



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. 2021/2022 Campus Universitario di Savona

Ritorno allo sport post-chirurgia vertebrale lombare: revisione della letteratura

Candidato:
Dott. FT. Collarini Stefano

Relatore:
Dott. FT. OMT. Locatelli Matteo

INDICE

ABSTRACT.....	4
1. INTRODUZIONE.....	6
SPONDILOLISI.....	8
SPONDILOLISTESI.....	9
ERNIA DEL DISCO LOMBARE (LHD).....	9
DEGENERAZIONI DISCALI LOMBARI (DDD).....	10
OBIETTIVO DELLA TESI.....	12
2. MATERIALI E METODI.....	13
MODELLO PICO.....	13
STRINGA DI RICERCA E BANCHE DATI.....	14
CRITERI DI INCLUSIONE ED ESCLUSIONE.....	16
3. RISULTATI.....	17
SELEZIONE DEGLI ARTICOLI.....	17
SPONDILOLISI.....	20
SPONDILOLISTESI.....	22
LHD.....	23
DDD.....	25

TABELLA SINOTTICA DEGLI STUDI.....	27
4. DISCUSSIONE.....	31
5. CONCLUSIONI.....	34
6. KEY-POINT.....	35
7. BIBLIOGRAFIA.....	36

ABSTRACT

INTRODUZIONE E SCOPO DELLO STUDIO: La lombalgia (LBP) è una delle patologie più comuni che colpiscono gli atleti. Il trattamento iniziale per disturbo della colonna lombare consiste in una gestione conservativa. Sebbene la gestione conservativa possa portare a sollievo dal dolore nella maggior parte dei pazienti, coloro che falliscono questo trattamento possono richiedere un intervento chirurgico. Le indicazioni per la chirurgia continuano ad evolversi a causa di nuove tecniche e recenti scoperte nella ricerca sui risultati. Le principali condizioni cliniche che possono trarre beneficio dalla chirurgia nelle lesioni atletiche a carico della colonna vertebrale sono: spondilolisi, spondilolistesi, ernia del disco (LHD), degenerazioni discali lombari (DDD). In questo studio è stata svolta una revisione della letteratura con lo scopo di estrarre dalle principali banche dati online informazioni riguardanti il ritorno allo sport (RTS) in seguito ad interventi di chirurgia vertebrale lombare, indagandone percentuale di successo, tempi medi di ritorno all'attività (RTS) e le tipologie di intervento più praticate.

MATERIALI E METODI: la ricerca è volta ad individuare all'interno di una popolazione di soggetti sportivi sottoposti a chirurgia vertebrale lombare la tipologia di intervento prediletto, la percentuale di successo e le tempistiche medie di ritorno alla pratica sportiva.

Lo sviluppo della revisione si è basato su specifiche fasi: elaborazione del quesito clinico, identificazione delle parole chiave, lo sviluppo della stringa di ricerca, la ricerca sulle banche dati, la selezione degli articoli e l'elaborazione dei risultati e conclusioni.

RISULTATI: la ricerca bibliografica è iniziata a Settembre 2021 e la selezione degli articoli reperiti dalla ricerca bibliografica è avvenuta seguendo i seguenti punti: rimozione duplicati, selezione degli studi per lettura di titolo e abstract, secondo i criteri di inclusione ed esclusione, selezione degli studi per lettura del full-text, secondo criteri di inclusione ed esclusione. Dal momento in cui ognuno dei singoli campi oggetto di studio è stato analizzato in base al tipo di patologia vertebrale affrontata, sono stati raccolti i risultati sulla base delle principali cause di chirurgia vertebrale trattate in letteratura: spondilolisi, spondilolistesi, ernia del disco (LHD), degenerazioni discali lombari (DDD).

DISCUSSIONE: Prevedere il tempo per il ritorno allo sport è un aspetto impegnativo del trattamento degli atleti in quanto molti di essi subiscono un intervento chirurgico alla fine

della stagione; pertanto, la prima data possibile per il ritorno a giocare coincide spesso con la prima partita della stagione successiva

Dalla letteratura si evince comunque che la percentuale di giocatori che tornano a 3 mesi è del 50%, a 6 mesi del 72%, a 9 mesi del 77% e a 12 mesi dell'84%.

La differenza nelle lesioni patologiche dei gruppi probabilmente determina inoltre il tipo di trattamento previsto. Confrontare i gruppi in base al loro esito al trattamento è impreciso perché sono due diversi tipi di pazienti: i pazienti che hanno subito un intervento chirurgico hanno avuto maggiori lesioni radicolari preoperatorie da indirizzarli verso questo tipo di trattamento, e ciò può distorcere l'outcome confrontando il loro esito con pazienti non operativi con minori lesioni radicolari.

L'impatto della chirurgia lombare sugli atleti d'élite può variare anche a causa delle elevate esigenze post-operatorie richieste per raggiungere prestazioni atletiche pre-infortunio. La variabilità delle prestazioni può dipendere da una serie di fattori, tra cui l'età all'intervento chirurgico, il livello della squadra e la qualità fisica dell'atleta prima dell'infortunio. Inoltre, le prestazioni statistiche non sono necessariamente indicative della capacità atletica perché l'abilità di un giocatore come la forza può avere un impatto diverso sul risultato post-operatorio a seconda dello sport, del ruolo e di altre abilità compensabili.

CONCLUSIONI: negli atleti d'élite, la maggior parte delle condizioni lombari può essere gestita non chirurgicamente con risultati eccellenti. Il trattamento chirurgico è un'opzione praticabile per gli atleti in cui il trattamento non chirurgico ha fallito

La chirurgia lombare ha risultati eccezionalmente favorevoli, con la stragrande maggioranza degli atleti che tornano a praticare un'ampia varietà di sport con un impatto minimo sulle prestazioni. I pazienti che hanno avuto procedure minimamente invasive per condizioni minori della colonna lombare sono in grado di riacquistare una gamma completa e indolore di movimento post-operatorio con maggiore probabilità rispetto agli atleti le cui condizioni erano più gravi e richiedevano procedure chirurgiche invasive.

Il ritorno al gioco è valutato su base individuale, ma gli atleti devono prima riacquisire l'intera gamma di movimento e completare con successo un programma di riabilitazione strutturato prima di tornare a giocare. I medici devono in definitiva basare la loro decisione di rilasciare un atleta allo sport sulle condizioni di ogni individuo e sullo sport scelto

1. INTRODUZIONE

La lombalgia (LBP) è una delle patologie più comuni incontrate in medicina, che colpisce l'80% della popolazione generale almeno una volta nella vita. Anche gli atleti ne sono comunemente afflitti, con tassi di incidenza che si avvicinano al 30% nel corso della carriera, rappresentando uno dei motivi più comuni per mancato tempo di gioco [17,18]. Come riportato in alcuni studi, il 38% dei tennisti professionisti ha riferito di aver perso almeno 1 torneo a causa del LBP nella loro carriera [19]. Un altro sondaggio su 272 atleti adolescenti competitivi coinvolti in 31 diversi sport ha rilevato una prevalenza (nelle ultime 48 ore) di LBP del 14%, del 57% a 1 anno ed una tantum del 66% [20]. Inoltre, uno studio che ha esaminato le cartelle cliniche di 4790 atleti collegiali che praticavano 17 sport differenti per un periodo di 10 anni ha rilevato un tasso di lesioni alla colonna vertebrale di 7 individui ogni 100 partecipanti [21].

I problemi alla colonna vertebrale possono essere associati alla partecipazione a sport che comportano iperestensione ripetitiva, flessione, rotazione e carico assiale, come ginnastica, wrestling, calcio, immersioni e danza [18]. Le lesioni da sovraccarico sono risultate più comuni di quelle acute in una popolazione atletica [22]. Inoltre, le diagnosi negli atleti differiscono a seconda dell'età di insorgenza. Uno studio ha confrontato gli atleti adolescenti con adulti con LBP acuto e ha dimostrato che il 47% degli adolescenti presentava fratture da stress della pars interarticolare, rispetto a solo il 5% degli adulti. Al contrario, il mal di schiena di origine discale è stato diagnosticato nel 48% degli adulti rispetto a solo l'11% degli adolescenti [23].

Il trattamento iniziale per disturbo della colonna lombare consiste in una gestione conservativa, compreso un breve periodo di riposo e cessazione dell'attività sportiva per 1-2 giorni [24]. Le terapie possono consistere in farmaci antinfiammatori non steroidei e miorilassanti. Le modalità di terapia fisica come ghiaccio, calore, compressione e massaggio possono portare ulteriore sollievo dal dolore. Alcune lesioni, come l'ernia del disco lombare, possono beneficiare di iniezioni di corticosteroidi epidurali lombari. Una volta che il dolore è stato controllato con successo, l'attività può essere ripresa dopo un breve ciclo di fisioterapia attraverso esercizi di mobilità e rinforzo. Il ritorno al gioco, in generale, dovrebbe essere considerato quando un atleta è in assenza di dolore, ha una range di movimento attivo completo in tutte le attività e ha forza, resistenza e flessibilità nella norma [18,22,24,25]. Sebbene la gestione conservativa possa portare a sollievo dal dolore nella maggior parte

dei pazienti, coloro che falliscono questo trattamento possono richiedere un intervento chirurgico.

I tassi di chirurgia lombare sono aumentati costantemente nel tempo [3]. Un chiaro beneficio della chirurgia è stato dimostrato in molti pazienti, come evidenziato dalla riduzione dei punteggi di dolore e disabilità e dalla capacità di tornare al lavoro. Tuttavia, le procedure chirurgiche non sono state efficaci per tutti i pazienti e, con l'aumento dei tassi sia di malattie che di trattamenti, è aumentato anche il numero di pazienti sottoposti a operazioni senza successo [4,5].

