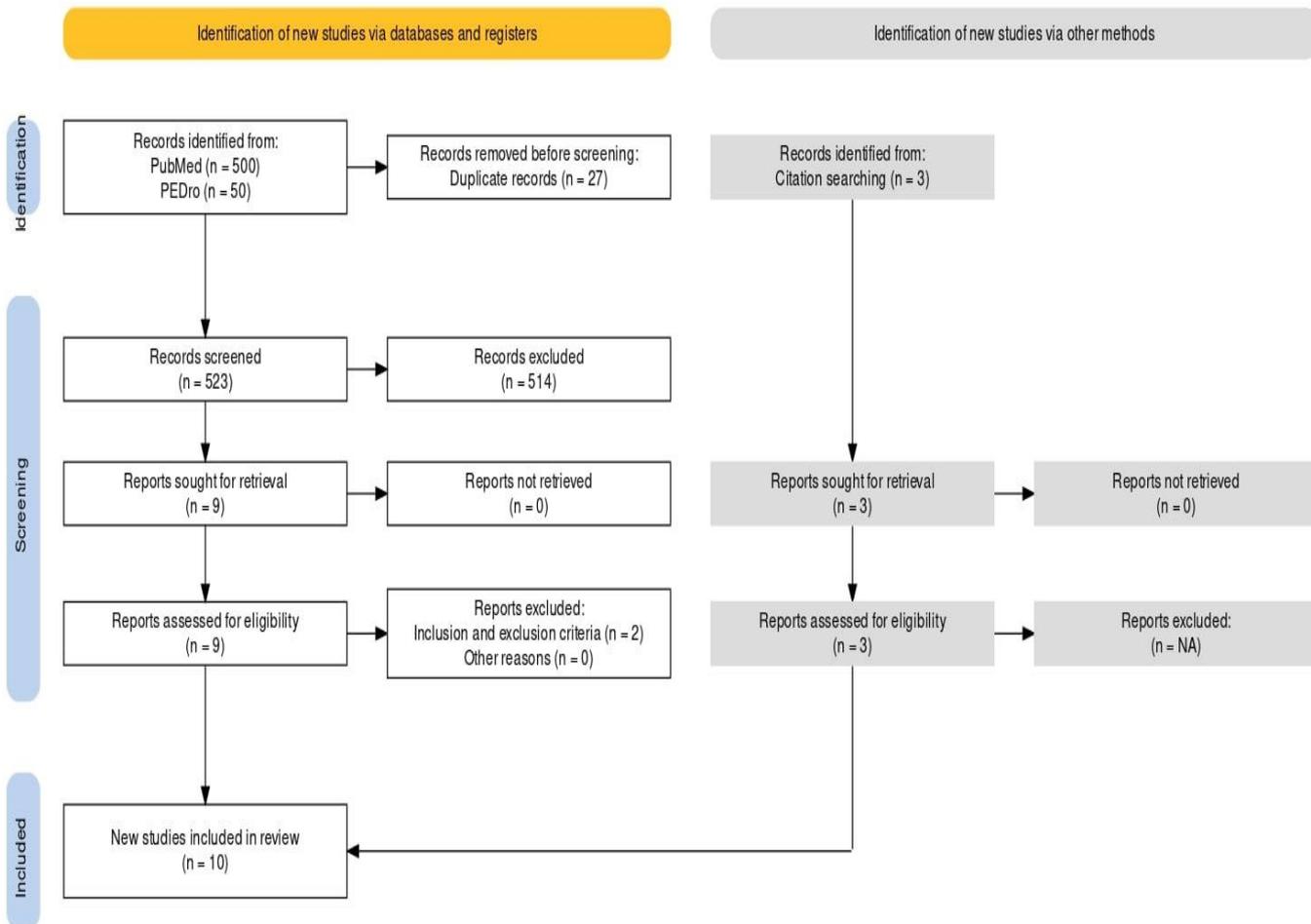


Fig.2 Selezione degli studi: PRISMA 2020 Flow-diagram

3.2 Caratteristiche degli studi

Le principali caratteristiche dei 10 studi selezionati vengono riassunte nella tabella sottostante.

AUTORE	TIPO DI STUDIO E OBIETTIVO	POPOLAZIONE	INTERVENTO	OUTCOME	RISULTATI
Kurd et al. (2007) [28]	Case series retrospettivo Valutare outcome clinici tra cui RTS in pazienti sportivi con spondilolisi sintomatica trattati conservativamente e con ortesi, interruzione attività sportiva e fisioterapia.	436 adolescenti sportivi (225 M, 181 F), età media 13.96 anni con spondilolisi sintomatica diagnosticata.	Interruzione attività sportiva; Ortesi toracolumbare (TLSO) continuativa per 3 mesi. Svezzamento da ortesi e programma di fisioterapia specifico per ogni soggetto, non specificato.	Modified Odom's Criteria: Eccellent: ritorno a condizione pre-lesione Good: minima persistenza di sintomi Fair: minimo sollievo dal trattamento Poor: non miglioramenti Dolore in estensione lombare; ROM in estensione lombare; Rigidità hamstrings.	415 pazienti (95%): excellent in media dopo 27.71 mesi; 21 pazienti (5%): good con LBP occasionale 433 pazienti tornati al livello pre-infortunio. No limitazione in estensione lombare; No rigidità hamstrings
Choi et al. (2022) [29]	Case series retrospettivo Indagare un algoritmo di trattamento conservativo per giovani atleti con spondilolisi sintomatica in relazione ad outcome clinici.	201 atleti adolescenti (139 M, 61 F), età 10-19 anni, con diagnosi di spondilolisi.	Interruzione attività sportiva, ortesi TLSO 23h/die, bone stimulator per 3 mesi dopo diagnosi. 6 settimane di fisioterapia (esercizi rinforzo core).	Guarigione ossea (TC a 3 mesi) RTS;	49.8% ha raggiunto guarigione ossea ma 197 pazienti (98%) sono tornati al livello prelesione; 37 pazienti (18.4%) sottoposti a terapia infiltrativa cortisonica. 1 paziente sottoposto a chirurgia;

					<p>Non associazione tra guarigione ossea e RTS (p 0.9418).</p> <p>48 soggetti hanno sviluppato spondilolistesi (46 sei quali di grado I).</p>
Diaz et al. (2011) [30]	<p>Retrospective case series</p> <p>Riportare gli outcome clinici di giovani calciatori con spondilolisi sottoposti a trattamento conservativo.</p>	34 giocatori di calcio maschi, età media 15.7 con spondilolisi.	<p>Interruzione attività sportiva e fisioterapia per 3 mesi:</p> <p>rinforzo addominale, core stability, stretching hamstrings e rotazioni di tronco pain-free.</p> <p>+ TLSO nei soggetti sintomatici nelle ADL</p> <p>Se a 3 mesi persistevano sintomi e/o SPECT positiva si proseguiva con altri 3 mesi di fisioterapia.</p>	<p>A 2 anni di follow-up, stadiazione in 4 gradi:</p> <p>Excellent: no sintomi durante esercizi vigorosi;</p> <p>Good: minimi sintomi durante esercizi vigorosi;</p> <p>Fair: dolore e riduzione performance;</p> <p>Poor: impossibilità al RTS</p>	<p>Excellent: 28 pazienti (82%).</p> <p>Good: 4 (12%).</p> <p>Fair: 1 (3%).</p> <p>Poor 1 (3%).</p> <p>Non chiara l'importanza del TLSO</p> <p>Gli autori raccomandano almeno 6 mesi e una SPECT negativa per il RTS</p>
Nakashima et al. (2020) [31]	<p>Studio di coorte prospettico</p> <p>Valutare guarigione ossea in pazienti con very early e early stage spondilolisi trattati con ortesi rigida ed esercizio precoce.</p>	<p>45 pazienti sportivi (M 38 F 7), < 18 aa, età media 13.7 con spondilolisi sintomatica:</p> <p>Very early stage (12)</p> <p>Early stage (33).</p> <p>Baseball (33.3%)</p> <p>Soccer (15.6%)</p> <p>Basketball (13.3%)</p> <p>Judo (11.1%)</p> <p>Altro (26.7%)</p>	<p>Interruzione attività sportiva, ortesi lombosacrale per limitare estensione, esercizi progressivi.</p> <p>Baseline: esercizi isometrici del tronco+ stretching hamstring+ ortesi 24H;</p> <p>4 w: +esercizi aerobici;</p> <p>6 w: jogging e inizio svezzamento ortesi in casa;</p> <p>10 w: sprint, attività sport</p>	<p>Outcome radiografici:</p> <p>Guarigione ossea in imaging: valutazione alterazione segnale in sequenze t2 pesate in RM e unione ossea alla TC al baseline, a 6,12,18 settimane.</p>	<p>Nei pazienti trattati in very early stage (12) l'alterazione di segnale in RM è scomparsa in una media di 4.3 mesi. La guarigione ossea in TC è stata raggiunta nel 100% dei casi.</p> <p>Nei pazienti trattati in early stage (33) l'alterazione del segnale in RM è scomparsa in una media di 5.2 mesi</p>

