



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

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

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

A.A 2014/2015

Campus Universitario di Savona

Il ruolo della discinesia scapolare nella patologia di spalla

Candidato:

Ft. Elisa Zanetti

Relatori:

Ft. OMT Diego Ristori

Ft. OMT Simone Miele

INDICE

ABSTRACT	2
1. INTRODUZIONE	4
1.1 FUNZIONI E MOVIMENTI SCAPOLARI	4
1.2 RITMO SCAPOLO-OMERALE	5
1.3 ATTIVITA' MUSCOLARE NELL'ELEVAZIONE	6
1.4 DISCINESIA SCAPOLARE	7
1.5 VALUTAZIONE DEL MOVIMENTO SCAPOLARE	8
1.6 DISCINESIA SCAPOLARE E PATOLOGIE DI SPALLA	8
1.7 OBIETTIVO DELLO STUDIO	10
2. MATERIALI E METODO	11
2.1 CRITERI D'ELEGGIBILITA'	11
2.2 STRATEGIE DI RICERCA	12
2.3 SELEZIONE DEGLI STUDI	13
2.4 ESTRAZIONE DEI DATI E SINTESI	13
2.5 VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DEGLI STUDI	14
3. RISULTATI	14
3.1 SELEZIONE DEGLI STUDI	14
3.2 QUALITA' METODOLOGICA	15
3.3 CARATTERISTICHE DEGLI STUDI E RISULTATI	16
4. DISCUSSIONE	45
4.1 DISCINESIA SCAPOLARE E PATOLOGIE DI SPALLA	45
4.2 EFFETTI DEL DOLORE SULL'ATTIVITA' MUSCOLARE	47
4.3 FATTORI CHE PROVOCANO DISCINESIA SCAPOLARE IN SOGGETTI SANI	48
5. CONCLUSIONI	51
6. APPENDICE	53
6.1 PROTOCOLLO DI STUDIO	53
6.2 STRUMENTI DI CRITICAL APPRAISAL	57
6.3 RISULTATI QUALITA' METODOLOGICA DEGLI STUDI	59
7. BIBLIOGRAFIA	62

ABSTRACT

Introduzione:

L'alterazione della posizione e dell'orientamento scapolare sembra giocare un ruolo importante nel predisporre allo sviluppo di patologie di spalla. In letteratura diversi studi hanno analizzato le possibili cause e misurato i pattern di movimento scapolare in soggetti sani e con patologie di spalla.

Obiettivo dello studio:

L'obiettivo del nostro studio è quello di realizzare una revisione sistematica della letteratura individuando tutti gli impairments legati all'alterazione del movimento scapolare nei sani e in soggetti con dolore alla spalla e verificare una possibile relazione di causa effetto tra i due fattori discinesia scapolare e patologie di spalla.

Ricerca dei dati:

La ricerca è stata effettuata tramite il database Pubmed utilizzando la seguente stringa di ricerca: (scapula[Mesh] OR "glenohumeral joint"[Mesh] OR shoulder [Mesh] OR "shoulder pain" [Mesh]) AND (Movement [Mesh] OR "Biomechanical Phenomena"[Mesh] OR function [Title/abstract] OR position [Title/abstract] OR biomechanics [title/abstract] OR Kinematics [Title/abstract] OR rhythm [Title/abstract]) .

Metodi:

Dei 4280 articoli individuati 61 sono stati selezionati per le analisi. Un primo revisore, con la supervisione di un secondo revisore, ha valutato gli studi secondo i criteri d'inclusione, ha eseguito l'estrazione dei dati e ha valutato la qualità metodologica con Quality assessment tool for observational Cohort and Cross-sectional studies (studi longitudinali-trasversali, prospettici) e Quality assessment of case-control studies (studi caso-controllo).