Le indicazioni per la chirurgia continuano ad evolversi, a causa di nuove tecniche e recenti scoperte nella ricerca sui risultati. La giustificazione per la stabilizzazione spinale è cambiata poiché la nostra comprensione dell'instabilità lombare e dell'allineamento spinale è cresciuta e la ricerca sui risultati ha definito più precisamente quali pazienti hanno benefici con o senza procedure chirurgiche. Tecniche meno invasive hanno anche permesso di optare per un'indicazione chirurgica per coloro che altrimenti sarebbero considerati troppo fragili per la chirurgia, fornendo loro più opzioni di trattamento.[6]

Anche nuove tecniche si sono sviluppate rapidamente, incorporando non solo i progressi tecnologici, ma anche la ricerca sui risultati, perfezionando ulteriormente ciò che sappiamo sulla pratica della stabilizzazione lombare. I progressi nelle tecniche di fissazione, nell'approccio, nei farmaci biologici e nella pianificazione operativa sono stati costanti e continueranno a influenzare il modo in cui trattiamo i nostri pazienti. [6]

Le patologie discali sono la condizione chirurgica più comune della colonna vertebrale, soprattutto negli atleti di alto livello che svolgono attività che sottopongono i dischi intervertebrali a carichi estremi. Gli algoritmi di trattamento per gli atleti con LBP sono simili a quelli della popolazione non atletica, con la differenza che il successo nella popolazione atletica è spesso misurato nella capacità di tornare a giocare [9].

Le lesioni atletiche tra il 9% e il 15% coinvolgono la colonna vertebrale e la maggior parte può essere trattata non chirurgicamente [10]. Alcuni, tuttavia, richiedono un intervento chirurgico subito dopo l'insorgenza dei sintomi o dopo un tentativo di riposo e riabilitazione. Le principali condizioni cliniche che possono trarre beneficio dalla chirurgia nelle lesioni atletiche a carico della colonna vertebrale sono:

- spondilolisi
- spondilolistesi
- ernia del disco (LHD)
- degenerazioni discali lombari (DDD)

[11].

1.1 SPONDILOLISI

La spondilolisi è un difetto all'interno della pars interarticolare e si ritiene che sia acquisita da microtraumi ripetitivi. Le forze di taglio sono a carico del disco e degli elementi ossei posteriori. Il carico ciclico di taglio degli elementi posteriori nella colonna vertebrale pediatrica può portare a sovraccarico dell'istmo, eventuale frattura e sviluppo di spondilolisi. L'incidenza della spondilolisi sintomatica nei giovani atleti con LBP varia dal 15% al 47%, che è considerevolmente superiore a quella della popolazione generale (dal 6% all'8%) [30]. L'incidenza della spondilolisi è più alta negli atleti di wrestling, sollevamento pesi e immersioni rispetto agli atleti di altri sport [31]. La prevalenza della spondilolisi è stata segnalata fino al 38% e al 44% rispettivamente nei giocatori professionisti di calcio e di baseball [32].

I pazienti con spondilolisi sintomatica presentano tipicamente LBP meccanico nella linea mediana o sintomi unilaterali focali sull'articolazione delle faccette. In uno studio che ha confrontato 100 atleti adolescenti e 100 atleti adulti con LBP, il 47% degli adolescenti è risultato avere spondilolisi rispetto a solo il 5% degli adulti [33].

Il trattamento di queste fratture si concentra sulla guarigione ossea, sulla riduzione del dolore e sulla riabilitazione della normale funzione [12]. Indipendentemente dall'età, il trattamento è conservativo e può richiedere una qualche forma di tutore per facilitare la guarigione. Le fratture unilaterali diagnosticate precocemente offrono maggiori possibilità di guarigione, ma le fratture bilaterali mature hanno meno probabilità di guarire con un'unione ossea. La maggior parte delle fratture della pars senza listesi (unilaterali o bilaterali) vanno bene anche se la guarigione ossea non si verifica. La chirurgia è raramente richiesta per queste fratture a meno che il dolore persista dopo la terapia conservativa oltre i 9-12 mesi, si sviluppino listesi significative o si verifichino cambiamenti neurologici [13].

1.2 SPONDILOLISTESI

Avviene quando le fratture bilaterali della pars interarticolare provocano lo scivolamento anteriore di un corpo vertebrale. Le spondilolistesi di grado I e II (quelle con scivolamento anteriore inferiore al 50%) non necessitano di rinvio chirurgico a meno che il dolore persista per più di 6-12 mesi e la terapia conservativa (riposo adeguato e immobilizzazione) non sia fallita. Gli scivolamenti asintomatici di grado inferiore devono essere seguiti con TC seriali per verificare la guarigione ossea o nessuna progressione della listesi [8]. Indipendentemente dall'età, dallo sport o dal livello di competizione, le indicazioni per il rinvio chirurgico includono spondilolistesi sintomatica per 6 mesi dopo il fallimento della terapia conservativa, fratture con spondilolistesi di grado III o IV, progressione di una spondilolistesi e qualsiasi cambiamento neurologico [8,9].

1.3 ERNIA DEL DISCO LOMBARE (LDH)

È tipicamente una condizione che affligge atleti maturi, che si verifica quando il nucleo polposo fuoriesce attraverso l'anulus esterno del disco intervertebrale. Le rigorose esigenze degli sport d'élite possono predisporre gli atleti all'LDH [26]. Dopo l'adolescenza, i dischi ricevono un apporto limitato di nutrienti per diffusione attraverso la vascolarizzazione vertebrale. L'avascolarizzazione intrinseca del disco contribuisce all'accumulo di danni irreparabili. Il disco danneggiato alla fine può essere erniato con manovre atletiche ripetitive, come la torsione e il carico assiale.

Dopo l'ernia, il nucleo polposo può irritare una radice nervosa adiacente, producendo i sintomi associati all'LDH. Due percorsi intrecciati guidano l'irritazione delle radici nervose: infiammazione chimica e compressione meccanica. La cascata infiammatoria porta ad un innesco della radice nervosa e all'ipersensibilità secondaria da compressione meccanica, che causa ischemia e infiammazione locali, propagando ulteriormente la cascata.

LDH provoca dolore radicolare associato a parestesia e debolezza degli arti inferiori. Il modello di dolore sperimentato dal paziente dipende dal livello e dalla posizione dell'ernia. Fino al 95% degli LDH si verificano ai livelli L4-L5 e L5-S1 [27]. L'età può fornire un indizio per la diagnosi perché gli atleti di età compresa tra 20 e 35 anni hanno il più alto rischio di LDH sintomatico [28].

Segni più specifici per LDH includono la predominanza del dolore alle gambe sopra mal di schiena, divisione dermatomerica, riflessi ridotti e dolore che aumenta con la manovra di Valsalva e riproduzione del sintomo all'SLR test. Per le ernie che interessano le radici nervose L1-L4, può essere utilizzato alternativamente il test di allungamento del nervo femorale (PKB) [29].

La decompressione urgente è indicata solo nei rari casi di deficit neurologico significativo (ad esempio, sindrome della cauda equina), deficit neurologico progressivo o perdita della funzione intestinale o vescicale. La maggior parte dei pazienti con ernie del disco hanno sintomi radicolari unilaterali degli arti inferiori e miglioreranno gradualmente fino alla risoluzione in un periodo di 3/6 settimane solo con cure conservative. Se i sintomi persistono o peggiorano dopo 6 settimane di cure conservative e i risultati dell'imaging a risonanza magnetica (MRI) correlano e supportano i risultati dell'esame fisico, la chirurgia per asportare o parzialmente asportare il disco può alleviare i sintomi [16]. Gli atleti d'élite spesso considerano la gestione chirurgica prima se il dolore persiste e la condizione influisce sulle loro prestazioni atletiche.

Le misure di outcome (MO) utilizzate per giudicare il successo nella popolazione generale potrebbero non essere abbastanza specifiche per gli atleti professionisti, che devono tornare a giocare ad alto livello per il loro sostentamento. Le MO convalidate riportate dal paziente come le scale analogiche visive, l'Oswestry Disability Index e la Short Form-36 potrebbero non essere applicabili agli atleti, che sono interessati a tornare al loro livello di prestazioni pre-infortunio e alla longevità della carriera. Più recentemente, gli studi clinici si sono concentrati sul ritorno al gioco e sulle misure di esito basate sulle prestazioni specifiche dello sport dopo il trattamento per la lesione della colonna lombare. Tuttavia, vi è una sostanziale variabilità nei criteri di ritorno al gioco pubblicati, che derivano quasi esclusivamente dall'opinione e dall'esperienza degli esperti dell'autore [12].

1.4 DEGENERAZIONI DISCALI LOMBARI (DDD)

La DDD lombare si riferisce ai cambiamenti degenerativi progressivi osservati nel disco. La DDD lombare è caratterizzata dalla perdita di idratazione del disco, dal restringimento dello spazio intervertebrale, che alla fine culminano nell'anchilosi del segmento lombare. La biomeccanica alterata è alla base dei cambiamenti patologici osservati. La perdita dell'idratazione del nucleo polposo fa sì che il disco diventi fibrotico, portando a un carico anormale delle faccette articolari. Questo processo a sua volta facilita lo sviluppo

dell'artropatia delle faccette e un ulteriore deterioramento della normale biomeccanica. L'eziologia del dolore della DDD è stata associata al disco e/o alle aree anatomiche delle faccette.

Storicamente, si pensava che un eccessivo di carico fisico fosse il fattore di rischio predominante per la DDD lombare, ma questa teoria non è stata dimostrata in letteratura [34]. Prove di alto livello supportano l'idea che il fattore di rischio più importante per la DDD lombare sia la predisposizione genetica, sebbene anche l'invecchiamento, i rischi occupazionali e il fumo siano stati associati al suo sviluppo [35].

Nonostante le limitate evidenze di carico fisico come fattore di rischio per la DDD nella popolazione generale, devono essere considerate le differenze nel livello di attività fisica nell'atleta d'élite. Intensi regimi di allenamento iniziati in tenera età possono lasciare a rischio la colonna vertebrale dell'adolescente. In questi pazienti, la colonna vertebrale sperimenta carichi ripetitivi giornalieri maggiori di quelli della maggior parte dei lavoratori manuali [36].

L'anamnesi e l'esame fisico dei pazienti con DDD lombare isolata sono spesso aspecifici. La descrizione tipica è un LBP profondo e doloroso. Il dolore di origine discale è esacerbato dai movimenti che caricano il disco e viene alleviato con il riposo e la posizione supina. L'età può ancora una volta fornire un indizio per la diagnosi; in uno studio su 100 atleti adolescenti e 100 atleti adulti con LBP, solo l'11% degli atleti adolescenti presentava patologia del disco, rispetto al 48% degli atleti adulti [33].