			specifiche con ortesi; 12 w: se guarigione ossea rimozione ortesi e ritorno allo sport.		mentre la guarigione ossea in TC è stata raggiunta nel 93.9% dei casi: 2 soggetti non hanno raggiunto l'obiettivo, ma non hanno rispettato al protocollo. 43 pazienti sono tornati al loro sport, non è specificato il livello raggiunto.
Selhorst et al. (2017) [32]	Case series retrospettivo Valutare se il tempo trascorso tra esordio ed inizio fisioterapia influenzi il RTS; valutare la sicurezza di un precoce intervento fisioterapico in pazienti con spondilolisi/listesi acuta.	196 atleti adolescenti (M 112 F 84), età media 14.3 anni, sportivi con diagnosi di spondilolisi/listesi acuta tramite SPECT o RM. Suddivisi in: Intervento precoce entro 10 w (64); Intervento conservativo dopo 10w (120)	Programmi di fisioterapia simili nei due gruppi: 2 sedute settimanali incentrate su mobilità, flessibilità, rinforzo core e arti. Nella fase terminale focus su esercizi sport specifici. I pazienti sono stati educati ad eseguire esercizi domiciliari. 83% dei pazienti hanno utilizzato ortesi lombare o TLSO.	Tempo per RTS e valutazione della sicurezza di intervento calcolando frequenza reazioni avverse.	Non differenze significative (p 0.0393) nel RTS tra i due gruppi: precoce 91% vs conservativo 95%. Il 100% dei pazienti che hanno concluso il programma fisioterapico sono tornati allo sport. Differenza significativa nei giorni necessari al RTS tra i due gruppi (p 0.02): precoce 115.5 vs conservativo 140. Nessuna differenza tra i due gruppi per quanto riguarda gli effetti avversi.
Kasamasu et al. (2022) [33]	Case series retrospettivo Confrontare due approcci conservativi	180 pazienti sportivi (M 147 F 33) 6-18 anni con spondilolisi lombare	BU: interruzione attività sportiva e ortesi rigida+ fisioterapia (flessibilità arti inferiori, mobilità	BU: guarigione ossea valutata tramite TC dopo 3-6 mesi.	BU: RTS raggiunto in 94 dei 95 pazienti (98.9%) in una

	(bony union e pain management) nel trattamento di giovani atleti con spondilolisi, valutando il RTS ed eventuali recidive.	diagnosticata con Rx, Tc e Rm. Suddivisi in due gruppi: Bony union: pazienti trattati in early o progressive stage (95) Pain management: pazienti in late progressive o terminal stage. (85).	toracica e rinforzo core). Dopo il raggiungimento di guarigione ossea, progressione esercizi sport specifici e RTS. PM: corsetto elastico, fisioterapia e gestione dolore. Sport concesso a tolleranza e RTS in base a sintomo.	RTS e recidive. PM: RTS e recidive	media di 4.7 mesi. PM: RTS raggiunto in 83 di 85 pazienti (97.6%) in media dopo 1.8 mesi. Vi è una differenza significativa nel tempo necessario per RTS (p<0.01) RTS non raggiunto in 3 pazienti, di cui solo 1 per motivi legati alla sintomatologia. Dei 177 soggetti tornati allo sport, 11 hanno avuto una recidiva: 7 (7.4%) appartenenti al BU, 4 (4.8%) al PM rispettivamente e dopo una media di 19 e 17.8 mesi.
Iwamoto et al. (2004) [34]	Studio osservazionale prospettico Valutare efficacia trattamento conservativo nei soggetti sportivi con spondilolisi sintomatica in termini di RTS.	104 pazienti sportivi con LBP e spondilolisi (M 96 F 8), età media 20.7 (12-60). Frequenza attività sportiva da qualche giorno al mese fino a professionisti. Suddivisi anche in base a gravità LBP da 0 a 4, da no LBP durante sport ad interruzione attività per LBP. 40 soggetti (38.5%) costretti ad interrompere attività sportiva per sintomi.	I 40 soggetti con sintomatologia grave sono stati sottoposti a trattamento conservativo: interruzione attività e ortesi rigida fino a risoluzione dei sintomi. A questo punto svezzati da ortesi e sottoposti ad allenamenti individuali per il RTS.	RTS	35/40 (87.5%) sono tornati al loro sport in media dopo 5.4 mesi di trattamento. Con una riduzione del LBP da 3.2 a 1.7. 5 (12.5%) soggetti non sono tornati alla loro attività di cui 2 per persistenza dei sintomi, 1 sottoposto a chirurgia e 2 per motivi

					personali non legati a sintomatologia .
Blanda et al. (1993) [35]	Case series retrospettivo Riportare i risultati di uno specifico protocollo di trattamento per atleti con spondilolisi/listesi .	82 pazienti sportivi di età ≤ 20 anni. Di questi, 62 pazienti con spondilolisi (M 53, F 9); 20 con spondilolistesi associata (M 13, F 7).	Inizialmente trattati con interruzione attività sportiva, ortesi rigida per 2-6 mesi (in media 3.5). Esercizi di tilt pelvico, rinforzo core e stretching hamstrings iniziati con paziente asintomatico durante ADL. Una volta asintomatici durante iperestensioni lombari, i pz sono stati svezziati dall'ortesi. Per una durata complessiva del trattamento ≥ 6 mesi	Outcome clinici, pazienti classificati in: Excellent: paziente asintomatico, tornato al livello per lesione. Good: paziente migliorato ma con sintomi occasionali durante attività sportiva. Fair: sintomi presenti durante attività sportiva, < 6 antidolorifici al mese. Poor: esame fisico evoca sintomo in iperestensione, dolore nelle ADL o ricorso a chirurgia.	62 soggetti con spondilolisi dopo un follow-up medio di 4.2 anni: Excellent 52 (84%), Good 8 (12%), Fair 2 (4%). 9 sottoposti a chirurgia per aver sviluppato spondilolistesi. 20 soggetti con spondilolistesi istmica dopo un follow-up medio di 3.2 anni: 12 sottoposti a chirurgia. Mostrando un successo dell'intervento conservativo in 82% dei soggetti con spondilolisi e 40% dei soggetti con associata spondilolistesi. Gli autori sostengono che la guarigione ossea in imaging non sia necessaria per ottenere buoni risultati clinici.
Sys et al. (2001) [36]	Case series retrospettivo Osservare qualsiasi	28 pazienti sportivi di elite, età media 17.2 anni (12-27) con diagnosi di spondilolisi.	Tutti i soggetti trattati con ortesi "Boston Overlap Brace" 23 h/giorno.	Outcome radiografici: TC per valutare la guarigione	Dopo una media di 13.2 mesi, la TC mostrava una guarigione completa