Risultati

56 Studi sono stati inclusi nella revisione. 26 Hanno misurato la discinesia scapolare in diverse patologie di spalla. Nella maggior parte dei casi i soggetti hanno mostrato un aumento del movimento scapolo-toracico e una diminuzione dell'elevazione gleno-omeroale. Risultati contrastanti sono emersi invece nei soggetti con SI, alcuni hanno mostrato un'aumentata upward rotation un maggior tilt posteriore e rotazione esterna scapolare, altri studi esattamente l'opposto (minor upward rotation, tilt posteriore, aumentata rotazione interna). Tutti questi articoli hanno mostrato una maggior variabilità dell'attività muscolare nei soggetti con dolore rispetto ai sani. 26 Studi hanno analizzato le possibili cause di discinesia scapolare nei sani. Rigidità capsulare, accorciamenti muscolari e protocolli di fatica generale per l'arto superiore hanno modificato il movimento scapolare. Anche l'esposizione ad un'attività sportiva overhead può creare discinesia scapolare e le alterazioni risultano essere legate al tempo d'esposizione. 4 Studi hanno indagato la relazione tra i due fattori discinesia scapolare e dolore di spalla nel tempo: l'alterato movimento scapolare non può essere considerato un fattore di rischio.

Conclusioni

Nonostante la grande variabilità metodologica dei vari studi analizzati, i risultati della nostra revisione hanno mostrato che la discinesia scapolare risulta essere una risposta adattativa volta a preservare le strutture e a permetterne la guarigione in condizioni di dolore alla spalla. In alcuni casi tuttavia, tale risposta risulta essere maladattativa e determina un aggravamento dei sintomi. La sola discinesia scapolare non può essere considerata un fattore di rischio per lo sviluppo di patologie di spalla. Per di più, alterazioni del movimento scapolare sono presenti anche nei sani. Possibili fattori che determinano discinesia scapolare in soggetti sani sono: fatica muscolare, esposizione ad attività sportiva overhead, rigidità capsulare, accorciamento muscolare. Dato il numero limitato di studi prospettici e retrospettivi, ulteriori studi che vadano ad indagare la relazione tra i fattori d'interesse nel tempo potrebbero portare a conclusioni definitive sull'argomento.

1. INTRODUZIONE

1.1 FUNZIONI E MOVIMENTI SCAPOLARI

La spalla è un complesso articolare dotato di grande libertà di movimento. E' composta da tre articolazioni sinoviali, gleno-omeroale, sterno-claveare e acromion-claveare e da due articolazioni "funzionali" scapolo-toracica e sottoacromiale. Queste articolazioni tramite un movimento combinato di rotolamento, scivolamento e rotazione della testa omerale permettono di ottenere il maggior range possibile di movimento²⁹, a scapito di una minor stabilità intrinseca di tutto il complesso. Se si osserva l'articolazione dell'anca, la fisiologica stabilità articolare è determinata dalla cavità acetabolare e dall'azione della forza peso che agisce su di essa. Al contrario nella spalla, il contributo glenoideo, poco concavo per conformazione, è insufficiente a garantire la necessaria stabilità, ad esso si aggiunge anche il peso dell'arto superiore che tenderebbe a distanziare i capi articolari. La stabilità è quindi garantita dall'insieme delle componenti passive legamenti e capsula, e dall'attività coordinata della componente dinamica muscolare, in particolare dalla cuffia dei rotatori, con l'aiuto del capo lungo del bicipite. Tutte queste componenti mantengono centrata la testa dell'omero nella glenoide. In tutto questo, la scapola deve poter muoversi sul torace per supportare il movimento omerale, assorbendo carichi, e trasmettendo forza ed energia ai movimenti dell'arto superiore⁴⁸. Affinché questa possa realizzare i propri compiti è necessaria un'adeguata coordinazione della muscolatura scapolare, finemente controllata e regolata dal sistema nervoso centrale. Diversi autori^{25,47} si sono cimentati nella descrizione, non semplice, del movimento scapolare rispetto alla gabbia toracica. Ludewig et al 2000⁴¹ li ha sintetizzati in un disegno (figura 1). I movimenti individuati sono traslazioni e rotazioni. I primi sono concettualmente semplici anche se essendo effettuati sul piano delle coste, possiedono una componente rotatoria. Se la traslazione avviene in senso orizzontale si ha un'adduzione se la scapola si avvicina alla colonna e abduzione se si allontana. Si parla di elevazione e di retrazione rispettivamente se la scapola scivola cranialmente o caudalmente su un piano verticale. Individuando l'asse coronale passante per l'articolazione acromion claveare e perpendicolare al piano scapolare, s'individuano i movimenti di upward rotation, quando la concavità glenoidea viene portata cranialmente, e downward rotation quando viene portata caudalmente. Inoltre essa può ruotare anche attorno ad un asse obliquo passante per l'articolazione acromion claveare e la radice della spina della scapola generando i movimenti di tilt anteriore, in cui l'angolo inferiore si allontana dal torace mentre l'acromion si porta ventralmente, e tilt

posteriore quando l'angolo inferiore viene schiacciato sul torace e l'acromion si porta dorsalmente rivolgendosi verso l'alto. L'ultimo movimento di rotazione che avviene secondo un asse passante sempre per l'articolazione acromion claveare e perpendicolare agli assi precedenti, consente alla scapola di eseguire un movimento di rotazione mediale, rotazione della concavità glenoidea verso l'interno, o viceversa rotazione laterale⁷¹.