La valutazione radiografica iniziale per DDD consiste in radiografie lombari standard per valutare il restringimento dello spazio su disco, le cisti subcondrali, la degenerazione delle faccette e gli osteofiti. La risonanza magnetica ha una sensibilità molto più elevata per rilevare la patologia del disco e i cambiamenti degenerativi. I risultati della risonanza magnetica compatibili con DDD includono una perdita di intensità del segnale su immagini pesate T2. Questi risultati non sono necessariamente correlati con l'incidenza del LBP, difatti è stato dimostrato in uno studio che questi segni possono essere osservati in più di un terzo dei pazienti asintomatici [37]. Un follow-up di 7 anni ha dimostrato che anche i cambiamenti degenerativi non predicevano lo sviluppo di LBP, confermando che la correlazione tra imaging e sintomi è cruciale nella gestione della DDD [38]. Viceversa, nei casi più gravi, sono stati descritti cambiamenti alla classificazione MODIC che interessano il midollo osseo del corpo vertebrale che sono stati correlati positivamente alla presenza di LBP sintomatico [39].

La gestione chirurgica della DDD lombare deve essere utilizzata solo in pazienti selezionati in cui la gestione non chirurgica ha fallito e in coloro che non possono tornare allo sport. Le rigide indicazioni chirurgiche includono LBP meccanico con evidenza di un solo disco degenerato nelle indagini radiografiche, fallimento di almeno 6 mesi di trattamento non chirurgico e dolorabilità spinale localizzata della linea mediana che corrisponde al livello radiografico della malattia. L'abuso di stupefacenti, il fumo e le aspettative irrealistiche dei pazienti sono controindicazioni relative al trattamento chirurgico [39].

1.5 OBIETTIVO DELLA TESI

Lo scopo dello studio è rispondere attraverso una revisione narrativa della letteratura, al quesito clinico “*ritorno allo sport post-chirurgia vertebrale lombare: frequenza di successo, durata media di ritorno all’attività sportiva, tipologia di trattamenti proposti*”. La ricerca è volta ad individuare all’interno di una popolazione di soggetti sportivi sottoposti a chirurgia vertebrale lombare la tipologia di intervento prediletto, la percentuale di successo e le tempistiche medie di ritorno alla pratica sportiva.

2. MATERIALI E METODI

2.1 MODELLO PICO

Lo sviluppo della revisione si è basato su specifiche fasi: elaborazione del quesito clinico, identificazione delle parole chiave, lo sviluppo della stringa di ricerca, la ricerca sulle banche dati, la selezione degli articoli e l'elaborazione dei risultati e conclusioni.

Le parole chiave della stringa sono state identificate tramite il modello PICO.

P	POPOLAZIONE	Popolazione di pazienti
I	INTERVENTO	Esposizione oggetto dell'indagine
C	COMPARAZIONE	Tipologia di intervento comparata all'esposizione sperimentale
O	OUTCOME	Risultato o esito in esame

Tabella 1: modello PICO

In relazione al quesito clinico *“ritorno allo sport post-chirurgia vertebrale lombare”*, come popolazione è stata presa quella di atleti, come intervento la chirurgia vertebrale lombare (di qualsiasi tipo), non essendo specificato quale intervento, non sarà presente alcuna comparazione.

Il modello che quindi risulta più indicato per la composizione della stringa è formato solo da Popolazione, Intervento ed Outcome.

P	POPOLAZIONE	Soggetti sportivi
I	INTERVENTO	Chirurgia vertebrale lombare
O	OUTCOME	Tipologia di intervento / percentuale di successo / tempo medio di ritorno all'attività sportiva

Tabella 2: modello PO

2.3 STRINGA DI RICERCA E BANCHE DATI

Al fine della ricerca è stata costruita una stringa in grado di produrre il maggior numero di risultati possibili utilizzando le parole chiave costituenti il modello PICO elaborato.

PAROLE CHIAVE	
POPOLAZIONE	Athlete
INTERVENTO	Vertebroplasty, discectomy, chemolysis, spine surgery, kyphoplasty, low back pain, lumbar pain, lumbar surgery, lumbar fusion
OUTCOME	Return to play, return to sport, sport, athlete

Tabella 3: parole chiave stringa di ricerca

Con queste parole chiave è stato possibile elaborare la stringa di ricerca da utilizzare delle banche dati online.

Ai fini dello studio sono state consultate le banche dati di *Medline* tramite *PubMed*, di *SCOPUS* e *PEDRO*.

Per effettuare la ricerca su questi database sono state utilizzate le parole chiave in riferimento al modello PICO formulato, collegate tra loro attraverso gli operatori booleani AND e OR.

Banca dati	PUBMED
S T R I N G A	(vertebroplasty[Title/Abstract] OR fusion[Title/Abstract] OR surgical[Title/Abstract] OR surgery[Title/Abstract] OR discectomy[Title/Abstract] OR discectomy[Title/Abstract] OR chemolysis[Title/Abstract] OR intra discal electrothermal therapy[Title/Abstract] OR vertebroplasty[Title/Abstract] OR kyphoplasty[Title/Abstract]) AND (lumbar[Title/Abstract] OR low back pain[Title/Abstract]) AND (return to sport[Title/Abstract] OR return to play[Title/Abstract] OR athlet*[Title/Abstract] OR sport[Title/Abstract])
Risultati	283

Tabella 4: stringa PubMed e risultati

Banca dati	SCOPUS
S T R I N G A	TITLE-ABS-KEY(((("vertebroplasty") OR ("fusion") OR ("surgical") OR ("surgery") OR ("discectomy") OR ("diskectomy") OR ("chemolysis") OR ("intra discal electrothermal therapy") OR ("vertebroplasty") OR ("kyphoplasty"))) AND (("lumbar") OR ("low back pain"))) AND (("return to sport") OR ("return to play") OR ("athlete") OR ("sport"))) AND NOT INDEX(medline)
Risultati	656

Tabella 6: stringa Scopus e risultati

Banca dati	PEDRO
S T R I N G A	spin* surgery
Risultati	26

Tabella 7: stringa PEDRO e risultati

2.4 CRITERI DI INCLUSIONE ED ESCLUSIONE

Gli articoli sono stati selezionati in base ai seguenti criteri di inclusione ed esclusione:

- Disegni di studio: sono stati inclusi tutti i generi di studio.
- Partecipanti: pazienti sportivi
- Intervento: pazienti con esiti di chirurgia vertebrale lombare, sono esclusi quindi tutti i pazienti sottoposti a chirurgia vertebrale toracica e cervicale, e quelli sottoposti a trattamento conservativo.
- Outcome: percentuale di successo e di ritorno allo sport, tempi medi di ritorno alla partecipazione sportiva, interventi più praticati; esclusi quindi gli studi di comparazione tra le diverse tecniche d'intervento.
- Follow-up: nessuna limitazione.

- Data di pubblicazione: nessuna imitazione.
- Esclusi articoli con abstract o full-text non disponibile.
- Articoli solo in lingua inglese.

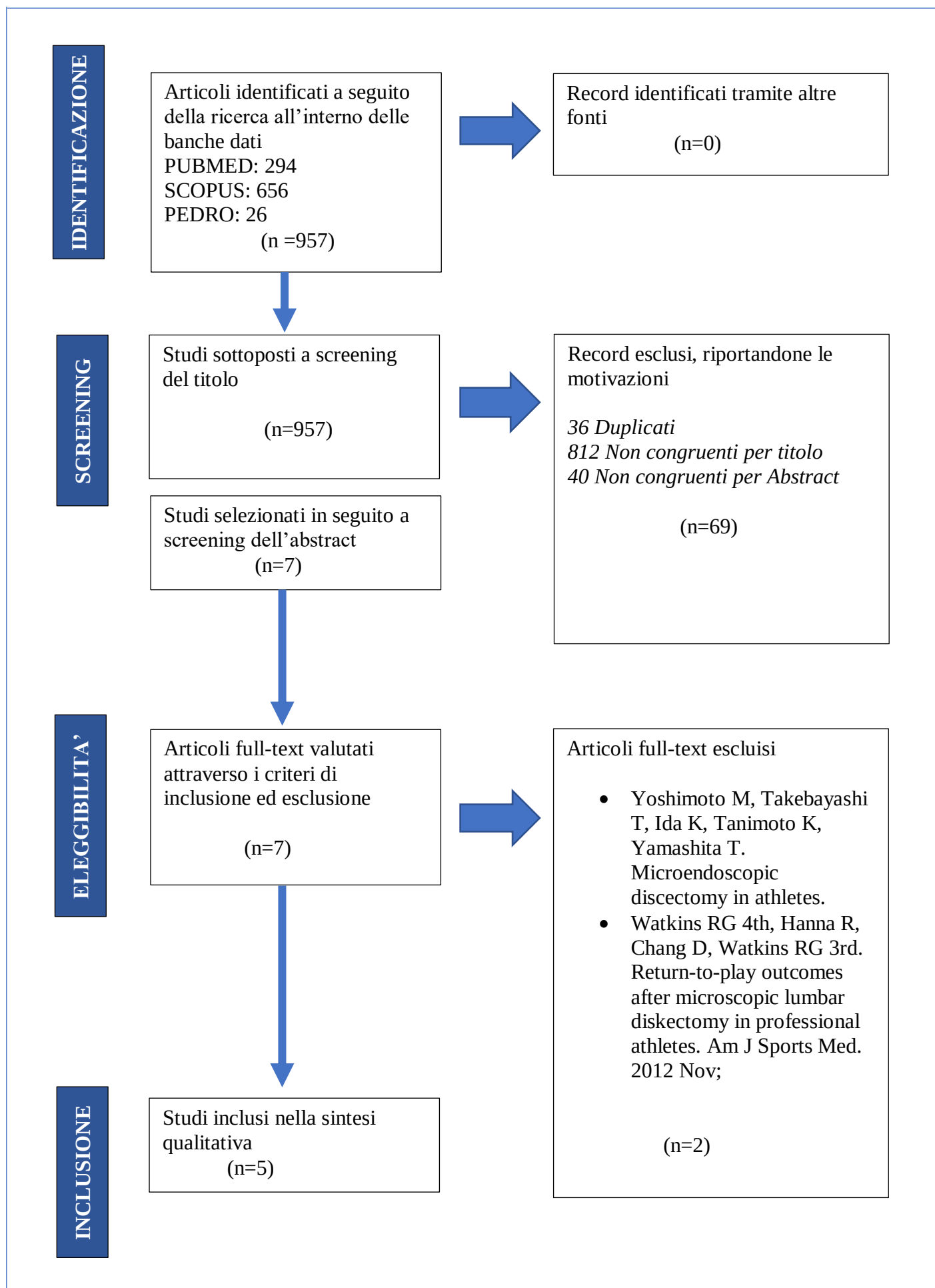
3. RISULTATI

3.1 SELEZIONE DEGLI ARTICOLI

La ricerca bibliografica è iniziata a Settembre 2021 e la selezione degli articoli reperiti dalla ricerca bibliografica è avvenuta seguendo i seguenti punti:

- Rimozione duplicati.
- Selezione degli studi per lettura di titolo e abstract, secondo i criteri di inclusione ed esclusione.
- Selezione degli studi per lettura del full-text, secondo criteri di inclusione ed esclusione.

