

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA

Sede: Campus Universitario di Savona

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

***Correlazione tra GIRD
(glenohumeral internal rotation deficit)
e sviluppo dei sintomi di impingement***

Relatore

Erica Monaldi

Tesi di

Sara Savoia

Anno accademico 2011/2012

INDICE

ABSTRACT	Pag. 4
INTRODUZIONE	Pag. 5
MATERIALI EMETODI	Pag. 7
STRATEGIA DI RICERCA	Pag. 7
CRITERI DI ELEGGIBILITA'	Pag. 8
RISULTATI	Pag. 10
TABELLA STUDI DI POPOLAZIONE	Pag. 13
TABELLA REVIEW	Pag. 28
DISCUSSIONI	Pag. 31
PROPOSTA VALUTAZIONE E TRATTAMENTO GIRD	Pag. 36
CONCLUSIONI	Pag. 42
BIBLIOGRAFIA	Pag. 43

ABSTRACT

BACKGROUND: il GIRD (Deficit di Rotazione Interna Gleno-omerale) è una condizione che si presenta spesso in atleti che praticano sport *overhead*, in particolar modo nei giocatori di baseball lanciatori. Questi atleti, che più frequentemente rispetto ad altre categorie di sportivi tendono a sviluppare GIRD sull'arto dominante, sono anche coloro che più spesso sono soggetti ad infortuni alle spalle, soprattutto dal lato dominante, e/o riportano una sintomatologia correlabile alla sindrome di impingement. Dal momento che il GIRD è considerato un fattore di rischio per infortuni è importante saperlo valutare e, quando individuato, saperlo trattare in modo adeguato, anche come prevenzione nei giovani atleti e nei professionisti.

OBIETTIVI: obiettivo di questa tesi è verificare se esiste una correlazione tra GIRD e sindrome di impingement. Sulla base dei lavori presenti in letteratura verrà inoltre proposto un metodo di valutazione e trattamento del GIRD.

RISORSE DATI: la ricerca in letteratura è stata condotta sui database elettronici PubMed, Pedro e Cochrane; ulteriori articoli sono stati individuati dalla bibliografia degli articoli trovati.

RISULTATI: gli articoli presenti in questo elaborato includono 10 biomechanical studies, 7 review, 3 RCT, 1 PRCT, 1 case series, 1 cohort study, 1 case control study, 4 cross-sectional studies e 1 prognostic study. Dall'analisi degli studi emerge che il GIRD è il risultato di adattamenti che avvengono nei tessuti molli e/o nella matrice ossea; inoltre è favorito da variabilità individuali nella geometria dei capi ossei. I fattori che vengono evidenziati in associazione al GIRD sono: rigidità della capsula articolare postero-inferiore, aumento della *stiffness* della muscolatura posteriore (muscoli della cuffia e deltoide posteriore), aumentata retroversione della testa omerale. Queste modificazioni morfo-strutturali comportano alterazioni nella traslazione della testa omerale nella glena, nel posizionamento della scapola sia a riposo che durante i movimenti dell'arto superiore, nell'attività muscolare del complesso spalla; tutto ciò, in soggetti con presenza di GIRD, determina un aumento del rischio di sviluppare impingement sia sub-acromiale che interno.

CONCLUSIONI: la correlazione tra GIRD e sviluppo dell'impingement può essere ipotizzata sulla base delle alterazioni che avvengono nell'artro e osteocinematica dell'articolazione gleno-omerale in seguito agli adattamenti ossei e dei tessuti molli in soggetti che praticano attività *overhead*. Considerando l'eziopatogenesi multifattoriale dell'impingement, il GIRD non risulta come unica possibile causa dello sviluppo di tale patologia, quanto piuttosto un fattore di rischio in associazione ad altre alterazioni che avvengono a carico dell'articolazione.

INTRODUZIONE

Kibler nel 1988 fu il primo autore a parlare di GIRD descrivendolo come “una misurazione minore di 25 gradi di rotazione interna nella spalla interessata” (8).

In letteratura scientifica esistono varie definizioni di GIRD. Alcuni autori ne parlano in modo generico come “riduzione del range in rotazione interna evidenziata in una delle due spalle” (18), altri come “differenza di rotazione interna di 15° o più rispetto all’arto controlaterale con perdita di 10° o più del ROM totale” (21); altri ancora si riferiscono al GIRD come “una differenza in rotazione interna maggiore del 20% dall’arto dominante”(2), “una differenza di 15° o più rispetto all’arto controlaterale” (25) oppure “una riduzione di più di 20° tra arto dominante e non” (19).

Ad oggi, la definizione maggiormente sostenuta per il Deficit di Rotazione Interna Gleno-omeroale è “una differenza nella rotazione interna di almeno 20° tra i due arti superiori” (8) .

I soggetti che mostrano con maggior frequenza il GIRD sono gli atleti che praticano sport *overhead*, soprattutto giocatori di baseball e in particolar modo i lanciatori (8, 4, 13). La presenza di GIRD è un fattore di rischio per infortunio alla spalla; il 28% di tutti gli infortuni riportati dai giocatori di baseball professionisti interessano l’articolazione della spalla e i lanciatori risultano i giocatori maggiormente colpiti (69%) (29). Il movimento in rotazione interna, che va a concludere il gesto del lancio, è il più veloce movimento umano misurato ed avviene ad una velocità angolare di circa 7000 gradi/sec. (29). Questo implica la necessità di grandi forze che devono essere generate posteriormente alla spalla per bilanciare i movimenti dell’omero. Si pensa che simili stress, ripetuti nel tempo, possano portare a modificazioni del ROM gleno-omeroale nei lanciatori come conseguenza di alterazioni tessutali (16).

Le cause principali del GIRD sono alterazioni che avvengono nella matrice ossea in via di sviluppo (epifisiolisi nei giovani sportivi, ovvero lisi della parte prossimale dell’omero) e nei tessuti molli (capsula, legamenti, muscoli), ma anche differenze nella geometria ossea proprie della variabilità individuale (accentuata retroversione omeroale).

Le alterazioni che avvengono a livello della matrice ossea, conseguenti il fenomeno dell’epifisiolisi, si sviluppano principalmente nei ragazzi tra gli 11 e i 14 anni. In questi soggetti la fusione ossea a livello epifisario non è ancora completa (condizione tipica della loro fascia di età) e se praticano attività *overhead* a determinati livelli agonistici sottopongono l’articolazione della spalla ad elevati stress rotazionali; simili stress e trazioni ripetute possono causare microfratture a livello della fisi omeroale, zona molto suscettibile ad infortunio data la disposizione verticale delle fibre collagene. Nell’epifisi a livello dell’omero prossimale, l’epifisiolisi si evidenzia nelle indagini cliniche con

irregolarità ossea, demineralizzazione, frammentazione e reazione periostale, simile alle fratture da stress (20).

Il contributo delle modifiche del tessuto muscolare acquista grande importanza nei giovani adulti, tra i 16 e i 30 anni; le elevate e ripetute forze torsionali, e le contrazioni muscolari eccentriche, cui sono sottoposti i muscoli posteriori della spalla in un atleta ad esempio lanciatore portano a rigidità tessutale. Il danneggiamento delle fibre muscolari determina il rilascio di grandi quantità di calcio intramuscolare, mediatore della contrazione delle fibrille, da cui deriva l'accorciamento del muscolo e aumento della *stiffness* (8). I muscoli coinvolti sono quelli della cuffia dei rotatori, in particolare infraspinato e piccolo rotondo, ma anche deltoide posteriore (28).

Oltre i 30 anni, infine, sono i microtraumi che avvengono a livello delle strutture legamentose e capsulari a risultare determinanti per l'instaurarsi del GIRD; l'eccessiva risposta fibroblastica che avviene per riparare i tessuti danneggiati sembra essere alla base dell'ipertrofia e rigidità della capsula posteriore (23). In particolar modo, lo sviluppo del GIRD risulta correlato alla restrizione del recesso postero-inferiore nella banda posteriore del legamento gleno-omeroale inferiore (18). Altri fattori che vanno presi in considerazione nei lanciatori adulti professionisti sono l'aumento della rotazione esterna e della retroversione omeroale; anche questi predispongono ad infortuni alla spalla, in quanto aumentano gli stress sulle strutture posteriori (23).

L'articolazione gleno-omeroale è influenzata da tutte le modificazioni sopra descritte: esse determinano infatti cambiamenti nella posizione della scapola, nell'orientamento dell'asse omeroale e delle traslazioni della testa dell'omero nella glena.

In soggetti con importante deficit in intrarotazione gleno-omeroale, in posizione di riposo la scapola appare protratta, con aumento dell'upward rotation e del tilt anteriore (22). Durante l'elevazione dell'arto in abduzione invece i movimenti della scapola, tra cui anche l'upward rotation, risultano limitati, essendo condizionati dalla rigidità delle strutture posteriori di spalla e dalla debolezza degli stabilizzatori dinamici della scapola (25). La rigidità della capsula posteriore è stata messa in relazione con il GIRD in numerosi studi (22, 16, 29, 12, 27); l'accorciamento delle strutture posteriori di spalla è stato correlato anche con l'aumento della retroversione omeroale (18) e sembra influenzare le traslazioni della testa dell'omero nella glena, con alterazione del fulcro di movimento. Simili cambiamenti nell'artro- e osteo-cinematica di spalla, se mantenute nel tempo, possono rappresentare fattori di rischio per l'insorgenza di patologie e infortuni.

Obiettivo di questo lavoro di revisione della letteratura è cercare evidenze che mettano in relazione il GIRD con la sindrome di impingement.

Successivamente, l'intenzione è proporre un protocollo per la valutazione e il trattamento del GIRD sulla base delle conoscenze ad oggi esistenti.

MATERIALI E METODI

STRATEGIA DI RICERCA

La ricerca è stata condotta con l'obiettivo di approfondire la correlazione tra limitazione del ROM in intrarotazione dell'articolazione gleno-omerale (GIRD) e la sindrome d'impingement.

A tal proposito sono state consultate le banche dati elettroniche di Pubmed, Pedro e Cochrane nel periodo tra luglio e ottobre 2012.

Nel database Pubmed è stata utilizzata una stringa di ricerca che contenesse come parole chiave GIRD e suoi sinonimi: posterior shoulder tightness, posterior capsule tightness, posterior capsule thickness, collegandoli con l'operatore booleano OR.

La stringa utilizzata per la ricerca è risultata pertanto essere la seguente:

("GIRD" OR "glenohumeral internal rotation deficit" OR "glenohumeral internal rotation deficits" OR "posterior shoulder tightness" OR "posterior capsule thickness" OR "posterior capsule tightness")

Nei database di Pedro e Cochrane è stata condotta una *Simple Research* utilizzando il termine "posterior shoulder tightness".

È stata inoltre condotta una ricerca manuale per poter inserire ulteriori studi significativi evidenziati esaminando la bibliografia delle pubblicazioni maggiormente rilevanti.

CRITERI DI ELEGGIBILITA'

Si è scelto di includere nella ricerca studi con i seguenti requisiti, riassunti in tabella 1:

- **Participants:** sono stati inclusi soggetti appartenenti alla specie umana, escludendo gli studi su cadavere; soggetti con sintomi di impingement, con diagnosi di impingement e non, ma anche soggetti asintomatici; sportivi (soprattutto “atleti *overhead*”) e non.
- **Intervention:** si è indagata la correlazione tra impingement e GIRD; nello specifico, sono stati valutati i trattamenti che, agendo sul recupero della limitazione in intrarotazione gleno-omerale, potessero apportare un miglioramento della sintomatologia da impingement. Sono stati inoltre approfonditi gli aspetti di biomeccanica e cinematica delle articolazioni gleno-omerale e scapolo-toracica per meglio comprendere l'eziopatogenesi della sintomatologia.
- **Outcome:** riduzione della sintomatologia, aumento del ROM e funzionalità dell'articolazione gleno-omerale.
- **Method:** studi degli ultimi 20 anni (da gennaio 1993) pubblicati in lingua inglese; livelli di evidenza considerati: I-IV (Sackett), includendo inoltre analisi biomeccaniche e review.

TABELLA N. 1: CRITERI DI ELEGGIBILITA'

Caratteristiche dello studio	Criteri di inclusione	Criteri di esclusione
Tipi di studio	Livelli di evidenza da 1 a 4 (Sackett), includendo inoltre "review" e "analisi biomeccaniche" (liv. 5)	Livello di evidenza 5 (expert opinion) Articoli il cui contenuto esuli dall'argomento della tesi
Data degli articoli	Studi pubblicati negli ultimi 20 anni	Studi pubblicati prima di gennaio 1993
Partecipanti	Specie umana Soggetti uomini e donne Atleti e lavoratori overhead e non Soggetti sintomatici e non	Studi su animali Studi su cadavere
Tipi di intervento	Analisi biomeccaniche Misurazioni in laboratorio Esame fisico oggettivo Trattamento conservativo	Trattamento chirurgico Solo bioimmagini
Tipologia di disfunzione/lesione	Presenza di deficit in rotazione interna gleno-omeroale, associata o meno a sintomi di impingement	Fratture e presenza di altre lesioni tessutali associate
Misure di outcome	Dati ricavati da misurazioni riproducibili e affidabili Utilizzo di scale scientificamente valide	
Lingua	Inglese	Altre lingue
Stato di pubblicazione	Articoli pubblicati	

RISULTATI

Dalla ricerca sui database sono stati individuati 116 articoli: 108 su Pubmed, 5 su Pedro e 3 su Cochrane. Da una prima selezione, eliminando i duplicati, sono stati presi in considerazione 111 articoli; di questi, 57 sono stati esclusi: 24 perché pubblicati prima del 1993, 2 per mancata reperibilità del full-text, 31 dopo la lettura del titolo/abstract perché non inerenti all'argomento di interesse. I full-text esaminati sono stati 54; applicando i criteri di eleggibilità, sono stati selezionati 22 articoli. Altri 6 articoli sono stati aggiunti dalle bibliografie in quanto ritenuti rilevanti; il totale dei lavori inseriti in questo elaborato è pari a 30 articoli (Grafico 1 – flow-chart).