	<p>differenza nella guarigione radiologica e clinica tra pazienti con spondilolisi unilaterale e bilaterale trattati conservativamente.</p>	<p>Dopo insorgenza (in media 11.7 settimane) sono stati sottoposti a Rx oblique, Tc e SPECT per una precoce diagnosi di frattura da stress. Suddivisi in tre gruppi: lesioni unilaterali, bilaterali e pseudo-bilaterali.</p>	<p>per una media di 15.9 w. L'ortesi veniva rimossa un mese dopo l'ultima scintigrafia negativa (effettuate a 2,4,6 mesi).</p> <p>Stretching hamstrings, rinforzo core, tilt pelvici iniziati quando il paziente diventava asintomatico nelle ADL.</p>	<p>ossea della frattura.</p> <p>Outcome clinici: stadiazione di Steiner e Micheli in relazione al RTS: excellent, good ,fair, poor.</p>	<p>bilaterale in 16 atleti, unilaterale in 7 ed una mancata guarigione in 5 atleti. Mostrando peraltro una differenza significativa ($p<0.05$) nel processo di guarigione a favore di lesioni unilaterali rispetto a bilaterali e pseudo-bilaterali.</p> <p>Dallo studio emerge che la guarigione ossea non sembra correlata alla precocità della diagnosi.</p> <p>Outcome clinici:</p> <p>Excellent: 23 atleti (82.2%); Good: 3 atleti (10.7%); Fair: 2 atleti (7.1%). Non differenze significative tra i 3 gruppi.</p> <p>25 atleti (89.3%) sono tornati al livello pre-lesione in una media di 5.5 mesi. Non differenze significative tra i 3 gruppi.</p> <p>3 atleti non sono tornati al loro sport per dolore lombare persistente (2)</p>
--	---	---	--	---	--

					e motivazioni non mediche (1).
Rassi et al. (2013) [37]	<p>Studio di coorte retrospettivo</p> <p>Indagare se e come la modifica dell'attività sportiva possa influenzare gli outcome clinici in bambini ed adolescenti con spondilolisi sintomatica.</p>	<p>132 atleti (M 78, F 54), età compresa tra 7-18 anni (media 13) con spondilolisi sintomatica riscontrata in Rx e/o SPECT.</p> <p>Sono stati esclusi pazienti con spondilolistesi.</p> <p>79.5%: spondilolisi bilaterali; 20.5% spondilolisi unilaterali.</p> <p>Gruppo 1: 86 pazienti hanno interrotto l'attività sportiva per un periodo \geq a 3 mesi; Gruppo 2: 46 per un periodo \leq a 3 mesi.</p>	Vari interventi conservativi: interruzione attività sportiva, fisioterapia non specificata.	<p>Outcome clinici in riferimento al ritorno allo sport: Excellent: no sintomi durante esercizi vigorosi; Good: minimi sintomi durante esercizi vigorosi; Fair: dolore e riduzione performance; Poor: impossibilità al RTS</p> <p>Outcome radiografici: guarigione ossea Rx.</p>	<p>Risultati clinici Excellent: 48 (36.5%) Good: 74 (56.1%) Fair: 6 (4.5%) Poor: 4 (3%).</p> <p>Differenza statisticamente significativa nel raggiungimento del risultato excellent tra il gruppo 1 (50%) e il gruppo 2 (10%) ($p < 0.05$).</p> <p>I pazienti che hanno interrotto lo sport per almeno 3 mesi avevano una probabilità 16.39 volte superiore di raggiungere il risultato excellent.</p> <p>La guarigione radiologica è stata raggiunta solo nel 35% dei pazienti; pertanto, non è correlata agli outcome clinici.</p>

Tab 6: Tabella sinottica degli studi.

LBP: Low back pain; TLSO: Ortesi toraco-lombo-sacrale; RTS: Return to sport; SPECT: Single Photon Emission Computed Tomography

Riassumendo, gli articoli selezionati sono tutti e 10 osservazionali che indagano gli effetti del trattamento conservativo in pazienti sportivi con spondilolisi e/o listesi, analizzando outcome

clinici e/o radiologici. In molti studi il RTS è stato valutato facendo riferimento alla classificazione secondo Steiner e Micheli [39] in cui i risultati sono excellent, good, fair, poor in relazione alla presenza o meno di sintomatologia e alla performance raggiunta rispetto alla condizione pre-infortunio.

Lo studio di Kurd [28] comprende 436 adolescenti sportivi, di livello non specificato, di età compresa tra 9-18 anni con spondilolisi sintomatica trattati conservativamente sospendendo l'attività sportiva indossando un TLSO per 3 mesi fino alla risoluzione della sintomatologia dolorosa in estensione lombare e al ripristino del ROM. Il trattamento ha portato un successo (risultati eccellenti) nel 95% dei casi e ad un ritorno alla performance pre-infortunio in 433 pazienti.

Lo studio di Choi [24], include 201 atleti di età compresa tra i 10-19 anni trattati interrompendo lo sport, indossando un'ortesi TLSO 23 h/giorno per 3 mesi ed utilizzando un dispositivo per la stimolazione ossea per poi essere sottoposti a 6 settimane di fisioterapia. Anche in questo caso il RTS è stato raggiunto quasi nella totalità dei soggetti (98%). Dallo studio emerge che i soggetti che hanno utilizzato correttamente il Bone Stimulator hanno raggiunto una guarigione ossea alla TC in maniera significativamente superiore rispetto ai controlli. Tuttavia, non vi è correlazione statisticamente significativa tra guarigione ossea e RTS (p 0.9418).

Nello studio di Diaz [25] il campione è più ridotto; infatti, troviamo 34 calciatori maschi di età media 15.7 anni trattati sospendendo la partecipazione sportiva per 3 mesi e con fisioterapia di rinforzo core, mobilità e flessibilità pain free. I soggetti sintomatici nelle ADL dovevano indossare un'ortesi rigida. L'ultimo follow-up, a 2 anni, mostrava risultati eccellenti e buoni rispettivamente nel 82% e 12% dei partecipanti. Non è chiara l'importanza dell'ortesi rispetto alla sospensione dell'attività in quanto è vero che i soggetti che trattati con TLSO hanno raggiunto nel 100% dei casi risultati eccellenti ma è anche vero che questi erano i soggetti che hanno sospeso l'attività più a lungo.

Lo studio di Nakashima [26] ha l'obiettivo di indagare outcome radiografici in 45 soggetti sportivi di età inferiore ai 18 anni con spondilolisi in very early stage e early stage. Tutti i soggetti sono stati trattati con un protocollo unico e progressivo con esercizi fin dalle prime settimane. I soggetti trattati in very early stage hanno raggiunto la guarigione ossea alla Tc in media dopo 4.3 mesi mentre i soggetti in early stage in 5.2 mesi. Solo 2 soggetti non hanno raggiunto la risoluzione in imaging ma gli autori attribuiscono questo fallimento alla non

corretta adesione al protocollo e ad un precoce ritorno allo sport. Questo studio sottolinea l'importanza degli esercizi fin dalle prime fasi ma soprattutto della compliance del paziente.

Lo studio di Selhorst [27] comprende 196 giovani atleti trattati conservativamente con ortesi, sospensione attività sportiva e fisioterapia 2 volte a settimana. Anche in questo caso il RTS viene raggiunto nella quasi totalità dei partecipanti (>90%). Si nota che i soggetti sottoposti a fisioterapia precocemente (<10 settimane da esordio) sono in grado di tornare alla propria attività sportiva in meno tempo rispetto a chi viene trattato a partire dalla decima settimana (115.5 giorni vs 140 p 0.02). Da questo studio emerge quindi una superiorità del trattamento precoce che si è dimostrato anche sicuro non presentando differenze per quanto riguarda le reazioni avverse.