Di seguito flow-chart in cui si sintetizza il processo di selezione:



Gli studi selezionati per la revisione sono stati i seguenti:

TITOLO	AUTORE
RETURN TO PLAY AFTER SURGERY OF THE LUMBAR SPINE	<i>John Alsobrook and James R. Clugston</i>
LUMBAR SPINE SURGERY IN ATHLETES: OUTCOMES AND RETURN-TO-PLAY CRITERIA	<i>Ying Li, MDa, M. Timothy Hresko, MDb,</i>
RETURN TO PLAY AFTER LUMBAR SPINE SURGERY	<i>Ralph W. Cook, BS1, Wellington K. Hsu, MD*</i>
MANAGEMENT OF LUMBAR CONDITIONS IN THE ELITE ATHLETE	<i>Wellington K Hsu, Tyler James Jenkins</i>
OUTCOMES OF LUMBAR DISCECTOMY IN ELITE ATHLETES: THE NEED FOR HIGH-LEVEL EVIDENCE	<i>Rueben Nair , Cynthia A Kahlenberg, Wellington K Hsu</i>

Successivamente sono stati analizzati i dati di ogni articolo in relazione agli obiettivi dello studio, ovvero:

- Tipologie di interventi più praticati
- Percentuale di successo in relazione al RTS
- Tempi medi di RTS

Dal momento in cui ognuno dei singoli campi oggetto di studio è stato analizzato in base al tipo di patologia vertebrale affrontata, sono stati raccolti i risultati sulla base delle principali cause di chirurgia vertebrale trattate in letteratura:

- Spondilolisi
- Spondilostesi
- Ernia del disco lombare (LHD)
- Degenerazione discale lombare (DDD)

3.2 SPONDILOLISI

Quando le misure conservative falliscono, la riparazione chirurgica diretta o la fusione posterolaterale possono portare sollievo dal dolore e consentire il ritorno al gioco. La riparazione diretta della pars può essere più vantaggiosa per gli atleti e facilitare tassi di ritorno al gioco più elevati, perché preserva il movimento spinale [43]. Esistono diverse tecniche, tra cui la vite Buck, la tecnica di cablaggio Scott e la vite a gancio Morscher.

In uno studio di Nozawa et al., 20 atleti con spondilolisi unilaterale (18 con fratture di pars L5, 1 con una frattura di pars L4 e 1 con una frattura di pars L4 e L5) e mal di schiena persistente sono stati sottoposti a riparazione di fissaggio con filo segmentale dei loro difetti di pars e tutti sono tornati ai loro sport. Dei 20, 18 sono stati in grado di tornare senza riduzione della performance [40].

Reitman et al. hanno utilizzato viti Buck per riparare i difetti della pars in quattro atleti sportivi non collisionali dopo aver fallito 6 mesi di terapia conservativa (riposo, rinforzo e mediazione). Tutti e quattro sono gradualmente tornati alle loro attività pre-infortunio per un periodo di 6 mesi e a 1 anno hanno partecipato ai loro livelli competitivi precedenti [41].

Debnath et al. hanno studiato prospetticamente gli esiti chirurgici di 22 atleti, di cui calciatori (N = 13), giocatori di cricket (N = 4), giocatori di hockey (N = 3), tennis (N = 1) e golf (N = 1) che avevano fratture sintomatiche (la maggior parte erano bilaterali e a L5). 19 pazienti sono stati sottoposti a una riparazione modificata della vite Buck, e gli altri tre (uno di calcio e due giocatori di hockey) sono stati sottoposti a una tecnica di fusione di Scott. Diciotto dei pazienti sottoposti a fissazione della vite Buck sono tornati al loro precedente livello di sport dopo una media di 7 mesi; tuttavia, nessuno dei tre pazienti di riparazione della fusione di Scott tornò allo sport (i due giocatori di hockey richiedevano una revisione secondaria). Le piccole dimensioni del campione vietano di trarre conclusioni significative sull'efficacia di una tecnica rispetto ad un'altra [42]. Con la tecnica Buck screw in 25 atleti competitivi, c'è stato un tasso di ritorno al gioco del 76% a una media di 6 mesi (intervallo, 3-10) dopo l'intervento chirurgico [46]. Allo stesso modo, dei 16 pazienti con 29 difetti di pars trattati con

il posizionamento della vite Buck, il 94% ha avuto una risoluzione dei sintomi, con un tasso di fusione complessivo del 97% [47]. Degli 8 atleti di questa coorte, il 100% è tornato a giocare con successo.

Una revisione sistematica che comprende 84 giovani atleti dilettanti (età media 20 anni) ha rilevato che la maggior parte delle fratture da pars si è verificata a livello vertebrale L5 (96%) e che l'84% degli atleti trattati operativamente torna a giocare al loro livello di intensità pre-infortunio nel corso di 5-12 mesi dopo la riparazione diretta della pars [44]. Dei 13 che non sono stati in grado di tornare a giocare, 7 sono stati in grado di tornare a uno sport meno faticoso.

Una revisione più recente e completa sul trattamento chirurgico e conservativo della spondilolisi negli atleti dilettanti competitivi dal 1973 al 2014 ha rilevato tassi di ritorno al gioco dell'88% e dell'85% per il trattamento chirurgico, rispettivamente, da 6 a 12 mesi [45]. Da notare, la riparazione diretta della pars ha portato all'80-100% dei tassi di ritorno al gioco negli studi analizzati, rappresentando un'eccellente opzione di trattamento per i giovani atleti.

In 1 studio su 43 atleti adolescenti trattati con vite a gancio Morscher per spondilolisi, il 100% è stato in grado di tornare a giocare dopo 4 mesi dall'intervento chirurgico [48]. Analogamente, in uno studio condotto su 5 atleti intercollegiali con spondilolisi lombare acuta sottoposti a riparazione diretta della pars con vite a gancio, il 100% torna a giocare entro 6 mesi dalla diagnosi [49]. La tendenza ad utilizzare nuove tecniche minimamente invasive per trattare le fratture da pars è diventata più diffusa [50]. Uno di questi metodi prevede il posizionamento di viti peduncolari collegate ad un cavo radiolucido posto sotto tensione mediante 2 incisioni bilaterali paramediane di 3 cm alla linea mediana. In 1 studio che utilizza questa tecnica, 8 atleti di vari livelli di competizione con 16 difetti di pars sono stati sottoposti a chirurgia mini-invasiva per riparare il difetto. Di questi, il 75% è tornato a giocare al loro precedente livello di competizione dopo 6 mesi e tutti i pazienti hanno riportato miglioramenti medi complessivi nelle MO convalidate riportate dai pazienti.

C'è un accordo generale sul fatto che prima di tornare a giocare, gli atleti dovrebbero completare un programma di fisioterapia e riabilitazione postoperatoria [43]. Radcliff ha descritto un protocollo di riabilitazione per i pazienti che si stanno riprendendo dalla riparazione diretta della pars. In esso, raccomandano un programma di rafforzamento del nucleo supervisionato, lavoro di flessibilità per le estremità ed esercizi in acqua eseguiti con

colonna vertebrale neutra a partire da 2 settimane postoperatorie. Le attività aerobiche non di impatto possono iniziare da 2 a 4 settimane dopo l'intervento, con colonna vertebrale neutra fino ai primi 3 mesi. L'impatto graduale e gli esercizi dinamici sono stati aggiunti a 3 mesi, con un allenamento specifico per lo sport che segue a 4-6 mesi. L'obiettivo finale di questo protocollo è quello di tornare a praticare sport di contatto a 6-12 mesi dopo l'intervento chirurgico [51]. Allo stesso modo, Gillis [50] raccomanda di tornare ad attività ad alto impatto a 6 mesi, e Nozawa [40] raccomanda che ai pazienti dovrebbe essere permesso di tornare agli sport di contatto dopo l'intervento chirurgico se mostrano evidenza di rigida unione ossea su semplici pellicole radiografiche o tomografia computerizzata.

3.3 SPONDILOLISTESI

La letteratura descrive molte tecniche chirurgiche per il trattamento della spondilolistesi, ma in generale, viene presa la decisione di riparare il difetto della pars o di eseguire una fusione postero-laterale delle vertebre coinvolte con o senza decompressione del canale e delle radici nervose [52]. Ci sono pochi buoni studi per quanto riguarda il ritorno allo sport dopo queste riparazioni perché molteplici fattori contribuiscono al successo dell'intervento chirurgico.