I 30 articoli inclusi in questo lavoro di revisione risultano così suddivisi:

- 11 Biomechanical studies
- 1 Case Control
- 1 Case Series
- 1 Cohort study
- 4 Cross-Sectional studies
- 1 Prognostic study
- 1 Prospective Randomized Clinical Trial
- 3 Randomized Clinical Trial
- 7 Review

Vengono proposte due tabelle, una per gli studi di popolazione (Tabella 1) e l'altra per le review (Tabella 2), che riassumono il contenuto dei 30 articoli analizzati.

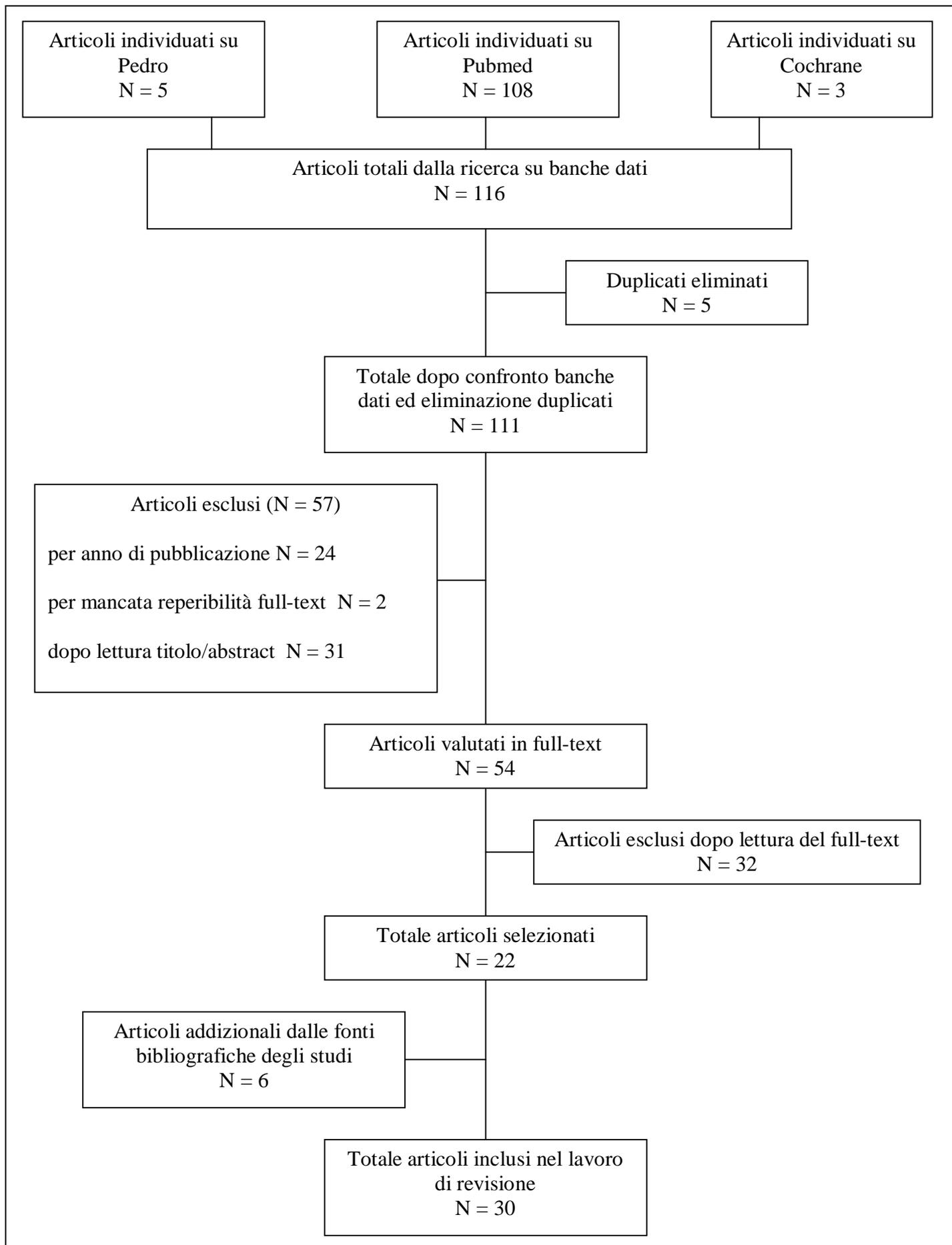


Grafico 1. Flow-chart degli articoli inclusi nel lavoro di revisione.

TABELLA N. 2: STUDI DI POPOLAZIONE

Articolo	Obiettivo E Tipologia di studio	Gruppi di studio e Intervento	Strumenti & Outcomes	Risultati	Conclusioni
<p>“A bilateral comparison of posterior capsule thickness and its correlation with glenohumeral range of motion and scapular upward rotation in collegiate baseball players”</p> <p>Stephen J. Thomas, Charles “Buz” Swanik, Jill S. Higginson</p> <p>Journal of Shoulder and elbow surgery, Vol. 20, 708-716, 2011</p>	<p>Stabilire se esista ipertrofia della capsula posteriore nell’arto dominante e stabilire se vi è correlazione tra rotazione interna/estern a gleno-omeroale e posizione di upward rotation della scapola</p> <p>Studio: anatomico in vivo, misurazioni in laboratorio</p>	<p>24 giocatori di baseball volontari asintomatici (di cui 12 pitchers, età media 19.4 anni, e 12 position players, età media 19.8 anni); vengono valutati: rigidità capsula posteriore, rotazione gleno-omeroale interna ed esterna, posizione scapolare (grado di upward rotation), vengono confrontati arto dominante e non dominante, analisi dei dati con statistica descrittiva e inferenziale</p>	<p>Trasduttore ad ultrasuoni (10 M-Hz) per le misurazioni della capsula posteriore, inclinometro digitale per rotazioni omerali, in clinometro digitale modificato (Johnson et al.)</p>	<p>Differenze significative tra lato dominante e non-dominante per quanto riguarda la rigidità della capsula posteriore: lato dominante maggiore del non dominante (P = 0.001). C’è correlazione significativa tra rigidità capsulare posteriore e rotazione interna di omero (P = - 0.498); la rigidità capsulare posteriore è correlata anche alla rotazione esterna(P = 0.002) e upward rotation scapolare durante l’abduzione (P = 0.0001). Correlazione significativa anche tra rigidità capsulare posteriore e upward rotation della scapola a 60°, 90° e 120° di abduzione.</p>	<p>Viene evidenziata correlazione positiva significativa tra rigidità della capsula posteriore, upward rotation scapolare e rotazione esterna gleno-omeroale; la rigidità capsulare correla invece negativamente con la rotazione interna.</p> <p>La riduzione della rotazione interna e l’aumento di rotazione esterna gleno-omeroale così come l’aumento dell’upward rotation della scapola durante l’abduzione dell’arto superiore dal lato dominante possono almeno parzialmente essere attribuiti ad un’ipertrofia e maggiore rigidità della capsula posteriore.</p>

<p>“Changes in passive range of motion and development of glenohumeral internal rotation deficit (GIRD) in the professional pitching shoulder between spring training in two consecutive years”</p> <p>Ellen Shanley, Charles A. Thigpe, et al.</p> <p>Journal of Shoulder and elbow surgery, 1-8, 2012</p>	<p>Valutazione della torsione omerale e della mobilità della spalla in 2 anni consecutivi in giocatori di baseball (pitchers) professionisti; esaminare la prevalenza di riduzione della rotazione interna omerale (GIRD) e l'influenza della torsione omerale nei giocatori con e senza GIRD</p> <p>Anatomic study, in vivo</p>	<p>72 atleti professionisti asintomatici reclutati, 33 su cui è stato possibile effettuare follow-up a 2 anni (età media 23.4 anni). Tutte le misurazioni sono state fatte prima delle sessioni di allenamento; sono stati misurati il ROM bilaterale delle articolazioni gleno-omerale e il grado di torsione omerale. Esaminatori in cieco sulla dominanza di lato.</p>	<p>In clinometro digitale per la valutazione bilaterale del ROM della spalla (rotazione interna ed esterna a 90° di abduzione, abduzione orizzontale); tecnica di ultrasuonografia indiretta per la valutazione della torsione omerale.</p>	<p>La spalla dominante presenta aumento significativo in rotazione esterna e riduzione significativa di rotazione interna e adduzione orizzontale. Correlazione negativa tra abduzione omerale/ rotazione interna gleno-omerale e retroversione dell'omero, mentre la rotazione esterna correla positivamente con la torsione omerale. Soggetti con GIRD presentano rigidità capsulare posteriore, misurata indirettamente tramite la valutazione dell'abduzione orizzontale (P = 0.01) e una maggiore retroversione omerale (P = 0.05). La prevalenza di GIRD (differenza di rotazione interna di 15° o più rispetto al controlaterale con perdita di 10° o più del ROM totale) è risultata del 25% nei 2 anni.</p>	<p>La rotazione interna e l'abduzione omerale ridotte, la rotazione esterna aumentata e il fatto che sia rimasto pressoché invariato nei 2 anni il ROM globale nei soggetti esaminati fa pensare ad una modifica dei tessuti molli come adattamento al gesto sportivo. Si suggerisce di monitorare il ROM delle spalle nel corso della stagione agonistica in modo da prevenire possibili traumi.</p>
<p>“Quantification of posterior capsule tightness and motion loss in patients with shoulder impingement”</p> <p>Timothy F. Tyler,</p>	<p>Evidenziare i cambiamenti nel ROM e nella rigidità della capsula posteriore in pazienti con impingement di spalla dominante e non.</p>	<p>Gruppo di controllo: 33 soggetti volontari senza infortuni o problematiche alle spalle; gruppo di studio: 31 pazienti con diagnosi di impingement secondario (discinesia scapolare). Esaminatori in cieco.</p>	<p>Goniometro standard per le misurazioni delle rotazioni interna ed esterna.</p>	<p>Pazienti con impingement della spalla dominante mostrano una riduzione significativa della rotazione interna gleno-omerale (P < 0.001) e maggior rigidità della capsula posteriore (P = 0.011) rispetto al gruppo di controllo; non è significativa la perdita di rotazione esterna (P = 0.47). pazienti con impingement nella spalla non dominante</p>	<p>Lo studio mostra la relazione tra la riduzione di rotazione interna gleno-omerale e rigidità della capsula posteriore nei pazienti con impingement. Si fanno ipotesi sulla modificazione che potrebbe avvenire per prima ed essere causa dell'altra: è probabile che il paziente eviti i movimenti in rotazione internache gli provocano impingement e quindi dolore, da cui riduzione del ROM e restrizione della capsula posteriore; ma è anche possibile</p>

<p>Stephen J. Nicholas</p> <p>The American Journal of Sport Medicine, Vol. 28, o. 5, 2000</p>	<p>Studio anatomico con misurazioni</p>			<p>mostrano riduzioni significative delle rotazioni e aumento della rigidità capsulare rispetto al controllo.</p> <p>Viene evidenziata una correlazione significativa tra il deficit in rotazione interna e l'aumento di rigidità capsulare in pazienti con impingement (P = 0.006).</p>	<p>che la rigidità della capsula possa forzare anteriormente la testa omerale causando impingement e riduzione del movimento completo per dolore.</p>
<p>“The immediate effects of muscle energy technique on posterior shoulder tightness: a randomized control trial”</p> <p>Stephanie D. Moore, Kevin G. Laudner</p> <p>Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, Vol. 41, No. 6, June 2011</p>	<p>Confronto tra la MET per gli abduttori orizzontali e la MET per i rotatori esterni dell'articolazione gleno-omeroale per migliorare il ROM (in intrarotazione e adduzione orizzontale) nei giocatori di baseball.</p> <p>Randomized control trial</p>	<p>61 giocatori di baseball di I divisione volontari asintomatici randomizzati in 3 gruppi: 22 controllo (età media 19.8); 22 MET di estrarotatori (età media 20.4); 19 MET di abduttori orizzontali (età media 19.5).</p> <p>Misurazioni in cieco prima e dopo l'intervento: adduzione orizzontale, rotazione interna.</p>	<p>Viene utilizzato un inclinometro digitale per misurare la flessibilità delle strutture posteriori tramite adduzione orizzontale e rotazione interna gleno-omeroali.</p>	<p>Il gruppo trattato con tecnica MET degli abduttori orizzontali mostra aumento significativo del ROM in adduzione orizzontale post intervento rispetto al controllo (P = 0.011); è significativo anche l'aumento in rotazione interna dello stesso gruppo rispetto al gruppo MET degli estrarotatori (P = 0.020) e al controllo (P = 0.029).</p>	<p>Dall'osservazione di una significativa riduzione dell'arco totale di movimento nell'arto dominante rispetto al non dominante, si ipotizza che il deficit in rotazione interna dei soggetti partecipanti sia attribuibile alla rigidità delle strutture posteriori di spalla (in caso contrario, se l'alterazione fosse a carico esclusivo dell'osso, il ROM totale dovrebbe apparire simile dai due lati).</p> <p>La MET eseguita a livello degli abduttori orizzontali risulta maggiormente e significativamente efficace nel recupero della flessibilità delle strutture posteriori di spalla e può essere d'aiuto nella prevenzione e trattamento negli infortuni associati a GIRD e rigidità posteriore.</p>