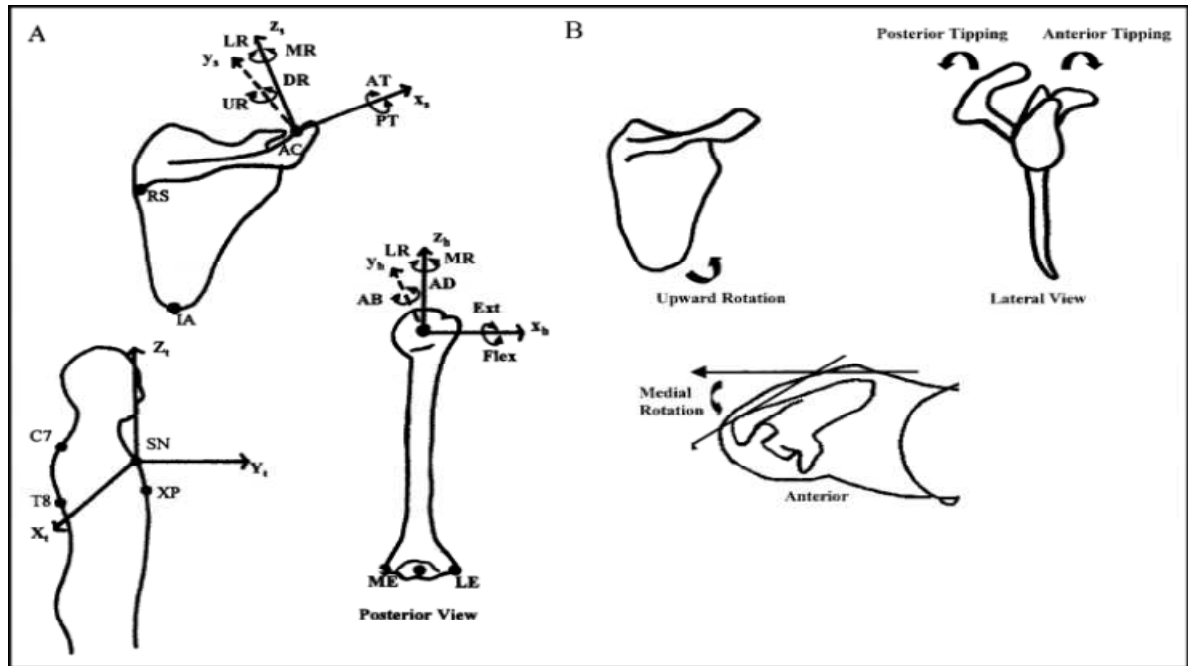


Figura 1 Movimenti scapolari

1.2 RITMO SCAPOLO-OMERALE

Il ritmo scapolo-omerale rappresenta un pattern di movimento scapolare-omerale costante individuato nella maggior parte dei soggetti, caratterizzato dal rapporto tra l'upward rotation scapolo-toracica e l'elevazione gleno-omerale. In realtà, è possibile individuare una prima fase in cui c'è una certa variabilità del movimento scapolare tra i soggetti, e il movimento quando presente è davvero minimo. Questa fase corrisponde ai primi 60° di flessione e ai primi 30° di abduzione. Subito dopo questa fase, i movimenti tra scapola e omero sono in rapporto costante: ad 1° di movimento della scapola sul torace corrispondono 2° di movimento dell'omero sulla scapola, per arrivare ad un totale di 120° di movimento scapolo-omerale e 60° di movimento scapolo-toracico⁴³. McClure et al 2001⁴⁸ hanno studiato il movimento di upward rotation durante l'elevazione omerale, evidenziando che nei primi 30° della fase concentrica, la scapola si muove poco, mentre ai gradi più estremi si muove di più. Nella fase eccentrica, si ha invece un movimento più lineare. In tale articolo, viene studiato anche il movimento di tilt posteriore, che risulta