È generalmente accettato che gli scivolamenti minori riparati dalla fusione diretta del difetto di pars offrono un risultato favorevole per il RTS negli sport non di contatto [53]. Wright et al. hanno intervistato 208 membri su 450 della North American Spine Society in cerca di opinioni di esperti sul ritorno al gioco dopo la chirurgia di fusione spinale. Degli intervistati, il 26% ha scoraggiato gli sport di contatto (football, ginnastica, wrestling e hockey) a seguito di riparazione chirurgica di una spondilolistesi. Fino all'80% degli intervistati ha permesso ai propri pazienti di tornare all'atletica delle scuole superiori selezionate, mentre solo il 62% ha permesso di tornare all'atletica collegiale. Il 17% dei chirurghi non ha mai permesso ai loro pazienti con fusione lombare di tornare allo stesso livello di competizione pre-infortunio. Di quelli che hanno permesso ai loro pazienti di tornare a giocare, il 33% lo ha fatto entro 6 mesi dall'intervento chirurgico ed il restante entro 18-24 mesi postoperatori [12].

In un altro studio sono stati intervistati i membri della Scoliosis Research Society che, come parte della loro pratica, eseguono interventi chirurgici di fusione spinale nei bambini e negli adolescenti per trattare listesi di alto grado. Il 24% non ha mai permesso ai propri atleti di tornare agli sport di contatto. Tuttavia, l'82% dei chirurghi ha permesso ai pazienti di tornare agli sport non contatto a 6 mesi a 1 anno dopo la fusione per listesi di alto grado [54].

In uno studio su 30 militari statunitensi attivi (età media 36 anni, intervallo 22-45 anni) con spondilolistesi di basso grado, è stata eseguita una fusione posterolaterale bilaterale perché ogni paziente aveva mal di schiena cronico persistente per oltre 1 anno. Dei 30, 19 (63%) sono stati autorizzati a tornare al servizio completo senza restrizioni in media 6 mesi dopo l'intervento chirurgico. Otto (27%) hanno richiesto una qualche forma di limitazione permanente dell'attività fisica per consentire il ritorno, e tre (10%) hanno richiesto e ricevuto un congedo per disabilità dai militari a causa del persistente mal di schiena [55].

Come per la riparazione della spondilolisi, la riparazione della spondilolistesi negli scivolamenti di basso e alto grado ha permesso un RTS di almeno 6 mesi, ma il ritorno agli sport di contatto rimane altamente controverso.

3.4 ERNIA DISCALE LOMBARE (LHD)

Per gli atleti che falliscono la gestione conservativa, la discectomia lombare fornisce sollievo dai sintomi e migliori risultati funzionali nella stragrande maggioranza dei pazienti [56].

Matsunaga et al. ha confrontato tre diverse tecniche chirurgiche per il trattamento dell'ernia del disco lombare in operai, studenti atleti e ciclisti professionisti: l'escissione del disco semplice (N = 30), discectomia percutanea (N = 51) ed escissione del disco con fusione spinale (N = 29). Degli atleti, l'87% di quelli sottoposti a discectomia percutanea è tornato a giocare in una media di 7,5 settimane (N = 15). Tuttavia, solo il 54% di quelli sottoposti a semplice escissione del disco è tornato a giocare dopo 18 settimane (N = 11). Solo 2 pazienti hanno subito l'escissione del disco con fusione spinale, ma entrambi sono tornati a giocare a 23 settimane dopo l'intervento chirurgico [65].

In uno studio del 1999, di 14 atleti della prima divisione della National Collegiate Athletic Association, il 90% è stato sottoposto a microdiscectomia ed è tornato con successo a praticare almeno le attività sportive ricreative [57].

Recentemente, una revisione sistematica che includeva 10 studi in cui atleti d'élite venivano sottoposti a discectomia lombare, Nair ha riferito che dal 75% al 100% torna con successo a giocare da 2,8 a 8,7 mesi dopo l'intervento chirurgico. In particolare, gli atleti d'élite hanno raggiunto una media dal 64% al 104% delle statistiche di base preoperatorie, con prestazioni

variabili basate sullo sport. Gli atleti hanno avuto una longevità di carriera che variava da 2,6 a 4,8 anni [58].

Allo stesso modo, una meta-analisi eseguita da Overley [59] ha valutato 9 studi che rappresentano 558 pazienti con ernia del disco lombare sottoposti a microdiscectomia lombare. Il tasso di successo clinico per il ritorno al gioco dopo il trattamento operatorio è stato dell'83,5%.

In un altro studio multidisciplinare della Northwestern University, sono stati studiati i vari RTS dopo ernia del disco lombare in 342 atleti professionisti dei 4 principali sport nordamericani (baseball, basket, football americano e hockey) dal 1972 al 2008. Ritorno allo sport di successo, definito come ritorno al RTS attivo per almeno 1 partita di regular season professionale dopo il trattamento chirurgico, è risultato essere dell'82%, con una durata media della carriera di 3,4. L'età avanzata alla diagnosi era un fattore prognostico negativo della durata della carriera dopo l'infortunio, mentre un numero maggiore di partite professionali giocate prima dell'infortunio (esperienza di gioco) ha avuto effetti positivi sui risultati [26].

È emerso inoltre che differenze intrinseche in specifici sport e posizioni sportive dovrebbero essere considerate quando si tratta di atleti d'élite. Ad esempio, si ritiene che i giocatori di linea nel football americano abbiano un rischio più elevato di LDH rispetto a quello dei giocatori di altri sport a causa della flessione e dei carichi assiali sperimentati dalla colonna vertebrale durante i movimenti specifici della posizione. Uno studio di coorte sui giocatori di linea della NFL ha dimostrato che il trattamento chirurgico ha prodotto un tasso significativamente più elevato di RTS rispetto al trattamento non chirurgico (81% e 29%, rispettivamente; $P = 0,05$). Da notare, 7 dei 52 giocatori di linea trattati chirurgicamente hanno richiesto la decompressione di revisione (13%); tuttavia, 6 dei 7 pazienti si sono riconvertiti con successo per giocare (86%) [60]. Al contrario, i giocatori professionisti di baseball con LDH trattati chirurgicamente hanno tempi di recupero considerevolmente più lunghi rispetto ai giocatori trattati non chirurgicamente (8,7 e 3,6 mesi rispettivamente) [61]. Inoltre, la durata della carriera nei pazienti trattati chirurgicamente è stata più breve rispetto a quelli trattati non chirurgicamente (233 partite contro 342 partite, rispettivamente; $P = 0,08$). Una potenziale spiegazione di queste differenze è la coppia rotazionale giornaliera richiesta di lancio e colpo che sono uniche per il baseball [62]. Negli atleti della National Hockey League, l'82% è ritornato a giocare dopo il trattamento per LDH; non sono state osservate

differenze tra le coorti chirurgiche e non chirurgiche per quanto riguarda le partite giocate o le prestazioni statistiche [63].

Per quanto riguarda i tempi medi di RTS, un interessante studio di Mochida ha scoperto che, rispetto ai soggetti di controllo non atleti, gli atleti d'élite hanno dimostrato tassi di successo peggiori, determinati da elevate richieste funzionali postoperatorie. A 6 mesi, il gruppo chirurgico ha mostrato un tasso di successo del 73% rispetto al 79% nei non atleti. A 2 anni, il divario si è allargato; Tasso di successo del 57% per il gruppo chirurgico contro il 74% per il gruppo non chirurgico. Questo risultato inaspettato indica che il ritorno al gioco a meno di 3 mesi dopo la procedura può essere troppo breve e si traduce in un peggioramento dei sintomi della schiena [64].

Per quanto riguarda invece le condizioni più complicate che coinvolgono più livelli, la fusione spinale è raccomandata a 4/6 mesi di sintomi correlati con l'imaging, trattamento conservativo fallito o instabilità spinale. Eliminando il movimento in un segmento che normalmente ne possiede, lo stress si sposta ai livelli sopra e sotto il sito di fusione. Ciò però aumenta il rischio di degenerazione e successive lesioni [10].

3.5 DEGENERAZIONI DISCALI LOMBARI (DDD)

La malattia degenerativa del disco è un evento comune negli atleti con LBP [18]. Gli atleti più anziani hanno un aumentato rischio di sviluppare mal di schiena secondario alla DDD, ed al 48% i loro viene data questa diagnosi [66]. Sebbene la gestione conservativa sia sempre la prima linea di trattamento per questa popolazione di pazienti, è possibile che il dolore cronico resistente a modalità non operative possa essere trattato con successo con la chirurgia in atleti selezionati [18].

La gestione chirurgica della DDD comporta la rimozione del disco malato e la successiva fusione o artroplastica. La fusione lombare è il trattamento standard, ma le preoccupazioni per la malattia del segmento adiacente hanno portato ad un maggiore interesse per la sostituzione totale del disco (TDR). Si stima che la malattia sintomatica del segmento adiacente, probabilmente causata da un aumento delle sollecitazioni accanto al segmento fuso, si verifichi in ben il 36% dei pazienti a 10 anni dopo la fusione [69]. Di conseguenza, i trattamenti TDR sono stati studiati e confrontati direttamente con la fusione [70]. Tuttavia,

non è stata riscontrata alcuna riduzione dell'incidenza della malattia del segmento adiacente nel follow-up a breve e medio termine dopo la TDR rispetto alla fusione per la gestione della DDD lombare. Gli esiti della fusione lombare possono essere influenzati dalle richieste di risarcimento dei lavoratori, dall'abuso cronico di stupefacenti, dal fumo e dal numero di livelli fusi, che sono fattori prognostici negativi per la gestione chirurgica di successo della DDD lombare [71].

Pochi studi hanno ricercato risultati dopo il trattamento chirurgico degli atleti con DDD.

La letteratura recente ha esaminato gli esiti della sostituzione totale del disco (TDR) nell'atleta competitivo attivo e nella popolazione militare [67-68]. Uno studio ha valutato 39 atleti (età media 39,8 anni) trattati con TDR per DDD [67], che sono tornati a giocare nel 95% dei casi in tutti gli sport, con un recupero completo soggettivo e un picco di forma fisica notato dopo 5,2 mesi. Gli autori hanno permesso ai loro pazienti praticare sport di contatto senza restrizioni. Solo nell'8% dei pazienti, il LBP persistente ha limitato l'attività fisica. Un altro studio ha confrontato la TDR con la fusione intervertebrale lombare anteriore in 24 militari in servizio attivo (età media 37,3 anni) [68]. L'83% dei pazienti con TDR sono tornati in servizio attivo completo, con una media di 22,6 settimane, mentre solo il 67% dei pazienti con fusione intervertebrale lombare anteriore è tornata in servizio con una media di 32,4 settimane dopo l'intervento. Gli autori osservano che i criteri di ritorno al servizio potrebbero essere stati influenzati da fattori confondenti, come i criteri radiografici dopo la fusione. Questi studi suggeriscono che la TDR può essere una valida alternativa alla fusione lombare per il trattamento della DDD in questa popolazione.