<p>“Effects and predictors of shoulder muscle massage for patients with posterior shoulder tightness</p> <p>Jing-Ian Yang, Shiau-ye Chen</p> <p>BMC Musculoskeletal Disorders, 13: 46, 2012</p>	<p>Indagine sull’effetto e previsione di efficacia del massaggio nel trattamento dei pazienti con riduzione della rotazione interna gleno-omerale e rigidità della capsula posteriore.</p> <p>Randomized Control Trial</p>	<p>2 gruppi di 30 pazienti con rigidità capsulare posteriore (tot. 60 pazienti, di cui 43 donne e 17 uomini, età media 54 anni) randomizzati tramite computer: 1 gruppo di controllo al quale viene fatto un massaggio leggero (placebo) per 10 minuti 4 volte a settimana; un gruppo di studio a cui viene fatto un massaggio per 18 minuti 2 volte a settimana. Muscoli massaggiati: deltoide posteriore, infraspinato, piccolo rotondo. Operatori in cieco.</p>	<p>Goniometro per misurare il ROM in rotazione interna, il questionario autocompilato FLEX-SF (Flexilevel Scale of Shoulder Function) per valutare la funzionalità dell’arto superiore, un miotometro (con EMG di superficie di controllo) per misurare la stiffness muscolare.</p>	<p>52 pazienti completano lo studio (23 del gruppo controllo e 29 del gruppo studio). Il range in rotazione interna appare significativamente aumentato nel gruppo di studio rispetto al controllo ($P < 0.001$), così anche i punteggi al questionario FLEX-SF ($P < 0.001$); la rigidità dei 3 muscoli testati risulta al contrario significativamente ridotta ($P < 0.05$).</p> <p>I risultati si mantengono tali anche con l’analisi intentino-to-treat (inclusione dei soggetti persi al follow-up).</p>	<p>Il trattamento con massaggio 2 volte a settimana per 4 settimane ha portato ad un miglioramento del 66% del ROM di rotazione interna gleno-omerale. Lo studio non intende indagare gli effetti del massaggio sul ROM in rotazione interna, ma trovare le caratteristiche del paziente che potrebbe trarre beneficio da questo tipo di trattamento; risultano predittori di efficacia: la minor durata dei sintomi, un elevato punteggio alla scala FLEX-SF, e stiffness maggiore del deltoide posteriore.</p>
<p>“A randomized controlled comparison of stretching procedures for posterior shoulder tightness”</p> <p>Philip McClure, Jenna Balaicuis</p> <p>Journal of</p>	<p>Vengono confrontate 2 tecniche di stretching utilizzate per migliorare il ROM passivo in rotazione interna in soggetti con limitazione probabilmente dovuta a rigidità della capsula posteriore: sleeper’s stretch e</p>	<p>54 soggetti asintomatici (20 maschi e 34 femmine) con limitazione di almeno 10° di rotazione interna a 90° di abduzione randomizzati in 3 gruppi: 24 gruppo di controllo (età media 23.5 anni), 15 gruppo “sleeper’s-stretch (età media 23.5 anni), 15 gruppo cross-body stretch (età media 22.9 anni).</p> <p>I 2 gruppi stretching eseguivano l’esercizio</p>	<p>Per la misurazione della rotazione interna gleno-omerale vengono utilizzati: un inclinometro, per misurare il ROM con arto abdotto a 90° (pz supino); la capacità di portare attivamente il pollice dietro la schiena, espresso con un valore in percentuale</p>	<p>Il gruppo “cross-body stretch” mostra miglioramenti significativi nella misurazione della rotazione interna rispetto al controllo ($P = 0.009$), mentre il gruppo “sleeper’s” mostra cambiamenti non significativi ($P = 0.586$).</p> <p>Il confronto tra i due gruppi studio non mostra però importanti differenze, ed entrambi mostrano aumento significativo del ROM misurato dal lato interessato rispetto al controlaterale.</p>	<p>Il cross-body stretch in soggetti con riduzione di rotazione interna gleno-omerale sembra essere maggiormente efficace rispetto al non stretching in pazienti senza asimmetria in rotazione interna. Esso porta a risultati migliori anche rispetto lo sleeper’s stretch, ma il ridotto campione di studio preclude la significatività statistica tra i due gruppi.</p>

<p>Orthopaedic & Sports Physical Therapy, Vol. 37, No. 3, March 2007</p>	<p>cross-body stretch. Randomized Control Trial</p>	<p>assegnato 5 volte tutti i giorni, mantenendo la posizione per 30 secondi (senza dolore). Il gruppo di controllo non esegue alcun tipo di stretching.</p>	<p>rispetto alla lunghezza totale del rachide (da T1 al punto medio che congiunge le due ali iliache). I misuratori sono in cieco.</p>		
<p>“Comparison of supervised exercise with and without manual physical therapy for patients with shoulder impingement symptoms” Michael D. Bang, Gail D. Deyle Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 30 (3): 126 – 137, 2000</p>	<p>Vengono messi a confronto 2 tipologie di approccio riabilitativo per la sindrome da impingement: un programma di esercizi supervisionato da un fisioterapista e un altro cui vengono aggiunte tecniche di terapia manuale applicata al quadrante superiore. Prospective randomized clinical trial.</p>	<p>52 soggetti con diagnosi di impingement (subacromiale?), 30 uomini e 22 donne, vengono assegnati random a uno dei 2 gruppi: 24 gruppo solo esercizi (età media 45 anni), di cui 2 di stretching passivo, 6 esercizi di rinforzo della muscolatura di cuffia e scapola e 2 di endurance; 28 soggetti per il gruppo esercizi + terapia manuale (età media 42 anni), dove agli esercizi precedenti vengono aggiunte tecniche di terapia manuale specifiche per le limitazioni evidenziate dalla valutazione. Durata del trattamento: 1 ora e mezza per entrambi i gruppi, per un totale di 4 settimane.</p>	<p>Vengono utilizzati: un questionario di valutazione funzionale (functional assessment questionnaire); una scala di valutazione analogica del dolore (una linea di 10 cm su cui il paziente segna il suo grado di dolore; la valutazione viene espressa in mm); un dinamometro elettronico (per i test di forza isometrici).</p>	<p>Entrambi i gruppi mostrano un miglioramento del punteggio al questionario di funzionalità e una riduzione del punteggio del dolore alla scala analogica; le differenze risultano però maggiormente significative per il gruppo “esercizi + terapia manuale” rispetto al gruppo “solo esercizi” (rispettivamente 35% vs 17% per la funzionalità e 70% vs 35% per il dolore). Per quanto riguarda la forza, il gruppo “solo esercizi” non mostra miglioramenti significativi, mentre per l’altro gruppo è riportato un incremento del 16% rispetto ai valori iniziali.</p>	<p>L’applicazione della terapia manuale sembra ottimizzare le condizioni in cui effettuare un programma di rinforzo in soggetti con sindrome da impingement, in particolare modo per l’importante effetto di riduzione del dolore. Viene ricordata l’importanza di considerare l’interdipendenza delle strutture e articolazioni dell’intero quadrante superiore nel trattamento delle disfunzioni di spalla (rachide cervicale, rachide toracico superiore, articolazioni costo-trasversarie).</p>

<p>”Secondary motions of the shoulder during arm elevation in patients with shoulder tightness”</p> <p>Jing-Lang Yang, Tung-Wu Lu</p> <p>Journal of Electromyography and Kinesiology, 19: 1035 – 1042, 2009</p>	<p>Obiettivi dello studio: determinare le alterazioni di movimento della spalla dovute a rigidità della capsula anteriore o posteriore; valutare la correlazione tra i movimenti della spalla e la funzionalità soggettiva in pazienti con capsula rigida (anteriore/posteriore).</p> <p>Studio cinematico</p>	<p>24 soggetti con rigidità di spalla, asintomatici: 12 con rigidità anteriore e 12 posteriore di capsula. Viene testato l’arto destro dominante. Parametri rilevati: adduzione e abduzione orizzontale (con stabilizzazione della scapola), elevazione in flessione, rotazione esterna e interna, abduzione sul piano scapolare.</p>	<p>Outcomes: in clinometro e sistema elettromagnetico 3D con sensori di superficie (FASTRAK) per le misurazioni del ROM; la scala FLEX-SF (Flexilevel Scale of Shoulder Function) auto-compilata dai pazienti per la valutazione del grado di disfunzione presente.</p>	<p>In pazienti con rigidità posteriore di capsula esiste una moderata correlazione tra traslazione anteriore della testa omerale e punteggio alla FLEX-SF (P= 0.007); in soggetti con rigidità anteriore la correlazione rilevata è tra FLEX-SF e tipping scapolare (P = 0.03). L’upward rotation correla significativamente con FLEX-SF sia nei pazienti con rigidità anteriore (P = 0.02) che posteriore (P = 0.03). I soggetti con rigidità capsulare anteriore mostrano una traslazione posteriore della testa omerale maggiore (10 mm) e minor tipping posteriore della scapola (2.2°) durante l’elevazione rispetto ai soggetti con rigidità posteriore.</p>	<p>Durante l’elevazione dell’arto, in soggetti con rigidità di spalla anteriore si ha riduzione del tipping posteriore, mentre con rigidità posteriore è ridotta la traslazione posteriore della testa omerale (= maggior traslazione anteriore durante l’elevazione).</p>
<p>“Loss of glenohumeral internal rotation in little league pitchers: A biomechanical study”</p> <p>Hiroyuky Nakamizo, Yasuo Nakamura</p> <p>Journal of</p>	<p>Rilevare il ROM di spalla, lo stato fisico e gli anni di gioco nei giovani giocatori di baseball e confrontare la cinematica della spalla tra soggetti con GIRD e</p>	<p>25 ragazzi giocatori di baseball (ruolo: pitchers) di età media 11.4 anni, asintomatici. Vengono suddivisi in 2 gruppi: 10 GIRD (se la differenza di rotazione interna è maggiore di 20° tra i due lati) e 15 non GIRD. Vengono misurate rotazioni interna ed esterna bilaterali e il gesto del lancio, analizzando i 3 lanci più veloci per</p>	<p>Uso del goniometro per il ROM e di 2 telecamere per l’analisi del gesto, con 36 markers (motion capture system).</p>	<p>Non vi sono variazioni rilevanti nei due gruppi per quanto riguarda la rotazione esterna. La rotazione interna invece nel lato dominante ha subito riduzioni considerevoli rispetto al lato non-dominante (P = 0.048). Nel gruppo GIRD la differenza risulta 22° tra i due lati, mentre nel gruppo non GIRD soli 5°.</p>	<p>I soggetti con GIRD non mostrano differenze nella rotazione esterna rispetto all’arto controlaterale. Questo può far pensare che il deficit in intra rotazione può comparire prima dell’aumento della rotazione esterna nell’arto dominante, come è stato rilevato nei soggetti adulti. Il GIRD risulta pertanto un parametro importante da controllare, soprattutto nei giovani oltre che negli adulti, in modo da prevenire possibili problematiche che si possono instaurare con le attività overhead ripetute.</p>

Shoulder and Elbow Surgery, Vol. 17, No. 5, 2008	senza GIRD. Studio biomeccanica, misurazioni in laboratorio.	ogni soggetto all'interno della "strike-zone".			
"Humeral retroversion and its association with posterior capsule thickness in collegiate baseball players" Stephen J. Thomas, Charles Buz Swanik Journal of Shoulder and Elbow Surgery, Vol. 21, 910-916, 2012	Confronto del grado di retroversione omerale e della rigidità capsulare nell'arto dominante e non, con l'intento di determinare l'effetto delle alterazioni ossee e tessutali alle variazioni del ROM nei giocatori di baseball. Studio anatomico in vivo, con imaging.	24 soggetti giocatori di baseball volontari asintomatici (età media 19.6 anni) partecipano allo studio. Vengono misurati: retroversione omerale, rotazioni interna ed esterna, rigidità capsulare posteriore.	Vengono utilizzati: uno scanner ad ultrasuoni a 10 M-Hz (per la valutazione della capsula e della retroversione) e un inclinometro digitale (per misurare il ROM).	La retroversione omerale dal lato dominante risulta significativamente maggiore rispetto al non dominante ($P = 0.0001$). C'è correlazione negativa tra retroversione e rotazione interna ($P = 0.001$): con aumento della retroversione si ha riduzione della rotazione interna; correlazioni positive: tra retroversione e rotazione esterna ($P = 0.042$) e tra retroversione e rigidità capsulare posteriore ($P = 0.003$): con aumento della retroversione vi è aumento della rigidità capsulare posteriore.	La riduzione nel range di rotazione interna (e l'aumento in rotazione esterna) nell'arto dominante sono dovuti parzialmente all'adattamento osseo di aumentata retroversione omerale. Tuttavia, la correlazione non è in un rapporto lineare 1:1 e ciò fa supporre il contributo delle modifiche tessutali alle alterazioni del ROM (dimostrato dalla correlazione rilevata tra retroversione omerale e rigidità della capsula posteriore).
"Scapular angular positioning at end range internal rotation in case of glenohumeral internal rotation deficit"	Indagare la relazione tra deficit in intrarotazione gleno-omerale e la posizione scapolare 3D nella rotazione interna attiva	23 volontari asintomatici partecipano allo studio (18 maschi e 5 femmine), suddivisi in 2 gruppi: 10 gruppo GIRD (= riduzione del 20% o più di intrarotazione dal lato dominante; età media 27.7 anni), 13 gruppo	Vengono impiegati goniometro ed inclinometro per misurare il ROM passivo; sistema elettromagnetico tridimensionale con markers adesivi per la misurazione del	L'intrarotazione gleno-omerale passiva dal lato dominante risulta significativamente diminuita nel gruppo GIRD ($P < 0.001$). Differenze significative tra i due gruppi anche per il tilt anteriore di scapola: maggiore nel gruppo GIRD rispetto al controllo ($P < 0.04$). Viene identificata un'importante correlazione tra il grado di rotazione interna e il tilt	Questo studio evidenzia una relazione significativa tra GIRD nell'arto dominante e alterazioni della posizione scapolare negli atleti lanciatori, in particolar modo per quanto riguarda l'aumento del tilt anteriore di scapola. Queste alterazioni della posizione scapolare possono potenzialmente risultare in una riduzione dello spazio subacromiale, con conseguente possibile sviluppo di impingement.