Nello studio di Kasamasu [28], 180 pazienti sportivi sono stati divisi in due gruppi di trattamento conservativo in base alla stadiazione temporale della spondilolisi. I soggetti in early e very early stage sono stati inseriti nel gruppo che mirava alla guarigione ossea, trattati con interruzione dell'attività sportiva ed ortesi rigida. I soggetti in fase progressiva o terminale sono stati trattati gestendo il sintomo dolore con un corsetto elastico e fisioterapia con carichi di lavoro e RTS a tolleranza. Gli outcome indagati erano la guarigione ossea alla Tc, RTS e recidive nel gruppo Bony union, mentre nel gruppo Pain management solo RTS e recidive. Il primo gruppo è tornato a praticare il proprio sport dopo 4.7 mesi mentre il secondo in 1.8 con una differenza statisticamente significativa tra i due. Questa differenza è data dalla necessità di indossare l'ortesi per un periodo di circa 3 mesi nel primo gruppo. Non emergono differenze significative tra i due gruppi per quanto riguarda le recidive, che peraltro sono maggiormente presenti nel gruppo più conservativo (7.4% vs 4.8%). Inoltre, gli autori sostengono che queste basse percentuali di recidiva sono dovute ai programmi riabilitativi effettuati e alla compliance dei pazienti.

Nello studio Iwamoto [29], 104 soggetti sportivi con spondilolisi di età media 20.7 anni sono stati suddivisi in base alla frequenza con cui svolgono attività sportiva e in base alla gravità del LBP con un punteggio ingravescente da 0-4. Di questi, 40 soggetti classificati con un LBP 3-4, a causa della sintomatologia hanno interrotto il loro sport e sono stati trattati conservativamente con un'ortesi rigida fino ad un miglioramento dei sintomi ed un ritorno progressivo allo sport in media dopo 5.4 mesi. Solo 5 soggetti non sono tornati allo sport tra cui 2 per motivi personali non legati a sintomi.

Lo studio Blanda [30] include 82 pazienti sportivi di età inferiore ai 20 anni di cui 62 con spondilolisi e 20 con spondilolistesi istmica. Il trattamento conservativo (> 6 mesi) prevede

l'interruzione dello sport, l'utilizzo di un'ortesi rigida (in media per 3.5 mesi) fino a risoluzione dolore nelle ADL e nelle iperestensioni lombari. Dallo studio emerge un successo terapeutico nel 84% dei soggetti con spondilolisi e del 40% nei soggetti con associata spondilolistesi poiché, di questi ultimi, 12 sono stati sottoposti a chirurgia per progressione dello scivolamento o persistenza dei sintomi.

Nello studio Sys [31], 28 atleti di elite tra i 12 e 27 anni di età con diagnosi di spondilolisi sono stati inclusi e suddivisi in tre gruppi: lesioni unilaterali, bilaterali o pseudobilaterali. Tutti i soggetti hanno interrotto la loro attività sportiva e sono stati trattati conservativamente con ortesi 23 h/giorno (in media 15.9 settimane) ed esercizi di flessibilità muscolare, mobilità pelvica e rinforzo del core. Dal punto di vista radiografico emerge una differenza statisticamente significativa per quanto riguarda la guarigione ossea in favore di lesioni unilaterali in confronto a quelle bilaterali. Dal punto di vista funzionale invece non si riscontrano differenze tra i tre gruppi, con un ritorno complessivo allo sport nel 89.3% dei soggetti in media dopo 5.5 mesi. Non si evidenziano inoltre differenze significative nella guarigione ossea in relazione tempestività della diagnosi. Lo studio sostiene quindi che non vi sia associazione tra outcome radiologici e clinici poiché la mancata consolidazione non sembrerebbe inficiare gli outcome clinici ed il RTS a breve termine.

Lo studio di Rassi [32] include 132 atleti di età inferiore ai 18 anni con spondilolisi senza spondilolistesi trattati conservativamente con lo scopo di verificare l'effetto dell'interruzione dell'attività sportiva su outcome funzionali come il RTS e radiografici come la guarigione ossea in Rx. Lo studio mostra che i soggetti che hanno interrotto la loro pratica sportiva per almeno 3 mesi avevano una probabilità 16 volte superiore di ottenere risultati eccellenti rispetto a chi non lo aveva fatto. Pertanto, emerge una differenza statisticamente significativa. Anche in questo studio non si trova una correlazione tra clinica e guarigione ossea, infatti quest'ultima è stata raggiunta solo nel 35% dei partecipanti mentre il 92.5% ha riportato risultati eccellenti o buoni ritornando al proprio sport rispettivamente senza o con sintomi lievi durante attività vigorose.

3.3 Valutazione della qualità metodologica

La valutazione della qualità metodologica degli studi è stata eseguita mediante la scala ROBINS-I e viene riportata in forma schematica.

Study	Risk of bias domains							Overall
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
Kurd (2007)								
Choi (2022)								
Diaz (2011)								
Nakashima (2020)								
Selhorst (2017)								
Kasamasu (2022)								
Iwamoto (2004)								
Blanda (1993)								
Sys (2001)								
Rassi (2015)								

Domains:
D1: Bias due to confounding.
D2: Bias due to selection of participants.
D3: Bias in classification of interventions.
D4: Bias due to deviations from intended interventions.
D5: Bias due to missing data.
D6: Bias in measurement of outcomes.
D7: Bias in selection of the reported result.

Judgement
 Critical
 Serious
 Moderate
 Low
 No information

Fig.3 Valutazione risk of bias dei 10 studi inclusi tramite ROBINS-I

Dalla valutazione mediante ROBINS-I emerge un moderato rischio di bias negli studi che peraltro sono tutti accomunati dall'assenza di gruppi di controllo e della randomizzazione. L'assenza del controllo determina un'incertezza nel determinare la causa del raggiungimento dell'outcome: in quasi tutti gli studi non si è in grado di attribuire maggior rilevanza all'utilizzo dell'ortesi o alla sospensione dell'attività come, ad esempio, nello studio di Diaz [25]. Inoltre, in molti studi vengono presentati trattamenti fisioterapici non ben specificati, come nello studio di Selhorst [27] dove i soggetti sono stati trattati da clinici differenti senza aderire ad uno specifico protocollo. Nello studio di Kurd [23], come in altri studi presentati, è presente un limite dovuto all'aderenza al programma terapeutico da parte dei partecipanti: infatti un mancato rispetto delle indicazioni fornite può distorcere i risultati ottenuti. Nello specifico, la giovane età dei partecipanti e la richiesta di indossare l'ortesi continuamente durante il giorno rendono l'aderenza al trattamento un elemento non trascurabile. Per quanto riguarda lo studio di Choi [24] uno dei limiti evidenti è la breve durata del follow-up che è sì in grado di valutare gli effetti a breve termine ma non permette l'indagine di eventuali recidive. Nello studio di Nakashima [26] uno dei limiti è dato dalle ridotte dimensioni del campione (45 soggetti), inoltre, è stato valutato il RTS ma non il livello di performance raggiunto rispetto alla condizione pre-infortunio. Sempre in questo studio si è indagata la guarigione radiografica che però non sappiamo se correla con la guarigione clinica. Infine, tutti gli studi riportano un campione di età quasi sempre inferiore ai 18 anni; pertanto, i risultati ottenuti non possono essere applicati alla popolazione generale.

4 DISCUSSIONE

4.1 Confronto fra gli studi

La spondilolisi è un difetto della pars articolare presente maggiormente nei giovani coinvolti in sport di diverso tipo che includono sforzi ripetuti di estensione e/o rotazioni lombari. La relazione tra questa condizione e il LBP negli adolescenti è affermata in letteratura, pertanto, il clinico deve sospettare questo quadro qualora si trovasse di fronte ad un giovane sportivo con lombalgia. La diagnosi avviene mediante anamnesi, esame fisico ma soprattutto mediante Rm o Tc a conferma della lesione ossea più o meno acuta.

La spondilolistesi è invece definita come uno scivolamento di una vertebra su quella sottostante, di gradi differenti in base alla classificazione di Meyerding. Le cause sono diverse, in particolare troviamo traumi e microtraumi nel caso di spondilolistesi istmica o fenomeni degenerativi in caso di spondilolistesi degenerativa.

In entrambi i casi il trattamento può essere conservativo o chirurgico qualora la sintomatologia persista dopo 6 mesi, in caso di sintomi inaggravanti, neurologici o in caso di scivolamenti superiori al 50% nel bambino/adolescente.