Molti autori suggeriscono che, prima di considerare il ritorno al gioco, un atleta dovrebbe avere prove radiografiche di una solida fusione, risoluzione del dolore preoperatorio e ripristino della forza, della flessibilità e della resistenza [18]. Siepe ha raccomandato la partecipazione degli atleti a sport senza contatto entro 3 mesi dal TDR e che il contatto e persino gli sport estremi possono essere ripresi dopo 4-6 mesi [67].

Di seguito una tabella riassuntiva le caratteristiche peculiari di ogni singolo studio:

- Autore ed anno di pubblicazione.
- Materiali e metodi
- Risultati: sintesi dei principali risultati degli studi.

Autore e tipo di studio	Materiali e Metodi	Principali risultati
Alsobrook, J., and J.R. Clugston. 2008 Revisione sistematica della letteratura	<u>Obiettivo</u>: analizzare l'opinione prevalente degli esperti sul ritorno al gioco dopo l'intervento chirurgico della colonna lombare per le seguenti condizioni: spondilolisi, spondilolistesi, ernia del disco, stenosi spinale, malattia di Scheuermann, scoliosi e fratture del processo spinoso. <u>Criteri inclusione</u>: non specificati <u>Outcomes</u>: durata e percentuale di RTS.	• Le raccomandazioni successive alla chirurgia della colonna lombare si basano principalmente sul parere di esperti. • I pazienti che hanno avuto procedure minimamente invasive per condizioni minori della colonna lombare hanno maggiore probabilità di tornare alla condizione pre-infortunio. • Hanno minore probabilità di tornare a giocare a livelli pre-infortunio gli atleti le cui condizioni erano più gravi e richiedevano procedure chirurgiche invasive, come la fusione spinale.
Ralph W. Cook, Wellington K. Hsu 2016 Revisione sistematica della letteratura	<u>Obiettivo</u>: riassumere l'attuale letteratura che definisce i criteri di ritorno al gioco per varie lesioni della colonna lombare. <u>Criteri inclusione</u>: non specificati <u>Outcomes</u>: misure di outcomes per l'RTS	• La gestione chirurgica di selezionate condizioni chirurgiche può produrre risultati eccellenti negli atleti di tutti gli sport. • La microdiscectomia per l'ernia del disco lombare è stata la procedura più studiata e porta a risultati favorevoli oltre che a migliori prestazioni statistiche postoperatorie.

		• La riparazione diretta della pars ha portato ad alti tassi di ritorno allo sport per una varietà di tecniche di fissazione. • C'è scarsità di criteri di ritorno allo sport, con la maggior parte della letteratura basata sull'opinione di esperti e sull'esperienza clinica.
Rueben Nair MD, Cynthia A. Kahlenberg BA, Wellington K. Hsu MD 2015 Revisione sistematica della letteratura	<u>Obiettivo:</u> rispondere in merito a quale percentuale di atleti torna a giocare dopo la discectomia lombare e quali sono le conseguenze nello sport, qual è il tempo di recupero previsto dopo la discectomia lombare negli atleti d'élite, qual è la durata della carriera prevista e le prestazioni degli atleti d'élite dopo la discectomia lombare. <u>Criteri inclusione:</u> revisione sistematica della letteratura di articoli di discectomia lombare nella popolazione di atleti d'élite attraverso i database MEDLINE ed EMBASE dal 1947 al 2013 <u>Outcomes:</u> percentuale di RTS, tempo di RTS, durata carriera post-intervento.	• Gli studi inclusi in questa revisione hanno rilevato che dal 75% al 100% degli atleti è stato in grado di tornare alla competizione d'élite dopo il trattamento operativo • Il periodo di recupero riportato dopo la discectomia lombare variava da 2,8 a 8,7 mesi. • La durata media della carriera dopo la discectomia lombare variava da 2,6 a 4,8 anni. • Gli atleti d'élite hanno raggiunto una media dal 64,4% al 103,6% delle statistiche preoperatorie di base dopo discectomia lombare con prestazioni variabili in base allo sport.
Wellington K Hsu, Tyler James Jenkins 2017	<u>Obiettivo:</u> indagare in letteratura riguardo la gestione, i risultati degli interventi e il ritorno allo sport nelle patologie lombari degli atleti di élite.	• L'ernia del disco lombare, la degenerazione discale e la spondilolisi sono le condizioni lombari più

Revisione sistematica della letteratura	<u>Criteri inclusione:</u> non specificati <u>Outcomes:</u> miglior intervento, tempo di RTS, percentuale RTS.	diffuse che si traducono in tempo di gioco mancato. • L'ernia del disco lombare ha una buona prognosi. Dopo il recupero dall'infortunio, gli atleti professionisti tornano a giocare l'82% delle volte. La gestione chirurgica dell'ernia del disco lombare ha dimostrato di essere un'opzione praticabile negli atleti in cui le misure non chirurgiche hanno fallito. • La degenerazione discale è prevalentemente genetica, ma può essere accelerata negli atleti secondariamente ad un aumento del carico fisiologico. La gestione non chirurgica è lo standard di cura più supportato per la degenerazione del disco lombare nell'atleta d'élite. • La spondilolisi è più comune negli atleti adolescenti con mal di schiena rispetto agli atleti adulti. La gestione non chirurgica della spondilolisi ha in genere successo. Tuttavia, se è necessario un intervento chirurgico, la fusione o la riparazione diretta della pars possono
--	--	---

		consentire al paziente di tornare allo sport.
Ying Li¹, M Timothy Hresko 2012 Revisione sistematica della letteratura	<u>Obiettivo</u>: riassumere cosa in letteratura viene proposto in merito alle misure di outcome ed ai criteri di ritorno allo sport in seguito a chirurgia vertebrale lombare. <u>Criteri inclusione</u>: non specificati <u>Outcomes</u>: misure outcome RTS	• Il trattamento chirurgico delle patologie della colonna lombare negli atleti può produrre risultati eccellenti. • Gli atleti professionisti possono tornare al loro livello di prestazioni pre-infortunio e avere carriere di successo dopo la discectomia per ernia del disco lombare. • Gli atleti che si sottopongono a riparazione diretta della pars per spondilolisi possono essere in grado di tornare allo sport, ma il loro livello di partecipazione può variare. • C'è una grande variabilità nei criteri di ritorno al gioco pubblicati, che si basano principalmente sull'opinione degli esperti. • I medici devono in definitiva basare la loro decisione di rilasciare gli atleti allo sport sulla condizione di ogni individuo e sullo sport scelto.

4. DISCUSSIONE

Prevedere il tempo per il ritorno allo sport è un aspetto impegnativo del trattamento degli atleti. Watkins ha mostrato un rendimento medio di 5,3 mesi [72]. Tuttavia, variabili confondenti hanno probabilmente distorto questi dati. Molti atleti subiscono un intervento chirurgico alla fine della stagione; pertanto, la prima data possibile per il ritorno a giocare coincide spesso con la prima partita della stagione successiva.

Al tempo postoperatorio di 3 mesi, solo il 43% dei giocatori erano in stagione. Di questi, il 50% è tornato a giocare. Dei giocatori che erano in stagione a 6 mesi dall'intervento, il 72% è tornato allo sport. Questi dati possono essere utilizzati per consigliare a un giocatore e a una squadra che la percentuale di giocatori che tornano a 3 mesi era del 50%, a 6 mesi era del 72%, a 9 mesi era del 77% e a 12 mesi era dell'84%.

Questi dati di ritorno progressivo allo sport possono essere confrontati con altri risultati post-discectomia in pazienti che non sono atleti professionisti. In uno studio analizzato nella revisione di Watkins si è mostrato un ritorno al lavoro progressivo dopo discectomia lombare del 50% a 4 mesi, del 65% a 6 mesi e del 78% a 1 anno. Allo stesso modo, Weinstein ha mostrato tassi di ritorno al lavoro del 64% a 3 mesi e del 76% a 1 anno [27].

Complessivamente, comunque, il ritorno allo sport per lo studio di Watkins è stato dell'89%. Questo risultato è superiore alle percentuali riportate in altri studi su atleti professionisti.

Altri studi hanno confrontato direttamente i risultati operativi rispetto a quelli non operativi. [26,27,56]. Si è notato però che questi due gruppi non hanno condizioni di pretrattamento simili. La differenza nelle lesioni patologiche dei gruppi probabilmente determina quale trattamento hanno ricevuto. Confrontare i gruppi in base al loro esito al trattamento è impreciso perché sono due diversi tipi di pazienti. Ad esempio, i pazienti che hanno subito un intervento chirurgico hanno avuto maggiori lesioni radicolari preoperatorie da indirizzarli verso questo tipo di trattamento, e ciò può distorcere l'outcome confrontando il loro esito con pazienti non operativi con minori lesioni radicolari.

Prendendo in considerazione l'ernia discale lombare con conseguente danno radicolare, è noto come questa patologia può dimostrarsi un infortunio fortemente invalidante per atleti d'élite, con possibile conseguente riduzione di durata della carriera e delle prestazioni atletiche. La discectomia lombare è un trattamento di successo per LDH nella popolazione

generale in quanto allevia il dolore e ripristina la funzione nella maggior parte dei pazienti sottoposti alla procedura [74,27]. Tuttavia, l'impatto sulla discectomia lombare sugli atleti d'élite può variare rispetto alla popolazione generale a causa delle elevate esigenze postoperatorie richieste per raggiungere prestazioni atletiche d'élite.

I 10 studi inclusi nella revisione di Nair hanno rilevato che dal 75% al 100% degli atleti d'élite studiati erano in grado di tornare al loro precedente livello di competizione dopo la discectomia lombare, che è comparabile o migliore di quella della popolazione generale come descritto da Weinstein et al. (tasso di ritorno al lavoro del 76,2% 1 anno dopo la discectomia lombare) [27].