<p>Michael R. Borich, Jolene M. Bright</p> <p>Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, Vol. 36, No. 12, December 2006</p>	<p>a fine range a 90° di elevazione omerale.</p> <p>Controlled laboratori study.</p>	<p>di controllo (età media 23.5 anni). Vengono misurati: rotazione interna ed esterna passive bilateralmente a 90 ° di abduzione con soggetto supino; rotazioni interna ed esterna attiva a 90° di flessione e 90° di abduzione con soggetto in stazione eretta; rotazione interna, upward rotation e tilt anteriore della scapola.</p>	<p>ROM attivo (arto mantenuto in elevazione a 90° da un sostegno).</p>	<p>anteriore di scapola in elevazione a 90° sia in flessione che in abduzione, con maggiore evidenza dell'associazione tra upward rotation della scapola e GIRD a 90° di flessione.</p>	
<p>"Translation of the humerus in persons with shoulder impingement symptoms"</p> <p>Thomas M. Cook, P M. Ludewig</p> <p>Journal of Orthopaedics Sports Physical Therapy, 32: 248- 259, 2002</p>	<p>Determinare se vi siano differenze nella traslazione omerale tra pazienti con sintomi di impingement e soggetti asintomatici di controllo; se sì, determinare se le misurazioni del ROM di spalla sono associate con tali anomale traslazioni.</p> <p>Studio biomeccanico</p>	<p>52 soggetti volontari hanno completato lo studio: 31 lavoratori metallurgici e 21 carpentieri (tutti "lavoratori overhead"). Sono stati divisi in 2 gruppi da 26: sintomatici e non. Vengono misurate: ROM in rotazione interna con soggetto supino e arto abdotto a 90°, adduzione orizzontale con stabilizzazione della scapola, traslazione della testa omerale (sia antero-posteriore che supero-inferiore) durante l'elevazione dell'arto sul piano scapolare.</p>	<p>Utilizzo del goniometro standard per le misurazioni del ROM passivo; strumento elettromagnetico 3D con markers (FASTRAK) per la valutazione della traslazione omerale; compilazione della Shoulder Pain and Disability Index (SPADI) per la funzionalità soggettiva della spalla da parte del paziente.</p>	<p>Non differenze significative tra i due gruppi riguardo le traslazioni omerali supero-inferiori (primi 30°-60° importante traslazione anteriore, che poi rimane pressoché stazionaria per le fasi successive) e neanche tra il ROM in intrarotazione o l'adduzione orizzontale. Unica correlazione importante è quella negativa tra traslazione omerale e adduzione orizzontale (P < 0.01) nella fase 90°-120° di elevazione (aumentata traslazione anteriore, o ridotta traslazione posteriore, e ridotto range di movimento).</p>	<p>Soggetti con ridotta adduzione orizzontale tendono ad avere una ridotta traslazione posteriore della testa omerale nella fase 90°-120° di elevazione dell'arto superiore, e ciò è a supporto della teoria per cui una rigidità capsulare posteriore è associata ad alterazioni della traslazione omerale. Soggetti con sintomi di impingement mostrano piccole ma significative modificazioni nelle traslazioni omerali antero-posteriori, che possono portare a riduzione dello spazio subacromiale.</p>

<p>“Internal rotation deficits affect scapular positioning in baseball players”</p> <p>Stephen J. Thomas, Kathleen A. Swanik</p> <p>Clinical Orthopaedics and Related Research, 468(6): 1551-1557, June 2010</p>	<p>Il presupposto da cui parte lo studio e che gli autori vogliono verificare è che i giocatori di baseball con GIRD abbiano una riduzione dell’upward rotation scapolare all’arto dominante e aumentata protrazione rispetto a giocatori che non presentano GIRD.</p> <p>Studio prognostico.</p>	<p>Vengono valutati 43 giocatori di baseball asintomatici: 22 compongono il gruppo GIRD (differenza di 15° o più rispetto al lato controlaterale; età media 18.86 anni) e 21 il gruppo no GIRD (differenza in intrarotazione di 14° o meno).</p> <p>Vengono misurate: rotazione interna passiva a 90° di abduzione, protrazione scapolare e upward rotation.</p>	<p>Vengono impiegati: inclinometro digitale (modificato) per il ROM; Kibler’s Lateral Scapular Slide Test con compasso “Vernier” per la protrazione scapolare.</p>	<p>L’upward rotation, misurata a 60°, 90°, 120° di abduzione, nei soggetti con GIRD maggiore di 15° è risultata inferiore all’arto dominante rispetto al gruppo non GIRD (P rispettivamente di 0.025, 0.004, 0.039). Nel gruppo GIRD la protrazione scapolare dell’arto dominante è invece maggiore e significativa a 90° di abduzione (P = 0.019).</p>	<p>Questo studio mostra come vi sia riduzione dell’upward rotation in soggetti con maggior deficit di intrarotazione gleno-omerale.</p> <p>Lo svilupparsi della discinesia di scapola sembra correlata al grado di GIRD presente.</p>
<p>”The relationship between forward scapular posture and posterior shoulder tightness among baseball players”</p>	<p>L’obiettivo è esaminare la relazione tra la posizione in anteposizione di spalla (protrazione + tilt anteriore) e il ROM e l’adduzione orizzontale</p>	<p>Vengono analizzati 40 giocatori: 20 lanciatori (età media 22.6 anni) e 20 “position players” (età 22.3 anni); tutti asintomatici negli ultimi 2 anni. Si misurano bilateralmente: anteposizione di spalla, adduzione orizzontale, rotazioni interna ed esterna gleno-omerale,</p>	<p>Viene utilizzato un inclinometro per misurare il ROM, una doppia squadra per la valutazione dell’anteposizione e di spalla. Esaminatori in cieco circa l’arto dominante.</p>	<p>Correlazioni evidenziate: negativa tra ROM in adduzione orizzontale e posizione in anteposizione di spalla (P = 0.001); tra anteposizione e rotazioni gleno-omerale, sia interna (P = 0.23) che esterna (P = 0.70), non significative. Per tutti i soggetti la spalla dell’arto dominante si presenta maggiormente anteposta rispetto la controlaterale.</p>	<p>I risultati di questo studio mostrano come la rigidità della capsula posteriore possa essere predittiva della postura in anteposizione di spalla e viceversa. Tale aumento della protrazione scapolare può essere risultato di un’aumentata rigidità capsulare posteriore, con conseguente riduzione del ROM gleno-omerale.</p>

<p>Kevin G. Laudner, Mike T. Moline and Keith Meister</p> <p>The American Journal of Sports Medicine, Vol. 38, No. 10, 2010</p>	<p>gleno-omeroale; investigare inoltre come le alterazioni dei movimenti scapolari siano fattori di rischio per gli arti superiore nei giocatori overhead.</p> <p>Cross-sectional study.</p>	<p>con fissazione di scapola. L'adduzione orizzontale viene considerata come misura indiretta della rigidità capsulare posteriore.</p>			
<p>"Influence of humeral torsion on interpretation of posterior shoulder tightness measures in overhead athletes"</p> <p>Joseph B. Myers, Sakiko Oyama</p> <p>Clinical Journal of Sport Medicine, Vol. 19, No. 5, September</p>	<p>L'intento è misurare l'influenza della torsione omerale sull'interpretazione degli indicatori clinici di rigidità della capsula posteriore negli atleti overhead.</p> <p>Cross-sectional control group comparison.</p>	<p>29 giocatori di baseball da almeno 10 anni (età media 19.5 anni) nel gruppo di studio, 25 soggetti di controllo che non partecipano ad attività overhead (età media 20.0), asintomatici. Vengono misurati bilateralmente: ROM in rotazione e adduzione orizzontale gleno-omeroale, con fissazione della scapola; grado di retroversione dell'omero. Considerando la posizione neutra omerale tramite US (punti superiore e</p>	<p>Inclinometro digitale per misurare il ROM, ultrasuonografia per la torsione omerale.</p>	<p>Dalle misurazioni cliniche i giocatori mostrano GIRD, ROM totale, torsione omerale e adduzione orizzontale significativamente differenti rispetto al controllo (P rispettivamente < 0.001, 0.002, 0.001, 0.002). Con le misurazioni aggiustate invece vi sono differenze importanti in ERG (P = 0.002) ma non in GIRD (P = 0.508). Trovata correlazione rilevante tra differenza di torsione omerale e GIRD (P < 0.001), adduzione orizzontale (P = 0.017), e ROM totale (P < 0.001). Il Rom totale dopo aggiustamento della torsione omerale è significativamente correlato con il GIRD (P < 0.001).</p>	<p>I risultati dello studio dimostrano che le misurazioni del ROM sono inficiate in modo rilevante dal grado di torsione omerale e che le differenze tra i due lati non rispecchiano in modo accurato le alterazioni dei tessuti molli. Per una maggiore accuratezza si dovrebbero considerare le misurazioni a partire dalla posizione neutra dell'omero.</p>

2009		inferiore del trochite paralleli al piano orizzontale), vengono calcolate le rotazioni “aggiustate”, da cui si ricavano GIRD ed ERG (guadagno in rotazione esterna).			
<p>”Glenohumer al internal rotation deficits in professional pitchers enrolled in an internal rotation stretching program”</p> <p>David Lintner, Magdiel Mayol</p> <p>The American Journal of Sports Medicine, Vol. 35, No. 4, 2007</p>	<p>Valutare i deficit in rotazione interna gleno-omerale in lanciatori di baseball professionisti e determinare l’impatto di un programma di stretching su di esso.</p> <p>Cross-sectional study.</p>	<p>85 soggetti sani, giocatori di baseball professionisti, partecipano allo studio. Vengono divisi in 2 gruppi: gruppo 1 effettua lo “Houston Astros stretching program” per più di 3 anni (o altro programma di stretching con enfasi sull’allungamento delle strutture posteriori – capsula e cuffia -), gruppo 2 per meno di 3 anni.</p> <p>Età partecipanti tra 18 e 38 anni.</p> <p>Vengono misurati: rotazioni interna ed esterna, ROM totale di spalla, con scapola stabilizzata.</p>	<p>Per misurare il ROM viene utilizzato un goniometro con indicatore a bolla.</p>	<p>Differenze importanti tra la media delle misurazioni della rotazione interna e il ROM totale all’arto dominante per i lanciatori che hanno seguito il programma di stretching per più di 3 anni rispetto al gruppo “controllo” (P < 0.01).</p> <p>Le variazioni maggiori si evidenziano tra il 2° e 3° anno di trattamento.</p> <p>Non vengono rilevate variazioni significative per la rotazione esterna.</p> <p>Il ROM totale nel gruppo studio è significativamente maggiore nella spalla dominante rispetto alla controlaterale (P < 0.01).</p>	<p>L’instaurazione del deficit in rotazione interna è in gran parte attribuibile agli adattamenti dei tessuti molli, visto che la riduzione risulta correggibile con un programma specifico di stretching. Importanza viene data al mantenimento della simmetria del ROM nelle rotazioni, soprattutto nel lato dominante.</p> <p>Il fatto che non siano state rilevate differenze nel range di rotazione esterna sta ad indicare che le differenze di ROM sono da attribuire esclusivamente all’aumento della rotazione interna.</p>
<p>”The acute effects of sleeper stretches on shoulder range of motion”</p>	<p>Valutare gli effetti dello sleeper stretch sul ROM di spalla.</p>	<p>Partecipano 66 individui: 33 giocatori di baseball di I divisione (età media 19.8 anni) e 33 soggetti attivi ma che non abbiano effettuato attività atletiche</p>	<p>Inclinometro digitale.</p>	<p>Il gruppo dei giocatori ha incrementato l’adduzione orizzontale di 2.3° (P = 0.01) e la rotazione interna di 3.1° (P = 0.003) in seguito al programma di stretching effettuato.</p>	<p>Lo stretching proposto ha portato un aumento significativo della rotazione interna e adduzione orizzontale nell’arto dominante dei soggetti testati, ma le modificazioni cliniche risultano insignificanti. Questo può essere dovuto al fatto che le misurazioni sono state fatte ad inizio stagione, quando probabilmente non</p>