In particolare, l'obiettivo era quello di esaminare gli studi presenti in letteratura in merito al trattamento conservativo della spondilolisi/listesi in soggetti sportivi al fine di identificare le strategie più efficaci in termini di RTS e recupero funzionale. Vari studi presenti in letteratura propongono appunto interventi conservativi incentrati su questi 3 pilastri: riposo, ortesi ed esercizi progressivi. Tuttavia, spesso non vengono chiariti tutti gli aspetti fondamentali per la corretta gestione del paziente con spondilolisi. In particolare, gli aspetti da considerare riguardano la durata ottimale della sospensione sportiva e dell'utilizzo dell'ortesi. Inoltre, molti studi concordano sull'importanza degli esercizi ma non è chiaro quando effettivamente iniziare il trattamento fisioterapico per garantire il RTS nella maniera più rapida e sicura possibile. Per rispondere a questi quesiti è stata effettuata la ricerca sulle banche dati PubMed e PEDro: i 550 risultati ottenuti sono stati poi esaminati rispettando i criteri di inclusione portando alla selezione di 10 studi. Si tratta di 8 studi osservazionali retrospettivi e 2 prospettici che indagano l'efficacia del trattamento in pazienti sportivi con spondilolisi sintomatica. Di questi, solo 2 includono pazienti con spondilolistesi.

Il trattamento proposto nei vari studi è composto da un'immediata interruzione dell'attività sportiva e adozione di un'ortesi per un periodo variabile ed esercizi di rinforzo e flessibilità muscolare e mobilità articolare.

4.1.1 Interruzione attività sportiva

Per quanto riguarda questo primo punto, tutti gli studi proposti sono allineati e riportano un tempo minimo di 3 mesi in cui l'atleta deve sospendere il suo sport. In particolare, lo studio di Rassi [37] aveva come obiettivo quello di verificare se e come l'interruzione dell'attività sportiva potesse influenzare il RTS in bambini e adolescenti con spondilolisi sintomatica. Il campione è stato diviso in due gruppi: il primo, composto da 86 pazienti, ha sospeso lo sport per un periodo maggiore o uguale a 3 mesi mentre il secondo composto da 46 per meno di 3 mesi. Ciò che emerge è una differenza statisticamente significativa nel raggiungimento di un risultato eccellente a favore del primo gruppo (50% vs 10%; $p < 0.05$).

L'unica eccezione si trova nello studio di Kasamasu [28] dove ai soggetti con spondilolisi in fase progressiva o terminale era concessa un'attività fisica pain free a tolleranza. Questi pazienti sono tornati a praticare il loro sport in media dopo 1.8 mesi, un tempo significativamente inferiore rispetto a chi è stato trattato fino al raggiungimento della guarigione ossea, in media 4.7 mesi. È bene però specificare che questi ultimi erano in fase early e very early; pertanto, la differenza nel RTS è dovuta al tentativo di raggiungere anche una completa guarigione ossea, che ha richiesto l'utilizzo dell'ortesi rigida per un periodo di 3-6 mesi. Per questo, sebbene la qualità degli studi sia bassa, si può affermare che in caso di diagnosi di spondilolisi l'attività sportiva va sospesa per un periodo minimo di 3 mesi.

4.1.2 Ortesi

Per quanto riguarda l'utilizzo del busto, gli studi presentati non permettono di affermarne il suo ruolo con precisione. In primis occorre tenere presente che nessuno degli studi proposti ha il gruppo di controllo, pertanto, non è possibile stabilire se i risultati ottenuti siano frutto dell'ortesi o semplicemente del riposo. Inoltre, vengono utilizzati busti differenti (lombo-sacrali o TLSO) per periodi di tempo diversi. Gli studi differiscono per quanto riguarda la tipologia di ortesi, la durata e lo svezzamento.

Nello specifico Kurd [28] e Choi [29] propongono l'utilizzo per 3 mesi standard mentre altri studi come quello di Iwamoto [34] e Kasamasu [33] si affidano rispettivamente ad una risoluzione clinica o radiografica prima di svezzare il paziente dal busto.

Anche in merito allo svezzamento non vi è chiarezza: solo lo studio di Nakashima [31] propone un protocollo preciso. In primo luogo, vengono concessi esercizi di rinforzo isometrico del tronco e stretching degli hamstrings indossando l'ortesi 24 h/giorno. A 6 settimane il paziente può tornare a fare jogging e può non indossare il busto in casa. A 10 settimane, sempre utilizzando l'ortesi vengono concessi sprint e attività sport specifiche per poi rimuoverlo

totalmente a 12 settimane. Altri studi come quello di Blanda [35] si affidano a parametri clinici per sospendere l'utilizzo dell'ortesi, in particolare l'assenza di dolore nelle ADL e nelle iperestensioni lombari. Altri ancora come quello di Sys [36] si affidano a outcome radiografici come la negatività alla scintigrafia.

Inoltre, occorre sottolineare che non mancano casi di soggetti che non hanno utilizzato alcuna ortesi durante il trattamento. Nello studio di Diaz [30] infatti, solo i soggetti sintomatici nelle ADL dovevano indossare il busto. Così come nello studio di Selhorst [32] dove il 17% dei partecipanti non ha indossato alcuna ortesi senza apparenti riscontri negli outcome clinici indagati.

Infine, in letteratura troviamo una metanalisi di studi osservazionali di Klein et al. [40] che esamina 665 bambini e giovani adulti con spondilolisi e spondilolistesi di I grado indagando l'efficacia del trattamento conservativo: non vi è differenza nel successo terapeutico tra i soggetti che hanno utilizzato l'ortesi e chi no (p 0.75).

Pertanto, sebbene le evidenze siano contraddittorie e non coese, l'utilizzo di un busto è consigliato ma occorre fare chiarezza su tempistiche, posologia e svezzamento dallo stesso.

4.1.3 Fisioterapia

Per quanto riguarda il trattamento fisioterapico, si è cercato di fare chiarezza in merito alla tipologia di intervento e alle corrette tempistiche con cui somministrarlo ricercando un più rapido e sicuro RTS. Dallo studio di Selhorst [32] emerge che i soggetti che hanno aderito ad un programma fisioterapico entro le 10 settimane dalla diagnosi di spondilolisi acuta non solo sono tornati alla loro pratica sportiva in un tempo minore rispetto a coloro che sono rimasti a riposo per più di 10 settimane (115.5 vs 140 giorni; p 0.002), ma hanno anche riportato meno reazioni avverse pur senza raggiungere la significatività statistica (2 vs 9 reazioni avverse; p 0.509). Pertanto, una presa in carico fisioterapica entro le 10 settimane sembrerebbe ottimale in termini di RTS e sicurezza.

Le proposte di trattamento mirano principalmente a migliorare la mobilità toracica e pelvica, la flessibilità muscolare degli hamstrings e la core stability. Dopo questa prima fase, vengono poi inseriti esercizi più specifici in relazione allo sport praticato. Un esempio si trova nello studio di Selhorst [32] dove i partecipanti erano sottoposti ad un programma composto da due sedute settimanali con esercizi di mobilità e rinforzo del rachide e degli arti inferiori per poi inserire esercizi sport specifici. Tuttavia, anche in questo caso non vi è un vero e proprio protocollo di esercizi standardizzato. Dagli studi proposti emerge quindi poca precisione nella descrizione degli interventi fisioterapici, addirittura in alcuni studi come quello di Kurd [28] e Rassi [37] si

parla di fisioterapia senza specificare altro. Tra gli studi proposti si nota un ulteriore disaccordo in merito ai criteri da rispettare prima di iniziare gli esercizi e a quelli per progredire alla fase sport specifica.

Sia lo studio di Kurd [28] che quello di Iwamoto [34] introducono gli esercizi solo dopo aver rimosso l'ortesi, dopo almeno 3 mesi. Lo studio di Diaz [30] invece propone esercizi di rinforzo addominale, stretching muscolare e mobilità del tronco pain-free contemporaneamente all'utilizzo del busto nei primi 3 mesi, in questo caso il paziente doveva rispettare criteri sia clinici (assenza di sintomi) che radiologici (SPECT negativa) per poter proseguire nella fase sport specifica. Nello studio di Kasamasu [33], i soggetti trattati in early e very early stage con ortesi ed esercizi di rinforzo e flessibilità, dovevano raggiungere la guarigione radiologica alla Tc prima di progredire negli esercizi. Infine, negli studi di Blanda [35] e Sys [36], gli esercizi venivano introdotti solo quando il paziente diventava asintomatico nelle ADL.