Il tempo medio di recupero riportato da 2,8 a 8,7 mesi dopo la discectomia lombare in questa popolazione di pazienti sembrava essere maggiore di quello osservato nella popolazione generale. Studi su quest'ultima popolazione [75] hanno raccomandato di tornare al lavoro da 1 a 4 settimane dopo la discectomia lombare [76], a seconda delle esigenze fisiche. Questa discrepanza può essere in parte spiegata dall'impatto che il tempo di gestione dell'intervento può avere. Ad esempio, gli atleti sottoposti a discectomia lombare a fine stagione o in situazioni in cui esiste un giocatore di riserva capace possono essere inseriti nella lista di riserva infortunati per il resto dell'anno prima di tornare la stagione successiva. Sebbene possano essere stati autorizzati dal punto di vista medico a giocare prima, il tempo di recupero sarebbe ritardato semplicemente a causa di una tipica bassa stagione. Inoltre, gli atleti professionisti devono spesso attendere almeno sei settimane dopo l'intervento chirurgico prima di eseguire qualsiasi tipo di attività fisica intensa. Le attività di impatto e l'allenamento della velocità sono spesso ritardati ulteriormente con la paura di re-infortunare l'atleta senza un adeguato rafforzamento del core. Queste realtà contribuiscono alle differenze nel tempo medio di recupero [77]. Sono necessari studi più rigorosi con endpoint specificamente definiti per definire meglio il tempo di recupero per gli atleti d'élite dopo la discectomia lombare.

In generale, i giocatori di baseball hanno avuto la più lunga durata media della carriera dopo la discectomia lombare (4,8 anni) [61], mentre gli atleti NFL hanno giocato per 3,1 anni [79] e gli atleti NHL hanno giocato per 2,6 anni in media dopo la discectomia lombare [63].

In termini di prestazioni postoperatorie, gli atleti d'élite sottoposti a discectomia lombare sono stati in grado di esibirsi dal 64,4% al 103,6% del basale del loro livello pre-operatorio

sulla base di esiti statistici. La variabilità dipendeva dallo sport giocato con atleti di hockey che avevano il più grande calo delle prestazioni post-operatorie e i giocatori di calcio che mostravano un leggero miglioramento delle prestazioni dopo la discectomia lombare. In due studi che hanno confrontato i punteggi delle prestazioni dopo il trattamento per LDH, non vi è stata alcuna differenza significativa tra trattamento operativo e non operativo.

La variabilità delle prestazioni può dipendere da una serie di fattori, tra cui l'età all'intervento chirurgico, il livello della squadra e la qualità dell'atleta prima dell'infortunio. Inoltre, le prestazioni statistiche non sono necessariamente indicative della capacità atletica perché l'abilità di un giocatore come la forza può avere un impatto diverso sul risultato post-operatorio a seconda dello sport, del ruolo e di altre abilità compensabili.

5. CONCLUSIONI

Negli atleti d'élite, la maggior parte delle condizioni lombari può essere gestita non chirurgicamente con risultati eccellenti. Il trattamento chirurgico è un'opzione praticabile per gli atleti in cui il trattamento non chirurgico ha fallito.

La gestione chirurgica delle condizioni della colonna lombare può produrre risultati eccellenti negli atleti. La riparazione diretta della pars ha elevato successo negli atleti più giovani, con alti tassi di ritorno al gioco per una varietà di tecniche di fissazione. La micro-discectomia per l'ernia del disco lombare ha risultati eccezionalmente favorevoli, con la stragrande maggioranza degli atleti che tornano a praticare un'ampia varietà di sport con un impatto minimo sulle prestazioni; prove di alto livello hanno dimostrato che possono tornare a giocare nel 75-100% dei casi [28].

I pazienti che hanno avuto procedure minimamente invasive per condizioni minori della colonna lombare sono in grado di riacquistare una gamma completa e indolore di movimento post-operatorio con maggiore probabilità di tornare a giocare a livelli pre-infortunio. Gli atleti le cui condizioni erano più gravi e richiedevano procedure chirurgiche invasive, come la fusione spinale, hanno meno possibilità di tornare a giocare a livelli pre-infortunio.

C'è una grande variabilità nei criteri RTP pubblicati, che si basano principalmente sulle opinioni e sull'esperienza degli autori. Il ritorno al gioco è valutato su base individuale, ma gli atleti devono prima riacquisire l'intera gamma di movimento e completare con successo un programma di riabilitazione strutturato prima di tornare a giocare. I medici devono in definitiva basare la loro decisione di rilasciare un atleta allo sport sulle condizioni di ogni individuo e sullo sport scelto.

6. KEY-POINT

- Il trattamento chirurgico è un'opzione praticabile per gli atleti in cui il trattamento non chirurgico ha fallito.
- La gestione chirurgica delle condizioni della colonna lombare può produrre risultati eccellenti negli atleti con la stragrande maggioranza che torna a praticare un'ampia varietà di sport con un impatto minimo sulle prestazioni.
- I pazienti che hanno avuto procedure minimamente invasive per condizioni minori della colonna lombare hanno maggiore probabilità di tornare a giocare a livelli pre-infortunio rispetto agli atleti le cui condizioni erano più gravi e richiedevano procedure chirurgiche invasive

7. BIBLIOGRAFIA

1. Ravindra VM, Senglaub SS, Rattani A, Dewan MC, Härtl R, Bisson E, et al.: *Degenerative lumbar spine disease: estimating global incidence and worldwide volume. Global Spine J* 8:784–794, 2018
2. Hoy D, March L, Brooks P, Blyth F, Woolf A, Bain C, et al.: *The global burden of low back pain: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study. Ann Rheum Dis* 73:968–974, 2014
3. Makanji H, Schoenfeld AJ, Bhalla A, Bono CM: *Critical analysis of trends in lumbar fusion for degenerative disorders revisited: influence of technique on fusion rate and clinical outcomes. Eur Spine J* 27:1868–1876, 2018
4. Hedlund R, Johansson C, Hägg O, Fritzell P, Tullberg T: *The long-term outcome of lumbar fusion in the Swedish lumbar spine study. Spine J* 16:579–587, 2016
5. Yoshihara H, Yoneoka D: *National trends in the surgical treatment for lumbar degenerative disc disease: United States, 2000 to 2009. Spine J* 15:265–271, 2015
6. Reid PC, Morr S, Kaiser MG. *State of the union: a review of lumbar fusion indications and techniques for degenerative spine disease. J Neurosurg Spine.* 2019 Jul 1;31(1):1-14. doi: 10.3171/2019.4.SPINE18915. PMID: 31261133.
7. Ravindra VM, Kraus KL, Riva-Cambrin JK, Kestle JR. *The need for cost-effective neurosurgical innovation—a Global Surgery Initiative. World Neurosurg.* 2015;84:1458-1461.
8. Moher, D., et al., *Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. PLoS Med*, 2009. 6(7): p. e1000097.
9. Gause PR, Godinsky RJ, Burns KS, Dohring EJ. *Lumbar Disk Herniations and Radiculopathy in Athletes. Clin Sports Med.* 2021 Jul
10. Eck, J.C., and L.H. Riley. *Return to play after lumbar spine conditions and surgeries. Clin. Sports Med.* 23:367Y379, 2004.
11. Alsobrook J, Clugston JR. *Return to play after surgery of the lumbar spine. Curr Sports Med Rep.* 2008 Feb;7(1):45-8. doi: 10.1097/01.CSMR.0000308666.15064.48. PMID: 18296945.
12. Wright, A., B. Ferree, and S. Tromanhauser. *Spinal fusion in the athlete. Clin. Sports Med.* 12:599Y602, 1993.
13. McCleary, M.D., and J.A. Congeni. *Current concepts in the diagnosis and treatment of spondylolysis in young athletes. Curr. Sports Med. Rep.* 6:62Y66, 2007.

14. Wimberly, R.L., and W.C. Lauerman. *Spondylolisthesis in the athlete*. *Clin. Sports Med*. 21:133Y145, 2002.
15. Lonstein, J.E. *Spondylolisthesis in children. Cause, natural history, and management*. *Spine*. 24:2640Y2648, 1999.
16. Watkins, R.G., and D.R. Campbell. *The older athlete after lumbar spine surgery*. *Clin. Sports Med*. 10:391Y399, 1991.
17. Dreisinger TE, Nelson B. *Management of back pain in athletes*. *Sports Med* 1996; 21(4):313–20.
18. Bono CM. *Low-back pain in athletes*. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86A(2):382–96
19. Hainline B. *Low back injury*. *Clin Sports Med* 1995;14(1):241–65.
20. Schmidt CP, Zwingenberger S, Walther A, et al. *Prevalence of low back pain in adolescent athletes - an epidemiological investigation*. *Int J Sports Med* 2014; 35(8):684–9.
21. Keene JS, Albert MJ, Springer SL, et al. *Back injuries in college athletes*. *J Spinal Disord* 1989;2(3):190–5
22. Purcell L, Micheli L. *Low back pain in young athletes*. *Sports Health* 2009;1(3): 212–
23. Micheli LJ, Wood R. *Back pain in young athletes. Significant differences from adults in causes and patterns*. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1995;149(1):15–8.
24. Li Y, Hresko MT. *Lumbar spine surgery in athletes: outcomes and return-to-play criteria*. *Clin Sports Med* 2012;31(3):487–98.
25. Radcliff KE, Kalantar SB, Reitman CA. *Surgical management of spondylolysis and spondylolisthesis in athletes: indications and return to play*. *Curr Sports Med Rep* 2009;8(1):35–40.
26. Hsu WK, McCarthy KJ, Savage JW, et al: *The Professional Athlete Spine Initiative: Outcomes after lumbar disc herniation in 342 elite professional athletes*. *Spine J* 2011;11(3):180-186
27. Weinstein JN, Lurie JD, Tosteson TD, et al: *Surgical versus nonoperative treatment for lumbar disc herniation: Four-year results for the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT)*. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008; 33(25):2789-2800.
28. Nair R, Kahlenberg CA, Hsu WK: *Outcomes of lumbar discectomy in elite athletes: The need for high-level evidence*. *Clin Orthop Relat Res* 2015;473(6):1971-1977.
29. Hsu WK, Jenkins TJ. *Management of Lumbar Conditions in the Elite Athlete*. *J Am Acad Orthop Surg*. 2017 Jul;25(7):489-498. doi: 10.5435/JAAOS-D-16-00135. PMID: 28574940.