<p>Kevin G. Laudner, Robert C. Sipes</p> <p>Journal of Athletic Training, 43(4): 359-363, 2008</p>	<p>Studio biomeccanico, misurazioni in laboratorio.</p>	<p>overhead negli ultimi 5 anni (età media 20.1 anni). Si misurano rotazioni interna ed esterna e adduzione orizzontale gleno-omeroale dell'arto dominante prima e dopo il completamento di 3 serie da 30" di sleeper stretches per il gruppo 1 mentre nessun tipo di stretching viene eseguito dal gruppo 2.</p>			<p>si erano ancora instaurati adattamenti tessutali. I risultati ottenuti non possono confermare che grazie allo sleeper stretch si possano ottenere ampi miglioramenti del ROM di spalla. Viene comunque considerato il beneficio di un programma di stretching per prevenire le rigidità che si potrebbero instaurare durante una stagione agonistica.</p>
<p>“Correlation of glenohumeral internal rotation deficit and total rotational motion to shoulder injuries in professional baseball pitchers”</p> <p>Kevin E. Wilk, Leonard C. Macrina</p> <p>The American Journal of Sports Medicine, Vol. 39, No.</p>	<p>Obiettivo è una valutazione prospettica del movimento rotazionale dell'articolazione gleno-omeroale, della differenza nel ROM totale bilaterale e come questi fattori siano possibili fattori di rischio per infortuni.</p> <p>Case series</p>	<p>170 giocatori di baseball professionisti, asintomatici, età media 25.6 anni. Vengono misurate le rotazioni interna ed esterna gleno-omeroali bilateralmente; i soggetti vengono seguiti per 3 stagioni agonistiche (2005-2007).</p>	<p>Per misurare il ROM viene utilizzato un goniometro con indicatore a bolla.</p>	<p>Differenza statisticamente significativa tra arto dominante e non di intra ed extra rotazione e range totale di movimento ($P < 0.001$). Durante il periodo di studio (3 anni) 40 soggetti hanno presentato GIRD e di questi 11 si sono infortunati. Gli atleti infortunati mostrano un GIRD leggermente maggiore rispetto ai non infortunati, ma la differenza non risulta rilevante ($P = 0.46$). viene evidenziata una correlazione significativa tra il livello agonistico dei giocatori e gli infortuni di spalla ($P = 0.04$); atleti della “minor league” hanno 2.5 volte maggior probabilità di infortunio rispetto alla “major league”.</p>	<p>Viene evidenziato un trend nei giocatori di baseball professionisti per cui la presenza di GIRD risulta un fattore di rischio per infortunio. Altri possibili fattori di rischio sono risultati essere la differenza di almeno 5° nel range totale di movimento tra le due spalle e giocare in un campionato minore.</p>

2, 2011					
<p>“Glenohumer al range of motion deficits and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement”</p> <p>Joseph B. Myers, Kevin G. Laudner</p> <p>The American Journal of Sports Medicine, Vol. 34, No. 3, 2006</p>	<p>Identificare l’aumento di rigidità capsulare posteriore e il GIRD in lanciatori con diagnosi di impingement interno.</p> <p>Case control study.</p>	<p>22 atleti lanciatori divisi in 2 gruppi: 11 con diagnosi di impingement interno alla spalla dominante (età media 22.1 anni) e 11 senza impingement (età media 21.2). Vengono misurate le rotazioni gleno-omerale con paziente supino e la adduzione orizzontale (misurazione indiretta per la capsula posteriore) con soggetto in decubito laterale (scapola fissata) ed evidenziate le correlazioni presenti.</p>	<p>Viene utilizzato un goniometro standard con indicatore a bolla.</p>	<p>I soggetti lanciatori con diagnosi di impingement mostrano un GIRD e una rigidità di capsula posteriore significativamente maggiori rispetto al gruppo controllo (P = 0.03). Non risultano invece differenze importanti per quanto riguarda il gap in rotazione esterna.</p>	<p>Il fatto che siano significativi l’aumento di GIRD e di rigidità capsulare posteriore nei soggetti lanciatori mentre non vi sono differenze in rotazione esterna fa pensare all’implicazione delle strutture posteriori nello sviluppo dell’impingement.</p>
<p>”Internal rotation and scapular position differences: a comparison of collegiate and high school baseball players”</p>	<p>Confronto tra GIRD e guadagno in rotazione esterna e differenze nella posizione scapolare in giocatori di</p>	<p>31 giocatori di baseball in I divisione al college (età media 20.23 anni) e 21 giocatori all’high school (età media 16.57 anni), tutti volontari e senza infortuni a spalle o gomiti. Si misurano ad inizio stagione</p>	<p>Per le rotazioni GOe l’upward rotation scapolare viene impiegato un inclinometro digitale; per la protrazione scapolare viene utilizzato il</p>	<p>I giocatori più giovani (high school) hanno meno GIRD (P = 0.028), maggiore ERG (P = 0.028) e minor TMD (P = 0.009) rispetto agli altri. Non sono state trovate differenze nell’upward rotation tra i due gruppi; tra l’arto dominante e il contro laterale nei vari soggetti separatamente l’upward rotation risulta</p>	<p>I risultati suggeriscono che il minor TMD causato dal GIRD potrebbe essere un meccanismo compensatorio nei movimenti della scapola. I cambiamenti nell’upward rotation e nella protrazione della scapola possono ridurre l’efficienza della cuffia dei rotatori, aumentare lo stress sulle strutture anteriori e favorire l’impingement interno.</p>

<p>Stephen J. Thomas, Kathleen A. Swanik</p> <p>Journal of Athletic Training, Vol. 45, No. 1, Febbraio 2010</p>	<p>baseball (college e high school), e determinare se il livello di agonismo ha un ruolo in tali alterazioni.</p> <p>Cross-sectional study.</p>	<p>l'upward rotation della scapola (a riposo e a 60°, 90°, 120° di abduzione), la protrazione scapolare (a riposo, mani sui fianchi, a 90° di abduzione), il GIRD, il guadagno in estrarotazione (ERG) e la differenza nel range totale di movimento (TMD).</p>	<p>Kibler lateral scapular slide test tramite un calibro in centimetri.</p>	<p>maggiore nei soggetti più giovani sia a 90° che a 120° di abduzione (rispettivamente P = 0.015 e P 0.025).</p> <p>Sia per l'upward rotation che per la protrazione scapolare risultano significative differenze per quanto riguarda i livelli di competizione.</p>	
<p>" Correction of posterior shoulder tightness is associated with symptom resolution in patients with internal impingement"</p> <p>Timothy F. Tyler, Stephen J. Nicholas</p> <p>The American Journal of Sports Medicine, Vol. 38, No. 1, 2010</p>	<p>Determinare se riduzione nel GIRD e/o nella rigidità posteriore di spalla in seguito ad un programma fisioterapico sono associate al miglioramento dei sintomi in pazienti con impingement interno.</p> <p>Cohort study.</p>	<p>Vengono studiati 22 pazienti (11 uomini e 11 donne, età media 41 anni), sortivi, con diagnosi di impingement interno; durata media dei sintomi 5 +_ 5 mesi (range 1 – 24 mesi). I soggetti effettuano 3 sedute di terapia manuale a settimana ed un programma quotidiano di esercizi a domicilio per un totale di 7 +- 2 settimane. Valutazione prima e dopo intervento con misurazione di GIRD, rigidità posteriore di spalla, range in rotazione esterna in tutti i pazienti più il questionario "Simple Shoulder Test".</p>	<p>Misurazioni con inclinometro digitale e questionario SST ("Simple Shoulder Test").</p>	<p>Prima del trattamento c'era correlazione inversa tra rigidità posteriore di spalla e punteggio SST (P < 0.05).</p> <p>Tutte le misurazioni effettuate sono significativamente migliorate dopo intervento (P < 0.01). 12 pazienti mostrano una completa risoluzione dei sintomi, e questi mostrano riduzione maggiore della rigidità posteriore rispetto ai pazienti con sintomi residui (P < 0.05).</p> <p>Non ci sono miglioramenti significativi tra i due gruppi (pre e post trattamento) per la rotazione esterna e il GIRD. 6 dei 12 pazienti (50%) con risoluzione completa dei sintomi hanno migliorato il GIRD di almeno 26° rispetto ai 5 di 10 pazienti (50%) con sintomi residui (P = 0.99).</p>	<p>Le tecniche di trattamento utilizzate in questo studio si sono rivelate efficaci per migliorare la sintomatologia, riduzione della rigidità posteriore di spalla e del GIRD. La risoluzione dei sintomi in seguito ad un programma di terapia manuale per il trattamento dell'impingement interno risulta correlata alla correzione della rigidità posteriore ma non alla correzione del GIRD.</p>

<p>“Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement”</p> <p>Paula M. Ludewig, Thomas M. Cook</p> <p>Physical Therapy, Vol. 80, No. 3: 276 – 291, 2000</p>	<p>Analisi della cinematica gleno-omeroale e scapolo-toracica in associazione all'attività muscolare confrontando due gruppi di soggetti, con e senza impingement, tutti lavoratori overhead.</p> <p>Biomechanic al study.</p>	<p>In totale partecipano 52 soggetti: 31 sono lavoratori metallurgici e 21 carpentieri. Il gruppo sperimentale è di 26 soggetti con sintomi di impingement, età media 39.7 anni (range 25 – 68); gruppo di controllo 26 soggetti senza sintomi di impingement, età media 39.9 anni (range 20 – 71). Vengono rilevati: upward rotation, rotazione mediale, tipping della scapola; rotazione esterna di omero; attività muscolare di trapezio superiore e inferiore e serrato anteriore in condizione di riposo e sottoposti a carico (2.3 e 4.6 kg) durante l'elevazione dell'arto sul piano scapolare.</p>	<p>Vengono utilizzati elettrodi di superficie per rilevare sia la posizione dei reperi ossei che l'attività muscolare con sistema FASTRAK (electromagnetic motion capture system). Ai pazienti sintomatici viene inoltre fatto compilare il Shoulder pain and disability Index (SPADI).</p>	<p>L'upward rotation risulta sensibilmente diminuita nei soggetti con impingement nelle prove sotto carico ($P < 0.025$) rispetto al gruppo controllo; tale riduzione si verifica a 60° di elevazione, mentre non più a 90° né 120°.</p> <p>A 120° di elevazione prevale invece il tipping scapolare anteriore nei soggetti sintomatici, in maniera significativa ($P < 0.003$).</p> <p>Sempre nelle prove sotto carico, i soggetti con impingement mostrano anche un aumento della rotazione interna della scapola, dell'attività del trapezio superiore e inferiore, in particolare nelle fasi 60°-90° e 90°-120° di elevazione con maggior carico (4.6 kg.), e una riduzione dell'attività del serrato anteriore.</p>	<p>La riduzione del tipping posteriore e dell'upward rotation e l'aumento della rotazione interna della scapola concordano con la ridotta attività del serrato anteriore e aumentata del trapezio superiore.</p> <p>L'aumento dell'attività anche nel trapezio inferiore, contraria alle aspettative, non risulta comunque sufficiente per compensare la debolezza del serrato anteriore nei soggetti sintomatici.</p> <p>Viene considerata l'importanza di prestare una maggiore attenzione al ripristino del corretto tipping scapolare e della funzionalità del serrato anteriore nella riabilitazione dei pazienti con sintomi di impingement per attività overhead.</p>
<p>“An acute throwing episode decreases shoulder internal rotation”</p> <p>Kibler, Sciascia</p>	<p>Verifica delle modifiche su GIRD e arco totale di movimento in seguito al gesto del lancio, implicazioni del ruolo del lanciatore sul ROM.</p>	<p>45 soggetti lanciatori, titolari e riserve, vengono esaminati. Misurazione rotazione interna ed esterna in 5 step successivi, prima e dopo il lancio, monitorando le 72 ore successive</p>	<p>Goniometro standard per le misurazioni del ROM</p>	<p>Il ROM in rotazione interna si riduce dal tempo 1 (lancio) al tempo 5 (dopo 72h) e non ritorna alla normalità. Le modifiche di rotazione esterna e ROM totale non sono significative. Non differenze tra i due gruppi.</p>	<p>Le alterazioni sul range in rotazione interna avvengono già dopo un ciclo di lanci e non ritornano alla normalità. Serve adottare un programma adeguato per intervenire su queste modifiche.</p>

Clinical Orthopaedics and Related Research, Vol. 470, 1545 – 1551, 2012	Biomechanical study				
---	---------------------	--	--	--	--

TABELLA N. 3: REVIEW

Titolo e autori	Obiettivi e tipologia di studio	Risultati
<p>“Internal impingement of the shoulder”</p> <p>Benton E. Heyworth, Riley J. Williams</p> <p>The American Journal of Sports Medicine, Vol. 37, N. 5, 2009</p>	<p>Review</p> <p>Descrive i fattori biomeccanici ed eziologici riguardanti lo sviluppo dell’impingement interno; vengono discusse le possibili strutture anatomiche coinvolte e la presentazione clinica dei pazienti; viene presentato un possibile strumento di valutazione clinica, imaging, e chirurgia. Vengono riportati gli studi presenti in letteratura inerenti il trattamento e gli outcomes per questa patologia.</p>	<p>Maggiormente colpiti da impingement interno sono i giovani adulti e soggetti di mezza età; il maggior numero di pazienti sono atleti overhead, soprattutto giocatori di baseball.</p> <p>La presentazione clinica più frequente è dolore cronico, diffuso posteriormente alla spalla, ma il dolore può essere anche in corrispondenza della linea articolare. Un deficit di rotazione interna maggiore di 30°- 40° comparata con l’arto controlaterale è spesso presente nei lanciatori sintomatici, così come l’aumento della protrazione scapolare.</p> <p>Viene raccomandato il trattamento conservativo nei pazienti con diagnosi di impingement interno, prima della consultazione chirurgica. Data l’elevata presenza di GIRD nelle spalle sintomatiche, vengono raccomandati esercizi di stretching della capsula posteriore (es. “sleeper stretches”); si consiglia inoltre rinforzo della muscolatura periscapolare per una migliore stabilizzazione della scapola e minimizzare l’iperestensione e la rotazione esterna dell’articolazione glenomerale.</p>