Concludendo quindi, si può affermare l'appropriatezza e sicurezza di una presa in carico fisioterapica precoce (entro le 10 settimane) composta da esercizi di mobilità del rachide e pelvica, rinforzo e flessibilità muscolare per poi progredire ad esercizi sport specifici. Questo approccio sembrerebbe favorire un più rapido RTS rispondendo alla principale richiesta del paziente, solitamente giovane, e di conseguenza favorendo la soddisfazione e l'aderenza al trattamento.

Tuttavia, è evidente la necessità di una proposta di intervento standardizzata e validata da studi di qualità così come maggiori informazioni in merito alle modalità di intervento da preferire in questa tipologia di pazienti. Ad esempio, non è chiaro se preferire un approccio pain-free o se poter contemplare una certa soglia di dolore prestabilita durante gli esercizi.

Gli outcome indagati dai 10 studi sono clinici e radiografici sebbene l'associazione tra di essi non sia chiara in letteratura: lo studio di Sousa et al. [26] riporta una percentuale di guarigioni ossee mancate pari al 74% del totale del campione ed una percentuale di RTS con successo pari al 84%, evidenziano un'assenza di correlazione tra le due variabili. La stessa situazione si verifica negli studi inclusi che esaminano sia gli outcome clinici che radiologici: nello studio di Choi [29] ad esempio, la quasi totalità del campione trattato conservativamente (98%) è tornata al livello pre-lesione mentre solo il 47% ha raggiunto la guarigione ossea alla Tc effettuata a 3 mesi evidenziando una non significatività statistica tra le due variabili (p 0.9418). Questi risultati sono coerenti con la metanalisi precedentemente citata [40] che riporta un successo del trattamento conservativo nel 83% dei casi a fronte di un 28% di guarigione radiologiche.

Pertanto, il trattamento deve mirare ad una risoluzione clinica e non ad una totale risoluzione della lesione in imaging. Tuttavia, si è visto che lesioni trattate in fase acuta raggiungono anche una risoluzione radiografica nella quasi totalità dei casi: lo studio di Nakashima [31] riporta un 100% e 93.9% di guarigione ossea completa in soggetti trattati rispettivamente in very early e early stage. Per questo motivo si può dedurre che una diagnosi precoce è fondamentale per un'adeguata presa in carico in modo da garantire ottimi risultati sia clinici che radiografici.

I risultati eccellenti ottenuti mediante il trattamento conservativo della spondilolisi all'interno degli studi proposti sono coerenti con la letteratura presente. Come, ad esempio, nella revisione sistematica di Grazina et al. [41], dalla quale emerge un RTS al livello pre-lesione nel 89% dei soggetti analizzati, in un tempo complessivo di 4.9 mesi. Lo studio di Tallarico et al. del 2008 [42] invece ci offre uno spunto in più in merito all'utilizzo dell'ortesi. Infatti, sebbene venga ribadita la necessità di studi di qualità superiore, gli autori sostengono che l'utilizzo di un'ortesi sia maggiormente efficace in soggetti che non hanno raggiunto la maturità ossea. Sempre in questo studio viene sottolineato come l'approccio conservativo sia da prediligere ma che, qualora i sintomi persistano, è necessario ricorrere alla chirurgia, in particolare ad un intervento di fusione postero-laterale. Per quanto riguarda la durata dell'interruzione dello sport, gli esperti concordano che debba essere almeno di tre mesi, infatti nello studio di Standaert et al. [43] gli autori sostengono che in caso di lesione in early o very early stage, l'obiettivo deve essere quello di raggiungere la guarigione ossea, pertanto, il tempo minimo di sospensione dell'attività dovrà essere di almeno tre mesi mentre in caso di lesioni croniche, la probabilità di guarigione della lesione sarà bassa per cui lo sportivo potrà riprendere progressivamente l'attività anche prima dei 3 mesi purché asintomatico. Sempre all'interno di questo studio, gli esperti riportano informazioni in merito al timing della fisioterapia, alla progressione degli esercizi ed ai criteri per il ritorno allo sport in linea con gli studi inclusi in questa revisione. Nello specifico gli atleti vengono sottoposti a fisioterapia con esercizi precoci di rinforzo del core per poi inserire esercizi sport-specifici, ritornando allo sport quando asintomatici in un periodo di tempo di circa 5 mesi.

In particolare, per quanto riguarda il trattamento, in letteratura troviamo alcune indicazioni all'interno dello studio di Lawrence et al. [44], nel quale vengono proposti esercizi di stretching dei muscoli flessori d'anca e degli hamstring associati ad un rinforzo del core con un focus sul retto addominale, obliqui interni ed esterni e trasverso dell'addome ricercando inizialmente una posizione neutra della colonna ed evitando posizioni di end range in estensione e rotazione. Infatti, in uno studio di Chosa et al. [45] gli autori hanno studiato lo stress biomeccanico nella

pars interarticolare nei vari movimenti della colonna, dimostrando un picco nei movimenti di estensione e rotazione coerentemente con quanto avviene in quei soggetti sportivi che, sottoposti a movimenti ripetuti di estensioni e rotazioni, sono maggiormente predisposti all'insorgenza di spondilolisi e listesi.

Per questo motivo lo studio di Lawrence suggerisce di inserire esercizi sport specifici che richiedono movimenti in end range solo in secondo momento dopo aver raggiunto la guarigione ossea e in assenza di sintomi.

4.2 Analisi dei limiti e punti di forza della revisione

Per quanto riguarda i punti di forza e i limiti di questa revisione, possiamo affermare che sono state consultate due banche dati complementari in quanto PEDro è specialistica in tema di riabilitazione mentre PubMed offre un cospicuo numero di studi. Tuttavia, a seguito di una ricerca preliminare, si è constatata l'assenza di studi RCT; pertanto, la qualità degli studi inclusi limita fortemente questa revisione. La revisione è stata condotta seguendo le linee guida PRISMA 2020 ma senza registrare il protocollo. Il processo di selezione degli studi è stato effettuato da un solo revisore.

4.3 Limiti degli studi inclusi

Gli studi inclusi nella revisione presentano diversi limiti. Il primo tra tutti è dato dalla tipologia di studio che li accomuna, si tratta infatti di studi osservazionali che indagano l'efficacia di un trattamento senza randomizzazione e senza gruppi controllo. Questo tipo di studio non permette di rispondere propriamente al quesito di questa revisione. Infatti, in letteratura mancano studi RCT che indagano l'efficacia del trattamento conservativo in pazienti sportivi con spondilolisi e/o spondilolistesi. Entrando più nello specifico, un limite riguardo la validità esterna degli studi è dato dall'età dei partecipanti: tutti gli studi proposti includono bambini e adolescenti ad eccezione dello studio di Iwamoto [34]. Pertanto, non è possibile trasferire i risultati sulla popolazione generale. Inoltre, solo lo studio di Blanda [35] comprende pazienti con spondilolistesi mentre in tutti gli altri i soggetti inclusi presentavano solo spondilolisi.

Per quanto riguarda il trattamento fisioterapico, non è presente un protocollo standard ma proposte di esercizi poco specifiche, talvolta limitate alla dicitura "fisioterapia". Sempre in merito al trattamento, uno dei limiti che emerge riguarda la compliance dei pazienti: come già detto, la quasi totalità del campione, è composta da giovani atleti, per questo motivo l'adesione ad un protocollo così rigido che prevede l'utilizzo di un'ortesi rigida per 3 mesi e la sospensione dall'attività sportiva non è da sottovalutare. Negli studi proposti l'aderenza al trattamento è

stata valutata semplicemente rivolgendosi direttamente ai pazienti con la possibilità di incorrere in 4. Infine, gli studi inclusi nella revisione sono stati valutati mediante la scala ROBINS-I e mostrano una bassa qualità metodologica.