30. Brooks BK, Southam SL, Mlady GW, Logan J, Rosett M: Lumbar spine spondylolysis in the adult population: Using computed tomography to evaluate the possibility of adult onset lumbar spondylosis as a cause of back pain. *Skeletal Radiol* 2010;39(7):669-673.
31. Rossi F, Dragoni S: Lumbar spondylolysis: Occurrence in competitive athletes: Updated achievements in a series of 390 cases. *J Sports Med Phys Fitness* 1990;30(4):450-452.
32. Sakai T, Sairyo K, Suzue N, Kosaka H, Yasui N: Incidence and etiology of lumbar spondylolysis: Review of the literature. *J Orthop Sci* 2010;15(3):281-288
33. Micheli LJ, Wood R: Back pain in young athletes. Significant differences from adults in causes and patterns. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1995;149(1):15-18.
34. Battié MC, Videman T, Kaprio J, et al: The Twin Spine Study: Contributions to a changing view of disc degeneration. *Spine J* 2009;9(1):47-59
35. Patel AA, Spiker WR, Daubs M, Brodke D, Cannon-Albright LA: Evidence for an inherited predisposition to lumbar disc disease. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93(3):225-229.
36. Hangai M, Kaneoka K, Hinotsu S, et al: Lumbar intervertebral disk degeneration in athletes. *Am J Sports Med* 2009;37(1): 149-155.
37. Boden SD, Davis DO, Dina TS, Patronas NJ, Wiesel SW: Abnormal magnetic-resonance scans of the lumbar spine in asymptomatic subjects: A prospective investigation. *J Bone Joint Surg Am* 1990; 72(3):403-408.
38. Borenstein DG, O'Mara JW Jr, Boden SD, et al: The value of magnetic resonance imaging of the lumbar spine to predict low-back pain in asymptomatic subjects: A seven-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83(9): 1306-1311.
39. Mok FP, Samartzis D, Karppinen J, Fong DY, Luk KD, Cheung KM: Modic changes of the lumbar spine: Prevalence, risk factors, and association with disc degeneration and low back pain in a large- scale population-based cohort. *Spine J* 2016;16(1):32-
40. Nozawa, S., K. Shimizu, K. Miyamoto, and M. Tanaka. Repair of pars interarticularis defect by segmental wire fixation in young athletes with spondylolysis. *Am. J. Sports Med.* 31:359Y364, 2003.
41. Reitman, C.A., and S.I. Esses. Direct repair of spondylolytic defects in young competitive athletes. *Spine J.* 2:142Y144, 2002.

42. Debnath, U.K., B.J.C. Freeman, F.P. Gregory, et al. Clinical outcome and return to sport after the surgical treatment of spondylolysis in young athletes. *J. Bone Joint Surg. Br.* 85:244Y249, 2003.
43. Li Y, Hresko MT. Lumbar spine surgery in athletes: outcomes and return-to-play criteria. *Clin Sports Med* 2012;31(3):487–98.
44. Drazin D, Shirzadi A, Jeswani S, et al. Direct surgical repair of spondylolysis in athletes: indications, techniques, and outcomes. *Neurosurg Focus* 2011;31(5): E9
45. Bouras T, Korovessis P. Management of spondylolysis and low-grade spondylolisthesis in fine athletes. A comprehensive review. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2015;25(Suppl 1):S167–75
46. Menga EN, Kebaish KM, Jain A, et al. Clinical results and functional outcomes after direct intralaminar screw repair of spondylolysis. *Spine* 2014;39(1):104–10.
47. Snyder LA, Shufflebarger H, O'Brien MF, et al. Spondylolysis outcomes in adolescents after direct screw repair of the pars interarticularis. *J Neurosurg Spine* 2014;21(3):329–33.
48. Durrani AA, Desai R, Chavanne A, et al. 125. Outcome of direct PARS repair in competitive athletes. *Spine J* 2008;8(Suppl 5):64S.
49. Sutton JH, Guin PD, Theiss SM. Acute lumbar spondylolysis in intercollegiate athletes. *J Spinal Disord Tech* 2012;25(8):422–5.
50. Gillis CC, Eichholz K, Thoman WJ, et al. A minimally invasive approach to defects of the pars interarticularis: Restoring function in competitive athletes. *Clin Neurol Neurosurg* 2015;139:29–34.
51. Radcliff KE, Kalantar SB, Reitman CA. Surgical management of spondylolysis and spondylolisthesis in athletes: indications and return to play. *Curr Sports Med Rep* 2009;8(1):35–40.
52. Baker, R.J., and D. Patel. Lower back pain in the athlete: common conditions and treatment. *Prim. Care.* 32:201Y229, 2005.
53. Dunn, I.F., M.R. Proctor, and A.L. Day. Lumbar spine injuries in athletes. *Neurosurg. Focus.* 21:E4, 2006.
54. Rubery, P.T., and D.S. Bradford. Athletic activity after spine surgery in children and adolescents: results of a survey. *Spine.* 27:423Y427, 2002.
55. Molinari, R.W., J.F. Sloboda, and E.C. Arrington. Low-grade isthmic spondylolisthesis treated with instrumented posterior lumbar interbody fusion in US servicemen. *J. Spinal Disord.* 18:S24YS29, 2005.

56. Anakwenze OA, Namdari S, Auerbach JD, et al. Athletic performance outcomes following lumbar discectomy in professional basketball players. *Spine* 2010; 35(7):825–8
57. Wang JC, Shapiro MS, Hatch JD, et al. The outcome of lumbar discectomy in elite athletes. *Spine* 1999;24(6):570–3.
58. Nair R, Kahlenberg CA, Hsu WK. Outcomes of lumbar discectomy in elite athletes: the need for high-level evidence. *Clin Orthop Relat Res* 2015;473(6): 1971–7 [A systematic review or a meta-analysis].
59. Overley SC, McAnany SJ, Andelman S, et al. Return to play in elite athletes after lumbar microdiscectomy: a meta-analysis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2016;41(8): 713–8 [A systematic review or a meta-analysis].
60. Weistroffer JK, Hsu WK: Return-to-play rates in National Football League linemen after treatment for lumbar disk herniation. *Am J Sports Med* 2011;39(3):632-636.
61. Earhart JS, Roberts D, Roc G, Gryzlo S, Hsu W: Effects of lumbar disk herniation on the careers of professional baseball players. *Orthopedics* 2012;35(1):43-49.
62. Fleisig GS, Hsu WK, Fortenbaugh D, Cordover A, Press JM: Trunk axial rotation in baseball pitching and batting. *Sports Biomech* 2013;12(4):324-333.
63. Schroeder GD, McCarthy KJ, Micev AJ, Terry MA, Hsu WK: Performance-based outcomes after nonoperative treatment, discectomy, and/or fusion for a lumbar disc herniation in National Hockey League athletes. *Am J Sports Med* 2013;41(11): 2604-2608.
64. Mochida, J., K. Nishimura, M. Okuma, et al. Percutaneous nucleotomy in elite athletes. *J. Spinal Disord.* 14:159Y164, 2001.
65. Matusnaga, S., T. Sakou, E. Taketomi, and K. Ijiri. Comparison of operative results of lumbar disc herniation in manual laborers and athletes. *Spine.* 18:2222Y2226, 1993.
66. Micheli LJ, Wood R. Back pain in young athletes. Significant differences from adults in causes and patterns. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1995;149(1):15–8.
67. Siepe CJ, Wiechert K, Khattab MF, et al. Total lumbar disc replacement in athletes: clinical results, return to sport and athletic performance. *Eur Spine J* 2007;16(7):1001–13
68. Tumialan LM, Ponton RP, Garvin A, et al. Arthroplasty in the military: a preliminary experience with ProDisc-C and ProDisc-L. *Neurosurg Focus* 2010;28(5):E18.

69. Ghiselli G, Wang JC, Bhatia NN, Hsu WK, Dawson EG: Adjacent segment degeneration in the lumbar spine. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86(7):1497-1503.
70. Zigler JE, Delamarter RB: Five-year results of the prospective, randomized, multicenter, Food and Drug Administration investigational device exemption study of the ProDisc-L total disc replacement versus circumferential arthrodesis for the treatment of single-level degenerative disc disease. *J Neurosurg Spine* 2012;17(6):493-501.
71. Adogwa O, Parker SL, Bydon A, Cheng J, McGirt MJ: Comparative effectiveness of minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion: 2- year assessment of narcotic use, return to work, disability, and quality of life. *J Spinal Disord Tech* 2011;24(8):479-484.
72. Watkins RG IV, Williams LA, Watkins RG III. Microscopic lumbar dis- cectomy results for 60 cases in professional and Olympic athletes. *Spine*. 2003;3:100-105.
73. Donceel P, Du Bois M. Fitness for work after surgery for lumbar disc herniation: a retrospective study. *Eur Spine J*. 1998;7:29-35.
74. Buttermann GR. The effect of spinal steroid injections for degenerative disc disease. *Spine J*. 2004;4:495–505.
75. Long DM. Decision making in lumbar disc disease. *Clin Neu- rosur*. 1992;39:36–51.
76. Carragee EJ, Helms E, O’Sullivan GS. Are postoperative activity restrictions necessary after posterior lumbar discectomy? A pro- spective study of outcomes in 50 consecutive cases. *Spine*. 1996;21:1893–1897.
77. Osterman H, Seitsalo S, Karppinen J, Malmivaara A. Effective- ness of microdiscectomy for lumbar disc herniation: a randomized controlled trial with 2 years of follow-up. *Spine*. 2006;31:2409–2414.
78. Hsu WK. Performance-based outcomes following lumbar disc- ectomy in professional athletes in the National Football League. *Spine*. 2010;35:1247–1251.