<p>“Shoulder injuries in the throwing athlete”</p> <p>Sepp Braun, Dirk Kokmeyer</p> <p>The Journal of Bone & Joint Surgery, Vol. 91, Issue 4 2009</p>	<p>Review</p> <p>Revisione della letteratura circa la biomeccanica del gesto del lancio e come questo possa contribuire all’infortunio.</p>	<p>Un aspetto rilevante nella riabilitazione viene dato alla limitazione della rotazione interna di spalla, che deve essere corretta tramite uno stretching specifico delle strutture coinvolte: tensione delle strutture posteriori, del piccolo pettorale e del capo breve del bicipite, le quali determinano anche una riduzione del tilt anteriore di scapola.</p> <p>Tra i possibili infortuni riportati, vengono distinte 3 tipologie possibili di impingement: subacromiale, da discinesia scapolare e interno.</p> <p>La misurazione del deficit di rotazione interna (perdita di 25° o più rispetto l’arto controlaterale) viene proposta come fattore di rischio per gli infortuni di spalla nei lanciatori, identificabile e correggibile con un programma di stretching adeguato, focalizzato per la maggior parte sulle strutture posteriori gleno-omerale.</p>
<p>“Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome”</p> <p>Lori A. Michener, Philip W. McClure, Andrew R. Carduna</p> <p>Clinical Biomechanics, 18, 369 – 379, 2003</p>	<p>Review</p> <p>Vengono presi in esame studi in cui vengono analizzati i meccanismi che possono determinare l’impingement subacromiale.</p>	<p>In evidenza gli studi che riguardano le traslazioni della testa omerale durante i movimenti di elevazione dell’arto superiore sul piano scapolare.</p> <p>La traslazioni antero-posteriori risultano meno studiate rispetto alle supero-inferiori e danno risultati contrastanti.</p> <p>In pazienti con impingement subacromiale le traslazioni sia anteriori che superiori appaiono aumentate. Viene evidenziata la correlazione tra aumento della traslazione superiore della testa dell’omero e degenerazione dei tendini dei muscoli della cuffia dei rotatori.</p> <p>Le evidenze scientifiche mostrano l’alterazione della cinematica gleno-omerale e scapolare in soggetti con impingement subacromiale: aumento delle traslazioni anteriori e superiori dell’omero e riduzione del tipping posteriore, rotazione esterna e upward rotation della scapola.</p>
<p>“Internal impingement in tennis player: rehabilitation guidelines”</p> <p>A.M. Cools, G. Declercq</p> <p>British Journal of Sports Medicine, 42, 165 – 171, 2008</p>	<p>Review</p> <p>In base alla letteratura recente, viene proposta una linea guida per la riabilitazione di giocatori di tennis che presentano sintomi di impingement.</p>	<p>L’impingement interno può risultare da un’instabilità anteriore acquisita, riduzione del range in rotazione interna per aumentata rigidità delle strutture posteriori di spalla, e discinesia scapolare. Per la riabilitazione del GIRD vengono proposti esercizi di stretching e mobilizzazioni in traslazione della testa dell’omero. Gli esercizi di stretching riportati sono lo “sleeper’s stretch” e il cross-body stretch”; per quanto riguarda le mobilizzazioni vengono proposte traslazioni dorsali della testa dell’omero ad end-range e grado elevato (II-III), con l’obiettivo di agire sulle strutture legamentose posteriori (con cautela nel caso si rilevi instabilità alla valutazione iniziale).</p> <p>La letteratura scientifica esistente riguardo l’efficacia di tali tecniche e gli effetti positivi sulla sintomatologia è scarsa.</p>

<p>“Glenohumeral Internal Rotation Deficit: Pathogenesis and response to Acute Throwing”</p> <p>W. Ben Kibler, Aaron Sciascia</p> <p>Sports Medicine Arthroscopic Review, Vol. 20, No. 1, March 2012</p>	<p>Review</p> <p>Vengono indagate le cause delle alterazioni di movimento e i loro effetti sul gesto del lancio; vengono definite le diverse tipologie di deficit rotazionali e le modalità di valutazione e trattamento esistenti in letteratura.</p>	<p>Sebbene lo sviluppo delle restrizioni del movimento sia da attribuire ad alterazioni che interessano sia il tessuto osseo che i tessuti molli, sono questi ultimi a risultare maggiormente coinvolti nell’instaurarsi del GIRD, in particolare capsula e muscoli posteriore della spalla. Esistono molte tecniche di stretching e mobilizzazione per intervenire su questo deficit, e la maggior parte degli atleti sembrano rispondere positivamente a programmi che abbiano questo obiettivo.</p>
<p>“Posterior and anterosuperior impingement of the shoulder in overhead athletes – evolving concepts”</p> <p>Chlodwig Kirchoff, Andreas B. Imhoff</p> <p>International Orthopaedics (SICOT), Vol. 34: 1049 – 1058, 2010</p>	<p>Review</p> <p>Revisione della letteratura esistente circa l’eziologia, diagnosi e trattamento dell’impingement interno.</p>	<p>Le “tipiche” lesioni dell’impingement interno a carico della cuffia dei rotatori e del labbro posterosuperiore mostrano sicuramente un’eziologia multifattoriale, ma le associazioni più frequenti risultano essere quelle con il deficit di rotazione interna gleno-omeroale (GIRD) e la “SICK scapula syndrome” (Scapular malposition, Inferior medial border prominence, Coracoid pain and malposition, and dyskinesia of scapular movement). La storia dei sintomi riportati dal paziente è di grande importanza per meglio comprendere l’origine delle problematiche presenti.</p>
<p>“Little league shoulder”</p> <p>Daryl C. Osbahr, Han Jo Kim and Jeffrey R. Dugas</p> <p>Current opinion in Pediatrics, Vol. 22: 35 – 40, 2010</p>	<p>Review</p> <p>Indagine sull’eziologia, diagnosi, prevenzione e trattamento della “little league shoulder” (dolore alla spalla nei giovani atleti lanciatori).</p>	<p>La “little league shoulder” è ritenuta una condizione auto-limitante e non risultano studi riguardanti il trattamento chirurgico o complicazioni di tale quadro clinico. È raccomandato un trattamento conservativo con 3 mesi di riposo seguito da un programma graduale di ripresa del lancio; l’educazione alla prevenzione risulta fondamentale nei giovani atleti per ridurre i fattori di rischio infortunio, tra cui il GIRD.</p>

DISCUSSIONI

Dall'analisi degli studi presi in considerazione si può affermare che esiste una relazione tra la presenza di GIRD e lo sviluppo della sindrome da impingement. Tuttavia, numerosi articoli (22, 21, 16, 14, 30, 19, 10, 18, 23, 2, 24, 25, 29) hanno come oggetto di studio individui asintomatici e molti (22, 21, 16, 27, 14, 23, 2, 25, 10, 11, 12, 29, 17, 24, 26, 15) si limitano ad effettuare delle misurazioni del ROM passivo. Solo 5 articoli (30, 19, 2, 13, 4) esaminano la funzionalità dell'arto superiore e la dinamica del gesto di elevazione e/o del lancio. La correlazione tra GIRD ed impingement perciò può essere avanzata principalmente in modo indiretto, considerando le alterazioni morfo-strutturali riportate negli studi come fattori che concorrono, insieme al GIRD, allo sviluppo dell'impingement.

Le due tipologie di impingement che si possono presentare in soggetti con GIRD sono l'impingement subacromiale e l'impingement interno (25). Queste patologie hanno un'eziologia multifattoriale; il GIRD non è mai presentato come unica causa di impingement, ma come fattore predisponente agli infortuni o associato ad altre problematiche presenti.

Il GIRD si presenta soprattutto in soggetti che praticano attività *overhead*, in particolar modo atleti; la maggior parte degli studi (22, 21, 16, 19, 23, 25, 10, 18, 12, 11, 29, 17, 24, 3, 5, 8, 9, 20) riguarda questa tipologia di pazienti, in cui è stata evidenziata una significativa differenza nel range di rotazione interna gleno-omerale tra l'arto superiore dominante e il controlaterale. Gli adattamenti nei tessuti molli che avvengono in seguito a gesti ripetuti ed elevati stress a livello dell'articolazione e che vengono rilevati in presenza di GIRD, insieme ad alcune variabili individuali nella geometria ossea, determinano alterazioni nell'artrocinemica e osteocinemica di spalla che giustificano lo sviluppo della sintomatologia tipica dell'impingement.

Il GIRD (*Glenohumeral Internal Rotation Deficit*) viene definito come la differenza nella rotazione interna gleno-omerale di almeno 20° tra i due arti superiori (8).

Prendendo in esame le modificazioni che avvengono nei tessuti molli, il deficit di rotazione interna viene attribuito in larga parte all'accorciamento e rigidità delle strutture posteriori di spalla. Nello specifico, gli articoli esaminati riportano maggiormente la correlazione tra GIRD e rigidità della capsula posteriore. Questa rigidità sembra essere un adattamento che si instaura per compensare la debolezza della muscolatura della cuffia dei rotatori e del deltoide posteriore derivante da attività ripetute *overhead*, soprattutto se queste comportano contrazioni muscolari di tipo eccentrico. Ad esempio nei lanciatori professionisti, nel momento di rilascio della palla l'articolazione gleno-omerale viene sottoposta a forza distrazionali che possono superare anche i 950 Newton; nella fase

di decelerazione del lancio le forze compressive generate da cuffia dei rotatori e deltoide posteriore sono nell'ordine dei 1090 Newton e le forze di taglio posteriori possono raggiungere i 400 Newton (3). Nel tempo, queste forze elevate a livello posteriore determinano micro-traumi e conseguente reazione infiammatoria all'interno della capsula; la risposta riparativa fisiologica è un'ipertrofia capsulare, che consente di avere a disposizione una quantità maggiore di tessuto in regione posteriore per assorbire gli stress addizionali (23).

È la capsula postero-inferiore a risultare più frequentemente soggetta ad accorciamento; in particolare, ad essere chiamata in causa è la restrizione del recesso postero-inferiore nella banda posteriore del legamento gleno-omerale inferiore (17).

Queste modifiche che si vengono a creare a livello della capsula articolare hanno ripercussioni sull'artrocinematica gleno-omerale, condizionando le traslazioni della testa omerale nella glena. A tal proposito si possono delineare diverse condizioni: l'accorciamento della capsula postero-inferiore provoca una spinta in direzione antero-superiore sulla testa omerale e nei primi 60° di elevazione dell'arto aumenta il glide in direzione anteriore e craniale; proseguendo con l'elevazione la traslazione posteriore è ridotta, la testa viene cioè mantenuta in posizione anteriore (Figura 1) (4). A lungo andare, aumentano le forze compressive sui tessuti circostanti, con impingement dei tessuti molli compresi nello spazio subacromiale. Anche alterazioni minime del glide omerale possono risultare clinicamente significative data la ristrettezza dello spazio sotto l'arco dell'acromion (22, 4, 27).

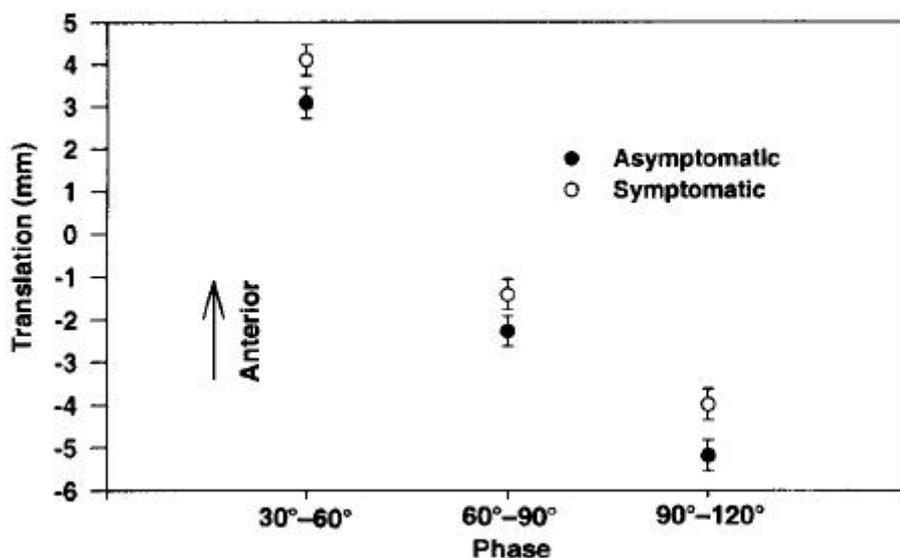


Figura 1. Valori medi delle traslazioni omerali in direzione antero-posteriore in lavoratori *overhead*, sintomatici e non. Nella fase 30°-60°, il gruppo di soggetti sintomatici mostra una traslazione anteriore maggiore; in ognuna delle restanti 2 fasi, lo stesso gruppo mostra una minor traslazione posteriore rispetto al gruppo asintomatici (la testa omerale rimane anteriorizzata). Considerando una significatività statistica clinicamente rilevante per valori di P minori di 0.05, la differenza rilevata risulta significativa ($P < 0.05$) (4)

L'accorciamento della banda posteriore del legamento gleno-omerale inferiore sembra essere anche un fattore predisponente per l'instaurarsi dell'impingement interno (6). Alcuni autori (9, 6, 17) ritengono che un deficit rilevante in rotazione interna possa essere il fattore scatenante nella cascata di reazioni patofisiologiche che si verificano nella spalla del lanciatore (6). Normalmente, quando l'arto viene portato in abduzione, la testa omerale va ad occupare lo spazio posteriore e mette in tensione la capsula antero-inferiore. Una restrizione della banda posteriore del legamento gleno-omerale inferiore determina uno spostamento del centro di rotazione della testa omerale in direzione postero-superiore; questo aumenta un meccanismo patologico chiamato "*peel-back*": il tendine del muscolo bicipite trasmette elevate forze torsionali sul labbro postero-superiore, portando a lesioni tipo SLAP (*Superior Labral Lesion Anterior to Posterior*) quando l'arto viene portato ripetutamente in posizione di *late-cocking* (90° di abduzione e massima rotazione esterna). Inoltre, il contatto tra la testa omerale e la glenoide postero-superiore determina il pinzamento cronico e conseguenti lesioni dei tendini dell'infraspinato e sopraspinato; nonostante questo contatto possa verificarsi comunemente anche nei gesti della vita quotidiana, la frequenza e la forza con cui si ripete in alcuni lanciatori spiega come possa determinare lo sviluppo di una condizione patologica (Figura 2) (6).