4.4 Implicazioni per la pratica e per la ricerca futura

Questa revisione offre spunti utili al clinico nella gestione del paziente con spondilolisi e spondilolistesi. La prima scelta deve ricadere su approccio conservativo composto da una cessazione dell'attività sportiva per almeno 3 mesi, un precoce ricorso alla fisioterapia entro le 10 settimane ed eventualmente l'utilizzo di un'ortesi toraco-lombare. Gli esercizi da proporre mirano, in un primo momento, a recuperare la flessibilità muscolare dei flessori di anca e degli hamstring oltre a rinforzare il core per poi passare ad esercizi sport-specifici in vista del return to play. È bene precisare che la popolazione di riferimento è per la maggior parte giovane e sportiva pertanto sarà opportuno informare i pazienti e le famiglie circa la durata del trattamento di circa 6 mesi sottolineando l'importanza dell'astensione dallo sport per un periodo adeguato. Qualora l'intervento conservativo non dovesse portare ad una risoluzione della sintomatologia, si potrà prendere in considerazione la chirurgia.

Tuttavia, le informazioni ricavate dalla revisione, sono frutto di studi di bassa qualità pertanto sono necessarie ulteriori ricerche che indaghino, mediante studi RCT, l'efficacia del trattamento conservativo nei soggetti sportivi con spondilolisi e spondilolistesi definendo con precisione le tipologie di intervento ed indicando con precisione posologia e durata ottimali.

5 CONCLUSIONE

La presente revisione aveva l'obiettivo di rispondere ad un quesito clinico sul trattamento conservativo della spondilolisi e spondilolistesi nello sportivo. Dall'analisi della letteratura emerge una carenza di studi di buona qualità presente anche negli articoli inclusi. Tuttavia, è possibile trarre alcune conclusioni utili al clinico nella gestione di questa tipologia di paziente.

Le alte percentuali di successo terapeutico in termini di RTS confermano la correttezza di una prima gestione conservativa della spondilolisi almeno per i primi 6 mesi, al termine dei quali, qualora questo approccio dovesse fallire, si potrà considerare la chirurgia.

Il primo luogo è opportuno sospendere l'attività sportiva per un periodo di almeno 3 mesi, nel quale il soggetto non sarà più esposto a movimenti provocativi di estensione e rotazione lombare. In questo periodo però non viene consigliato un riposo assoluto ma una precoce presa in carico fisioterapica entro le 10 settimane dell'esordio. Vari studi propongono interventi rivolti ad un mantenimento della mobilità del rachide, della flessibilità muscolare in particolare degli hamstrings e ad un rinforzo della muscolatura addominale nonostante manchi un protocollo validato e condiviso. Per quanto riguarda l'adozione di un'ortesi rimane ancora discussa in termini di efficacia, tipologia e durata. Tuttavia, è opportuno consigliarne l'utilizzo in una prima fase la cui durata però non è ben definita. In questi pazienti non sembrerebbe necessario raggiungere una guarigione ossea completa al fine di un completo RTS, pertanto, non sembrerebbero necessari accertamenti radiologici in fase di follow-up in caso di risoluzione della sintomatologia.

Per quanto riguarda la spondilolistesi invece, viene consigliato sempre un approccio conservativo ma che si è dimostrato meno risolutivo di quello chirurgico. Tuttavia, è fondamentale precisare che si tratta di un'informazione tratta da un solo studio, per questo utile solo come spunto per ulteriori ricerche.

In conclusione, sono necessari ulteriori studi di qualità superiore, in particolare RCT che indaghino l'efficacia degli interventi proposti confrontandoli con gruppi di controllo nei soggetti con spondilolisi e spondilolistesi giovani ma anche adulti. In particolare, è necessario individuare un protocollo di trattamento standard e ben definito in termini di esercizi, posologia e criteri di progressione. Questi studi dovrebbero chiarire il ruolo delle ortesi definendo eventualmente la tipologia e durata necessarie.

Infine, sono necessari studi con follow-up più dilatati nel tempo per poter indagare con maggior attenzione l'evoluzione del paziente a lungo termine per poter quantificare l'eventuale tasso di recidive.

6.BIBLIOGRAFIA

- 1) Berger RG, Doyle SM. Spondylolysis 2019 update. *Curr Opin Pediatr*. 2019 Feb;31(1):61-68.
- 2) Muschik M, Hähnel H, Robinson PN, Perka C, Muschik C. Competitive sports and the progression of spondylolisthesis. *J Pediatr Orthop*. 1996 May-Jun;16(3):364-9.
- 3) Ekin EE, Altunrende ME. Pedicle Stress Injury in Children and Adolescents With Low Back Pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2019 Sep 1;44(17):E1038-E1044.
- 4) Sakai, Toshinori MD^{*}; Sairyo, Koichi MD^{*}; Takao, Shoichiro MD[†]; Nishitani, Hiromu MD[†]; Yasui, Natsuo MD^{*}. Incidence of Lumbar Spondylolysis in the General Population in Japan Based on Multidetector Computed Tomography Scans From Two Thousand Subjects. *Spine* 34(21):p 2346-2350, October 1, 2009.
- 5) Ko SB, Lee SW. Prevalence of spondylolysis and its relationship with low back pain in selected population. *Clin Orthop Surg*. 2011 Mar;3(1):34-8.
- 6) Kalichman L, Kim DH, Li L, Guermazi A, Hunter DJ. Computed tomography-evaluated features of spinal degeneration: prevalence, intercorrelation, and association with self-reported low back pain. *Spine J*. 2010 Mar;10(3):200-8.
- 7) WILTSE, LEON L. M.D.; NEWMAN, P. H. M.D.; MACNAB, IAN M.D. Classification of Spondyloisis and Spondylolisthesis. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 117(): p 23-29, June 1976
- 8) Goetzinger S, Courtney S, Yee K, Welz M, Kalani M, Neal M. Spondylolysis in Young Athletes: An Overview Emphasizing Nonoperative Management. *J Sports Med (Hindawi Publ Corp)*. 2020 Jan 21;2020:9235958.
- 9) Sairyo K, Sakai T, Yasui N. Conservative treatment of lumbar spondylolysis in childhood and adolescence: the radiological signs which predict healing. *J Bone Joint Surg Br*. 2009 Feb;91(2):206-9.
- 10) Ted Sousa, David L. Skaggs, Priscella Chan, Kent T. Yamaguchi, Jerald Borgella, Christopher Lee, Jeffrey Sawyer, Alice Moisan, John M. Flynn, Melissa Gunderson, M. Timothy Hresko, Pierre D'Hemecourt, Lindsay M. Andras, Benign Natural History of Spondylolysis in adolescence With Midterm Follow-Up, *Spine Deformity*, Volume 5, Issue 2, 2017, Pages 134-138, ISSN 2212-134X.
- 11) Koslosky E, Gendelberg D. Classification in Brief: The Meyerding Classification System of Spondylolisthesis. *Clin Orthop Relat Res*. 2020 May;478(5):1125-1130.
- 12) Lawrence KJ, Elser T, Stromberg R. Lumbar spondylolysis in the adolescent athlete. *Phys Ther Sport*. 2016 Jul;20:56-60.
- 13) Denard PJ, Holton KF, Miller J, Fink HA, Kado DM, Marshall LM, Yoo JU; Osteoporotic Fractures in Men (MrOS) Study Group. Back pain, neurogenic symptoms, and physical function in relation to spondylolisthesis among elderly men. *Spine J*. 2010 Oct;10(10):865-73.
- 14) Therriault T, Rospert A, Selhorst M, Fischer A. Development of a preliminary multivariable diagnostic prediction model for identifying active spondylolysis in young athletes with low back pain. *Phys Ther Sport*. 2020 Sep;45:1-6.
- 15) Alqarni AM, Schneiders AG, Hendrick PA. Clinical tests to diagnose lumbar segmental instability: a systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2011 Mar;41(3):130-40.
- 16) Frosch M, Mauritz MD, Bielack S, Blödt S, Dirksen U, Dobe M, Geiger F, Häfner R, Höfel L, Hübner-Möhler B, von Kalle T, Lawrenz B, Leutner A, Mecher F, Mladenov K, Norda H, Stahlschmidt L, Steinborn M, Stücker R, Trauzeddel R, Trollmann R, Wager J, Zernikow B. Etiology, Risk Factors, and Diagnosis of Back Pain in Children and Adolescents: Evidence- and Consensus-Based Interdisciplinary Recommendations. *Children (Basel)*. 2022 Feb 2;9(2):192.
- 17) Butt S, Saifuddin A. The imaging of lumbar spondylolisthesis. *Clin Radiol*. 2005 May;60(5):533-46.
- 18) Schneider, G., Percy, M. J., & Bogduk, N. (2005). Abnormal motion in spondylolytic spondylolisthesis. *Spine*, 30(10), 1159-1164.
- 19) Axelsson, P., Johnsson, R., & Strömqvist, B. (2000). Is there increased intervertebral mobility in isthmic adult spondylolisthesis? a matched comparative study using roentgen stereophotogrammetry. *Spine*, 25(13), 1701-1703.