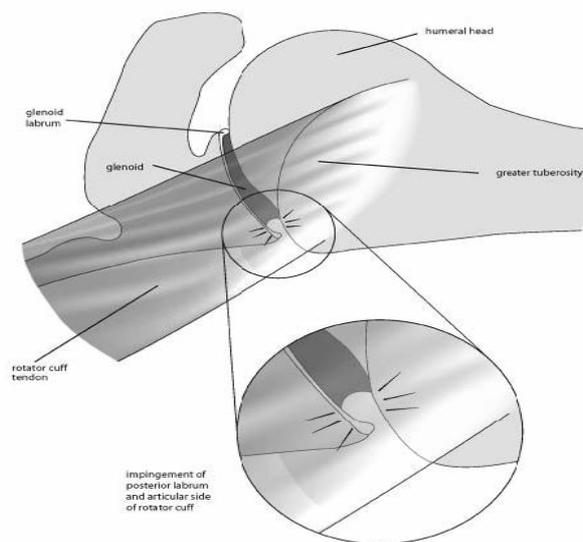


Figura 2. "*Peel-back mechanism*": impingement dei muscoli della cuffia e del labbro postero-superiore tra la grande tuberosità e la rima glenoidea postero-superiore (6).

Non è solamente la rigidità della capsula posteriore a poter contribuire allo sviluppo dell'impingement nei soggetti con GIRD, ma anche i cambiamenti che si riscontrano a livello del tessuto muscolare. Il danneggiamento delle fibre in seguito a ripetuti stress e contrazioni, soprattutto di tipo eccentrico, determina un incremento del rilascio di calcio intramuscolare; questo promuove la contrazione delle fibrille, con accorciamento dei tessuti e aumento della *stiffness* (8). Insieme all'irrigidimento della capsula posteriore, anche la riduzione dell'elasticità muscolare influisce sui

cambiamenti nella posizione della scapola, sia a riposo che durante i movimenti dell'arto. In posizione di riposo la spalla risulta anteposta, con la scapola in aumentato tilt anteriore e aumentata upward rotation (22). La protrazione scapolare porta ad una riduzione dello spazio subacromiale, con conseguente avvicinamento dell'acromion ai tendini della cuffia, incrementando così il rischio di impingement quando l'arto viene portato in elevazione. A causa delle alterazioni tissutali sopra descritte, inoltre, la scapola non è in grado di seguire correttamente i movimenti dell'omero. Nell'osteocinematica di spalla, l'upward rotation attiva è importante per elevare la porzione laterale dell'acromion ed è necessaria per prevenire l'impingement dei tessuti molli sotto l'arco acromiale; il tipping posteriore porta invece in elevazione la parte anteriore dell'acromion, e anche questo è importante per ridurre il rischio di impingement (13). Nei soggetti con GIRD, durante i movimenti di elevazione dell'arto, l'upward rotation e il tipping posteriore risultano diminuiti, mentre il tilt anteriore si mantiene aumentato. Si viene a creare uno squilibrio muscolare con riduzione dell'attività dei muscoli stabilizzatori scapolari, soprattutto dentato anteriore, e aumento di quella di trapezio superiore e deltoide; il deficit di stabilizzazione scapolare porta anche i muscoli della cuffia a lavorare in modo scorretto, poiché risultano privi di un solido punto fisso su cui agire. La prevalenza di vettori di forza a direzione superiore va ad aumentare la traslazione superiore della testa dell'omero, con conseguente aggravamento dell'impingement subacromiale e lesioni tendinee; il tendine più coinvolto è quello del muscolo sovraspinato, a livello della sua inserzione sull'omero. Tuttavia, qualsiasi altro tendine dei muscoli della cuffia può essere danneggiato, così come il tendine del capo lungo del bicipite (25, 13).

Per quanto riguarda lo sviluppo dell'impingement interno, oltre alla già menzionata rigidità della capsula posteriore, va considerato l'affaticamento dei muscoli del complesso spalla in seguito a gesti ripetuti. Anche in questo caso infatti la debolezza che insorge a carico della muscolatura della cuffia e del deltoide posteriore influisce sul posizionamento dell'omero rispetto alla scapola: l'omero non viene mantenuto allineato con il piano scapolare durante la fase di caricamento del lancio e si viene a trovare in posizione più posteriore. L'iper-angolazione che ne deriva causa cedimento delle strutture anteriori, viene perso il rotolamento posteriore della testa e la sola traslazione anteriore porta a schiacciamento dei tessuti molli posteriori (3). Altre variabili che devono essere considerate nei lanciatori professionisti riguardo lo sviluppo dell'impingement interno, oltre alla rigidità capsulare posteriore, sono l'aumento del range in rotazione esterna e la maggiore retroversione dell'omero. Prendendo in considerazione le strutture ossee, l'aumento della retroversione omerale in associazione con il GIRD determina stress addizionali sulla capsula posteriore soprattutto durante la fase di decelerazione del lancio; è stata messa in evidenza la correlazione tra questi due fattori e l'ipertrofia capsulare posteriore (23). Il contributo della diversità

nella geometria ossea sul ROM omerale risulta rilevante nei lanciatori per il momento torcente che permette di creare sull'omero durante il lancio. Un'aumentata retroversione omerale permette di raggiungere un range maggiore in rotazione esterna, a fronte di una rotazione interna ridotta; il gesto che ne deriva è più efficace grazie alla maggiore escursione articolare in posizione di *late-cocking* per cui la palla riesce poi a raggiungere velocità più elevate (18). Atleti con sintomi di impingement interno presentano un GIRD significativamente maggiore rispetto soggetti asintomatici (17) e il GIRD è in assoluto la condizione che si manifesta con maggiore frequenza negli atleti *overhead* con impingement interno (9). La riduzione della rotazione interna nell'arto dominante in alcuni casi può comparire prima dell'aumento della rotazione esterna; di qui l'importanza di monitorare il GIRD a scopo preventivo in modo da ridurre il rischio di possibili infortuni (19).

Soggetti con impingement, sia subacromiale che interno, hanno dimostrato GIRD maggiore rispetto ai sani (27). Il GIRD risulta una condizione di frequente riscontro nei lanciatori con sintomi di impingement e necessita di un trattamento adeguato all'interno del programma terapeutico (6).

PROPOSTA VALUTAZIONE E TRATTAMENTO GIRD

Per valutare gli adattamenti presenti in pazienti con GIRD è molto importante l'accuratezza nelle misurazioni delle rotazioni gleno-omerali: differenze di 5° - 10° possono risultare rilevanti. Il metodo che viene utilizzato dalla maggior parte degli studi scientifici e che ha dimostrato un'alta riproducibilità, prevede il posizionamento dell'arto a 90° di abduzione sul piano scapolare e l'utilizzo di un goniometro con indicatore a bolla o un inclinometro digitale per la rilevazione dei risultati (Figura 3) (7). L'affidabilità del metodo è stata calcolata testando 10 soggetti non lanciatori, utilizzando un goniometro standard per le misurazioni; tale procedura ha dimostrato un ICC (Intra Class Coefficient) di 0.975, un SEM (Standard Error of Measurement) di 1.9° e un MDC (Minimal Detectable Change) pari a 2.6° (7). Le misurazioni possono venire effettuate anche da un solo esaminatore, ma per una maggior precisione è preferibile la presenza di due operatori. Il soggetto è disteso supino su una superficie piana. Mentre il primo operatore ha l'obiettivo di stabilizzare la scapola applicando con il pollice sulla coracoide una forza diretta posteriormente per evitare che si muova durante l'esecuzione del test, il secondo operatore effettuerà la misurazione del ROM gleno-omeroale. L'arto del soggetto viene portato a 90° sul piano scapolare ed il gomito è flesso a 90° . Il goniometro viene posizionato con il fulcro sull'olecrano, il braccio fisso perpendicolare al piano d'appoggio e il braccio mobile allineato con lo stiloide ulnare. L'arto del soggetto viene quindi portato in rotazione interna fino a percepire la posizione di fine range; questa viene registrata quando non è più possibile muovere l'articolazione gleno-omeroale senza che vi sia movimento della scapola o necessità di applicare una forza maggiore per stabilizzarla. Questa procedura va ripetuta bilateralmente e dal confronto del ROM dei due arti si può determinare se vi è o meno la presenza di GIRD, ovvero se la differenza in intrarotazione tra le due misurazioni è maggiore di 20° da un lato rispetto all'altro (8).

Nei lanciatori senza episodi di infortunio il GIRD mediamente presente all'arto dominante è di 10° - 15° rispetto al non dominante. Atleti con diagnosi di impingement interno mostrano un aumento significativo del GIRD, fino anche a differenze di 30° - 40° tra i due lati (6, 17). Anche soggetti non lanciatori con impingement subacromiale hanno dimostrato un GIRD di almeno 22° tra i due arti. I cambiamenti che interessano la capsula e i muscoli della cuffia dei rotatori anche in soggetti non sportivi, che però praticano attività ripetute *overhead* (ad esempio lavoratori metallurgici o carpentieri) sono determinanti per la stretta relazione che si crea tra deficit in rotazione interna gleno-omeroale e rigidità posteriore di spalla (27).

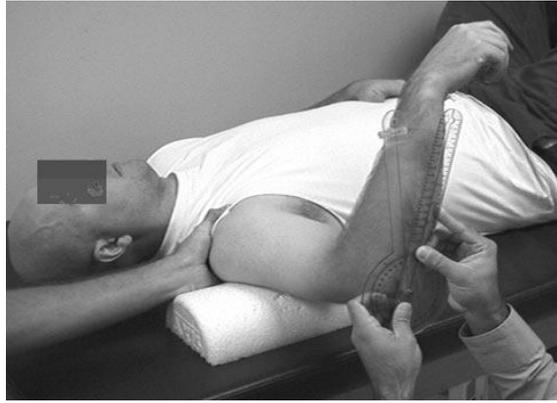


Figura 3. Misurazione della rotazione interna gleno-omeroale con stabilizzazione della scapola e utilizzo di goniometro standard (7).

Durante l'esame clinico dei lanciatori si riscontrano frequentemente dolorabilità a livello della linea articolare gleno-omeroale posteriore, aumento del range di rotazione esterna e riduzione dell'intrarotazione; in generale, in presenza di sintomatologia alla spalla, la valutazione deve prendere in considerazione l'intero quadrante superiore interessato (6).

La presenza di GIRD è stata evidenziata sia in individui asintomatici, che con impingement, sia esterno che interno; pertanto, un soggetto con GIRD può riportare una sintomatologia molto varia a seconda delle strutture maggiormente coinvolte. L'impingement subacromiale viene diagnosticato con maggior frequenza in lavoratori *overhead* o atleti lanciatori "maturi", nei quali il deficit in intrarotazione spesso non è compensato da un aumento in rotazione esterna come può avvenire nei soggetti più giovani (3). In questi casi si rileva la presenza di un arco doloroso tra i 60° e i 120° di elevazione sul piano scapolare, un dolore localizzato in regione antero-laterale di spalla di durata maggiore di una settimana, dolorabilità alla palpazione dei tendini della cuffia dei rotatori, positività ad almeno uno dei tests per l'impingement (Neer, Hawkins, Jobe's tests) (4). Atleti lanciatori con diagnosi di impingement interno invece possono risultare negativi ai test per l'impingement sopra citati; tipicamente essi riportano un dolore cronico, diffuso posteriormente alla spalla, oppure localizzato lungo la rima articolare. Altre manifestazioni del problema possono essere la riduzione della velocità e resistenza nei lanci e del controllo della palla durante il lancio. Il dolore posteriore in soggetti non atleti è più probabile sia ad insorgenza acuta in seguito a trauma piuttosto che associato ad un processo progressivo (6).

Test specifici da includere nella valutazione di questa problematica sono il "posterior impingement sign" (abduzione di 90° - 110°, estensione di 10° - 15°, massima rotazione esterna, con soggetto in posizione supina) e il "relocation test" (arto in abduzione a 90° e massima rotazione esterna, viene riferita riduzione del dolore posteriore applicando una forza diretta posteriormente sull'omero prossimale) (6). Nella valutazione funzionale complessiva vanno inoltre esaminate: la posizione

scapolare, la forza e lunghezza della muscolatura periscapolare, le varie porzioni della capsula articolare, le traslazioni della testa omerale, l'atteggiamento posturale del soggetto (3). Poiché lo sviluppo del GIRD è stato messo in relazione soprattutto con le alterazioni a carico dei tessuti molli, questi risultano il focus del trattamento riabilitativo; proposte ed esercizi considerano le alterazioni a livello muscolare, con perdita di forza ed estensibilità, e capsulare, con l'aumento della rigidità e le modifiche nelle traslazioni omerali. Vengono proposti due esercizi di stretching per ridurre il GIRD: lo "sleeper's stretch" e il "cross-body stretch" (8). Entrambi possono essere eseguiti autonomamente dal paziente oppure con l'aiuto di un terapeuta che stabilizza la scapola. Nel primo, il soggetto è in decubito laterale sul lato affetto con l'arto superiore a 90° di flessione anteriore e il bordo laterale della scapola mantenuto ben in contatto con il piano d'appoggio. Afferrando il polso, l'arto viene portato passivamente in intrarotazione; la posizione a fine range viene mantenuta costante per 30 secondi e si ripete per altra 2 volte con 30 secondi di recupero tra una sessione e l'altra (5) (Figure 4,5). Nel cross-body stretch il paziente è supino o in stazione eretta e l'arto viene portato in adduzione orizzontale con il controlaterale; in questo caso la presenza di una seconda persona che assicuri la fissazione della scapola determina una maggiore efficacia dello stretching (5) (Figure 6,7).