- 20) Beutler, W. J., Fredrickson, B. E., Murtland, A., Sweeney, C. A., Grant, W. D., & Baker, D. (2003). The natural history of spondylolysis and spondylolisthesis: 45-year follow-up evaluation. *Spine*, 28(10), 1027-1035.
- 21) Enyo Y, Yoshimura N, Yamada H, Hashizume H, Yoshida M. Radiographic natural course of lumbar degenerative spondylolisthesis and its risk factors related to the progression and onset in a 15-year community-based cohort study: the Miyama study. *J Orthop Sci*. 2015 Nov;20(6):978-84.
- 22) Micheli LJ, Wood R. Back pain in young athletes. Significant differences from adults in causes and patterns. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 1995 Jan;149(1):15-8.
- 23) Denard PJ, Holton KF, Miller J, Fink HA, Kado DM, Marshall LM, Yoo JU; Osteoporotic Fractures in Men (MrOS) Study Group. Back pain, neurogenic symptoms, and physical function in relation to spondylolisthesis among elderly men. *Spine J*. 2010 Oct;10(10):865-73.
- 24) Gagnet P, Kern K, Andrews K, Elgafy H, Ebraheim N. Spondylolysis and spondylolisthesis: A review of the literature. *J Orthop*. 2018 Mar 17;15(2):404-407.
- 25) Ahn Y. Current techniques of endoscopic decompression in spine surgery. *Ann Transl Med*. 2019 Sep;7(Suppl 5):S169.
- 26) Sousa T, Skaggs DL, Chan P, Yamaguchi KT Jr, Borgella J, Lee C, Sawyer J, Moisan A, Flynn JM, Gunderson M, Hresko MT, D'Hemecourt P, Andras LM. Benign Natural History of Spondylolysis in Adolescence With Midterm Follow-Up. *Spine Deform*. 2017 Mar;5(2):134-138.
- 27) Sterne J A, Hernn M A, Reeves B C, Savovi J, Berkman N D, Viswanathan M et al. ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions *BMJ* 2016; 355: i4919.
- 28) Kurd MF, Patel D, Norton R, Picetti G, Friel B, Vaccaro AR. Nonoperative treatment of symptomatic spondylolysis. *J Spinal Disord Tech*. 2007 Dec;20(8):560-4.
- 29) Choi JH, Ochoa JK, Lubinus A, Timon S, Lee YP, Bhatia NN. Management of lumbar spondylolysis in the adolescent athlete: a review of over 200 cases. *Spine J*. 2022 Oct;22(10):1628-1633.
- 30) Alvarez-Daz P, Alentorn-Geli E, Steinbacher G, Rius M, Pellis F, Cugat R. Conservative treatment of lumbar spondylolysis in young soccer players. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011 Dec;19(12):2111-4.
- 31) Nakashima H, Yoneda M, Kanemura T, Satake K, Ito K, Ouchida J, Ando K, Kobayashi K, Imagama S. Conservative treatment of spondylolysis involving exercise initiated early and sports activities resumed with a lumbar-sacral brace. *J Orthop Sci*. 2022 Mar;27(2):360-365.
- 32) Selhorst M, Fischer A, Graft K, Ravindran R, Peters E, Rodenberg R, Welder E, MacDonald J. Timing of Physical Therapy Referral in Adolescent Athletes With Acute Spondylolysis: A Retrospective Chart Review. *Clin J Sport Med*. 2017 May;27(3):296-301.
- 33) Kasamasu T, Ishida Y, Sato M, Mase Y, Sairyo K. Rates of Return to Sports and Recurrence in Pediatric Athletes after Conservative Treatment for Lumbar Spondylolysis. *Spine Surg Relat Res*. 2022 Mar 4;6(5):540-544.
- 34) Iwamoto J, Takeda T, Wakano K. Returning athletes with severe low back pain and spondylolysis to original sporting activities with conservative treatment. *Scand J Med Sci Sports*. 2004 Dec;14(6):346-51.
- 35) Blanda J, Bethem D, Moats W, Lew M. Defects of pars interarticularis in athletes: a protocol for nonoperative treatment. *J Spinal Disord*. 1993 Oct;6(5):406-11.
- 36) Sys J, Michielsen J, Bracke P, Martens M, Verstreken J. Nonoperative treatment of active spondylolysis in elite athletes with normal X-ray findings: literature review and results of conservative treatment. *Eur Spine J*. 2001 Dec;10(6):498-504.
- 37) El Rassi G, Takemitsu M, Glutting J, Shah SA. Effect of sports modification on clinical outcome in children and adolescent athletes with symptomatic lumbar spondylolysis. *Am J Phys Med Rehabil*. 2013 Dec;92(12):1070-4.
- 38) Haddaway, N. R., Page, M. J., Pritchard, C. C., & McGuinness, L. A. (2022). PRISMA2020: An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis Campbell Systematic Reviews, 18, e1230.
- 39) Steiner ME, Micheli LJ. Treatment of symptomatic spondylolysis and spondylolisthesis with the modified Boston brace. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1985 Dec;10(10):937-43.
- 40) Klein G, Mehlman CT, McCarty M. Nonoperative treatment of spondylolysis and grade I spondylolisthesis in children and young adults: a meta-analysis of observational studies. *J Pediatr Orthop*. 2009 Mar;29(2):146-56.

- 41) Grazina R, Andrade R, Santos FL, Marinhos J, Pereira R, Bastos R, Espregueira-Mendes J. Return to play after conservative and surgical treatment in athletes with spondylolysis: A systematic review. *Phys Ther Sport*. 2019 May;37:34-43.
- 42) Tallarico RA, Madom IA, Palumbo MA. Spondylolysis and spondylolisthesis in the athlete. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2008 Mar;16(1):32-8. Standaert CJ, Herring SA. Expert opinion and controversies in sports and musculoskeletal medicine: the diagnosis and treatment of spondylolysis in adolescent athletes. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007 Apr;88(4):537-40. doi: 10.1016/j.apmr.2007.01.007. PMID: 17398258.
- 43) Standaert CJ, Herring SA. Expert opinion and controversies in sports and musculoskeletal medicine: the diagnosis and treatment of spondylolysis in adolescent athletes. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007 Apr;88(4):537-40.
- 44) Lawrence KJ, Elser T, Stromberg R. Lumbar spondylolysis in the adolescent athlete. *Phys Ther Sport*. 2016 Jul;20:56-60.
- 45) Chosa E, Totoribe K, Tajima N. A biomechanical study of lumbar spondylolysis based on a three-dimensional finite element method. *J Orthop Res*. 2004 Jan;22(1):158-63.



PRISMA 2020 Checklist

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	
ABSTRACT			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	
METHODS			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	
	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	



PRISMA 2020 Checklist

Section and Topic	Item #	Checklist Item	Location where item is reported
RESULTS			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	
DISCUSSION			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	
OTHER INFORMATION			
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	