Figura 4. Sleeper's stretch con aiuto del terapeuta (5)



Figura 5. Sleeper's stretch in autonomia (5)



Figura 6. Cross-body stretch con fissazione della scapola (5)



Figura 7. Cross-body stretch in autonomia (5)

Sono stati dimostrati risultati significativamente migliori con il cross-body stretch con fissazione della scapola rispetto allo sleeper's stretch in soggetti con GIRD (14) (Tabella 4).

TABELLA N. 4: ROM a confronto prima e dopo 4 settimane di stretching utilizzando il cross-body stretch o lo sleeper stretch (14).

Measures	Sleeper (n = 15)		Cross-Body (n = 15)		Controls (n = 24) [†]	
	Preintervention	Postintervention	Preintervention	Postintervention	Preintervention	Postintervention
IR90, stretch side	48.2 ± 8.8	60.6 ± 10.4 [‡]	46.6 ± 11.5	66.6 ± 15.9 ^{‡§}	52.5 ± 9.5	58.3 ± 8.8
IR90, control side	61.8 ± 9.5	64.8 ± 12.8	60.5 ± 10.6	68.6 ± 13.7		
ER90, stretch side	95.1 ± 14.5	96.1 ± 12.7	99.1 ± 9.1	97.5 ± 8.0	92.7 ± 16.6	93.0 ± 15.2
ER90, control side	93.0 ± 11.4	95.6 ± 12.4	98.2 ± 11.0	99.4 ± 7.5		
Total Rot, stretch side	143.7 ± 17.9	156.9 ± 19.7 [‡]	145.9 ± 17.1	164.3 ± 21.2 ^{‡§}	145.3 ± 22.9	151.7 ± 19.9
Total Rot, control side	155.0 ± 17.0	160.6 ± 18.1	158.9 ± 17.1	168.3 ± 17.2		
TUB, stretch side	66.5 ± 10.8	69.2 ± 9.2 [‡]	68.9 ± 13.0	70.5 ± 11.3	67.5 ± 13.8	68.7 ± 13.9
TUB, control side	67.2 ± 15.5	66.6 ± 13.1	71.4 ± 11.5	69.8 ± 10.8		

Abbreviations: ER90, external rotation at 90° abduction; IR90, internal rotation at 90° abduction; Total Rot, total rotation calculated as the sum of IR90 and ER90; TUB, thumb up the back, values represent percent of total spine length with higher numbers indicating the thumb was higher up the back.

^{*} All values represent mean ± SD degrees except TUB measures, which are percent of total spine length.

[†] Control subjects did not stretch either side, therefore the average of left and right measurements were used.

[‡] Change preintervention-postintervention significantly different compared to control group (P < .05).

[§] Change preintervention-postintervention significantly different compared to control side (P < .05).

Tuttavia, sono necessari ulteriori studi su campioni più ampi di popolazione per confermare questi risultati e poterli correlare ad altri sintomi riportati dai pazienti con GIRD. Oltre all'accorciamento delle strutture posteriori, anche la rigidità di muscoli quali il piccolo pettorale e il capo breve del bicipite brachiale possono contribuire all'instaurarsi del GIRD e del mantenimento della posizione in protrazione della scapola (3).

Possono essere utilizzate anche altre tecniche, oltre lo stretching, per agire sulla rigidità dei tessuti molli, ad esempio il massaggio e tecniche di "muscle energy" (MET). Risultati interessanti sono

stati ottenuti con un programma di massaggio dei muscoli infrascapolo, deltoide posteriore e piccolo rotondo effettuato per 2 volte alla settimana con sedute di 18 minuti (6 minuti per muscolo) per un totale di 4 settimane. I soggetti con minore durata dei sintomi, maggior funzionalità dell'arto coinvolto e maggior rigidità a livello del deltoide posteriore sembrano rispondere in modo più significativo a tale tipo di trattamento (28). Anche le MET risultano efficaci nel recupero della flessibilità delle strutture posteriori di spalla, e possono essere d'aiuto nella prevenzione e trattamento negli infortuni associati a GIRD e rigidità posteriore. In particolar modo la MET per gli abduttori orizzontali ha mostrato i maggiori benefici in termini di recupero del GIRD (16). Il soggetto è in decubito supino; il terapeuta stabilizza il bordo laterale della scapola e, mantenendo il gomito del paziente flesso, porta l'arto del soggetto in adduzione orizzontale fino a percepire l'end-feel. Al paziente viene richiesto di sostenere una contrazione isometrica per 5 secondi a circa il 25% del massimale in direzione dell'abduzione orizzontale, resistendo alla forza contraria del terapeuta. Al termine della contrazione, viene richiesta un'adduzione orizzontale attiva con stretching attivo assistito per 30 secondi. Dopo completo rilassamento e raggiunta una nuova barriera, si ripete la tecnica per 3 volte (16) (Figura 8). Questa tecnica può venire applicata anche agli extra-rotatori di spalla, con l'arto del paziente in appoggio e abdotto a 90° e il gomito a 90° di flessione, chiedendo la contrazione isometrica in estrarotazione e recuperando movimento in rotazione interna (16) (Figura 9).



Figura 8. MET per gli abduttori orizzontali (16)



Figura 9. MET per i rotatori esterni (16)

Tra le due MET quella che ha portato a migliori risultati è la prima descritta; questo può essere dovuto al fatto che con l'arto in elevazione e fissazione della scapola si riesce ad effettuare uno stretching più efficace sulla muscolatura posteriore di spalla, mentre con la seconda tecnica alcuni muscoli importanti come il deltoide posteriore risultano meno coinvolti. Molti studi hanno riportato

la maggior efficacia di tecniche di stretching “attivo” come per esempio le MET o le tecniche “contract-relax” rispetto allo stretching “statico” (16).

In aggiunta alle tecniche sopra citate, l’intervento fisioterapico può avvalersi di tecniche di mobilizzazione della testa omerale, sempre con l’obiettivo di allungare le strutture legamentose posteriori. Si possono effettuare delle traslazioni della testa omerale in direzione dorsale di grado elevato (IV Maitland) a fine range con l’arto in massima intrarotazione con mano dietro la schiena (Figura 10), a 90° di abduzione (Figura 11), in adduzione orizzontale (Figura 12) (5, 26).



Figura 10. Mobilizzazione in traslazione dorsale a end-range in rotazione interna con mano dietro la schiena (5)



Figura 11. Mobilizzazioni in direzione posteriore a end-range in rotazione interna a 90° di abduzione (26)



Figura 12. Mobilizzazioni in traslazione dorsale a end-range in adduzione orizzontale (5)

CONCLUSIONI

La maggior parte degli studi trovati in letteratura per la compilazione di questo lavoro di revisione tratta di soggetti asintomatici e i risultati derivano per lo più da rilevazioni biomeccaniche e misurazioni effettuate in laboratorio; questa, a mio avviso, è una grande limitazione per poter definire una correlazione certa tra presenza di GIRD e sindrome di impingement .

Solo 4 studi (30, 2, 4, 13) esaminano movimenti attivi, di rotazione e/o elevazione dell'arto superiore. Un solo studio (13) mette in relazione la risoluzione dei sintomi di impingement interno con la correzione della rigidità della capsula posteriore ma non trova relazione con la correzione del GIRD.

La correlazione tra GIRD e sviluppo dell'impingement può essere ipotizzata sulla base delle alterazioni che avvengono nell'artro e osteocinematica dell'articolazione gleno-omerale in seguito agli adattamenti ossei e dei tessuti molli in soggetti che praticano attività *overhead*. Non ci sono studi che considerano il GIRD come unico fattore scatenante l'impingement; la patogenesi dell'impingement, sia interno che subacromiale, è sicuramente multifattoriale e la presenza di GIRD può predisporre all'instaurarsi della patologia. Per questo motivo all'interno di un programma riabilitativo di tipo conservativo volto alla risoluzione della sintomatologia da impingement è opportuno includere la valutazione del GIRD ed esercizi specifici per correggere tale condizione.

BIBLIOGRAFIA

- (1) M. D. Bang, G. D. Deyle: "Comparison of supervised exercise with and without manual physical therapy for patients with shoulder impingement symptoms"; *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 30 (3): 126 – 137, 2000
- (2) M. R. Borich, J. M. Bright: "Scapular angular positioning at end range internal rotation in case of glenohumeral internal rotation deficit"; *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, Vol. 36, No. 12, December 2006
- (3) S. Braun, D. Kokmeyer : "Shoulder injuries in the throwing athlete"; *The Journal of Bone & Joint Surgery*, Vol. 91, Issue 4, 2009
- (4) T. M. Cook, P. M. Ludewig: "Translation of the humerus in persons with shoulder impingement symptoms"; *Journal of Orthopaedics Sports Physical Therapy*, 32: 248- 259, 2002
- (5) M. Cools, G. Declercq: "Internal impingement in tennis player: rehabilitation guidelines"; *British Journal of Sports Medicine*, 42, 165 – 171, 2008
- (6) B. E. Heyworth, R. J. Williams: "Internal impingement of the shoulder"; *The American Journal of Sports Medicine*, Vol. 37, N. 5, 2009
- (7) W. B. Kibler, A. Sciascia: "An Acute Throwing Episode Decreases Shoulder Internal Rotation"; *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 470: 1545 – 1551, 2012
- (8) W. B. Kibler, A. Sciascia: "Glenohumeral Internal Rotation Deficit: Pathogenesis and response to Acute Throwing"; *Sports Medicine Arthroscopic Review*, Vol. 20, No. 1, March 2012
- (9) C. Kirchoff, A. B. Imhoff: "Posterior and anterosuperior impingement of the shoulder in overhead athletes – evolving concepts"; *International Orthopaedics (SICOT)*, Vol. 34: 1049 – 1058, 2010
- (10) K. G. Laudner, M. T. Moline and K. Meister: "The relationship between forward scapular posture and posterior shoulder tightness among baseball players"; *The American Journal of Sports Medicine*, Vol. 38, No. 10, 2010

- (11) K. G. Laudner, R. C. Sipes: "The acute effects of sleeper stretches on shoulder range of motion"; *Journal of Athletic Training*, 43(4): 359-363, 2008
- (12) D. Lintner, M. Mayol: "Glenohumeral internal rotation deficits in professional pitchers enrolled in an internal rotation stretching program"; *The American Journal of Sports Medicine*, Vol. 35, No. 4, 2007
- (13) P. M. Ludewig, T. M. Cook: "Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement"; *Physical Therapy*, Vol. 80, No. 3: 276 – 291, 2000
- (14) P. McClure, J. Balaicuis : "A randomized controlled comparison of stretching procedures for posterior shoulder tightness"; *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, Vol. 37, No. 3, March 2007
- (15) L. A. Michener, P. W. McClure, A. R. Carduna: "Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome"; *Clinical Biomechanics*, 18, 369 – 379, 2003
- (16) S. D. Moore, K. G. Laudner : "The immediate effects of muscle energy technique on posterior shoulder tightness: a randomized control trial"; *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, Vol. 41, No. 6, June 2011
- (17) J. B. Myers, K. G. Laudner: "Glenohumeral range of motion deficits and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement"; *The American Journal of Sports Medicine*, Vol. 34, No. 3, 2006
- (18) J. B. Myers, S. Oyama: "Influence of humeral torsion on interpretation of posterior shoulder tightness measures in overhead athletes"; *Clinical Journal of Sport Medicine*, Vol. 19, No. 5, September 2009
- (19) H. Nakamizo, Y. Nakamura: "Loss of glenohumeral internal rotation in little league pitchers: A biomechanical study"; *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, Vol. 17, No. 5, 2008
- (20) D. C. Osbahr, H. J. Kim and J. R. Dugas: "Little league shoulder"; *Current opinion in Pediatrics*, Vol. 22: 35 – 40, 2010

- (21) E. Shanley, C. A. Thigpe, et al.: “Changes in passive range of motion and development of glenohumeral internal rotation deficit (GIRD) in the professional pitching shoulder between spring training in two consecutive years”; *Journal of Shoulder and elbow surgery*, 1-8, 2012
- (22) S. J. Thomas, C. Swanik, J. S. Higginson: “A bilateral comparison of posterior capsule thickness and its correlation with glenohumeral range of motion and scapular upward rotation in collegiate baseball players”; *Journal of Shoulder and elbow surgery*, 20, 708- 716, 2011
- (23) S. J. Thomas, C. Swanik: “Humeral retroversion and its association with posterior capsule thickness in collegiate baseball players”; *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, Vol. 21, 910-916, 2012
- (24) S. J. Thomas, K. A. Swanik: ”Internal rotation and scapular position differences: a comparison of collegiate and high school baseball players”; *Journal of Athletic Training*, Vol. 45, No. 1, Febbraio 2010
- (25) S. J. Thomas, K. A. Swanik: “Internal rotation deficits affect scapular positioning in baseball players”; *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 468(6): 1551-1557, June 2010
- (26) T. F. Tyler, S. J. Nicholas: ” Correction of posterior shoulder tightness is associated with symptom resolution in patients with internal impingement”; *The American Journal of Sports Medicine*, Vol. 38, No. 1, 2010
- (27) T. F. Tyler, S. J. Nicholas: “Quantification of posterior capsule tightness and motion loss in patients with shoulder impingement”; *The American Journal of Sport Medicine*, Vol. 28, No. 5, 2000
- (28) J. Yang, S. Chen: “Effects and predictors of shoulder muscle massage for patients with posterior shoulder tightness”; *BMC Musculoskeletal Disorders*, 13: 46, 2012
- (29) K. E. Wilk, L. C. Macrina: “Correlation of glenohumeral internal rotation deficit and total rotational motion to shoulder injuries in professional baseball pitchers”; *The American Journal of Sports Medicine*, Vol. 39, No. 2, 2011
- (30) J. Yang, T. Lu: ”Secondary motions of the shoulder during arm elevation in patients with shoulder tighness”; *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 19: 1035 – 1042, 2009