essere importante per la clearance della testa omerale e dei tendini della cuffia dei rotatori all'interno della volta acromiale. La maggior parte del movimento di retrazione avviene dopo i 90° di elevazione, con un picco ai più alti angoli della stessa. Matsuki et al 2012⁴⁶ hanno invece analizzato i movimenti di traslazione dell'omero nel movimento di elevazione dell'arto superiore sul piano scapolare. Si osserva un innalzamento della testa omerale di 2,1mm nella volta acromiale durante i primi 105°, successivamente l'omero discende di 0,9mm. Per quanto riguarda il movimento di rotazione della testa omerale, gli studi mostrano risultati diversi, probabilmente a causa della variabilità dei modi utilizzati per calcolarla.

1.3 ATTIVAZIONE MUSCOLARE NELL'ELEVAZIONE

In letteratura, al pari della descrizione cinematica, troviamo diversi studi riguardo all'attivazione muscolare durante il movimento di elevazione⁶⁴. Tutti sono concordi nell'individuare il deltoide come muscolo motore dell'elevazione, assistito dal sovraspinoso. La cuffia dei rotatori ha l'importante funzione di tenere centrata la testa dell'omero nella glenoide all'interno della volta acromiale, neutralizzando la componente di traslazione della testa omerale verso l'alto data dall'attivazione del deltoide. Un importante ruolo è svolto anche dai muscoli scapolari, che hanno il compito di supportare il movimento e fare da piattaforma di ancoraggio ai muscoli citati in precedenza. I muscoli protagonisti del movimento di upward rotation scapolare sono il dentato anteriore e il trapezio inferiore. I romboidi e l'elevatore della scapola, data la loro azione antagonista, mostrano una minor attivazione, presumibilmente come muscoli sinergici nel resistere all'abduzione della scapola dovuta all'azione del serrato anteriore. Inoltre i muscoli della scapola non devono solo garantire la rotazione verso l'alto della glena ma devono anche resistere al momento generato dai muscoli della cuffia e del deltoide la cui azione porterebbe la scapola in rotazione verso il basso (downward rotation) e in rotazione mediale (scollamento). Nello specifico il trapezio nelle sue tre componenti produce tre differenti azioni. Il trapezio inferiore è direttamente responsabile data la sua anatomia della rotazione verso l'alto della scapola insieme al serrato anteriore. Il trapezio medio data la disposizione delle sue fibre ha un ridotto braccio di leva verso la rotazione ma ha invece il ruolo di neutralizzare la componente abduztrice sulla scapola del serrato anteriore. Il trapezio superiore invece, inserendosi sulla clavicola e sul processo acromiale, agisce principalmente nell'elevazione della scapola. Il serrato anteriore nei suoi fasci medi ed

inferiori è quello che possiede il maggiore vantaggio meccanico nella rotazione di scapola verso l'alto, di extrarotazione (adesione della scapola alla gabbia toracica) e nel tilt posteriore^{13,64}.

1.4 DISCINESIA SCAPOLARE

Il termine “discinesia” descrive un’alterazione clinicamente osservabile della normale fisiologia, meccanica e mobilità scapolare²⁹. Questi pattern anormali sono classificabili in tre categorie, che corrispondono ai tre piani di movimento sulla gabbia toracica. La discinesia di tipo I è caratterizzata dalla prominente dell’angolo mediale inferiore, questo per un’anomala rotazione rispetto all’asse trasversale. Discinesia di tipo II caratterizzata dalla prominente dell’intero bordo scapolare mediale, che rappresenta un’anomale rotazione rispetto all’asse verticale. Discinesia di tipo III caratterizzata dalla traslazione superiore dell’intera scapola, e dalla prominente dell’angolo scapolare mediale superiore²⁹.

Diversi fattori potrebbero contribuire a creare questi alterati pattern di movimento:

1 **Alterazioni anatomiche** atteggiamenti posturali in ipercifosi dorsale, o iperlordosi cervicale potrebbero favorire un’eccessiva protrazione scapolare; fratture alla clavicola, o infortuni all’articolazione acromion-claveare potrebbero alterare la cinematica scapolare.

2 **Alterazioni nella funzione muscolare** ossia la mancanza di coordinazione tra i muscoli scapolari. Questa può avvenire per trauma diretto su tali muscoli; debolezza muscolare; affaticamento da uso prolungato; inibizione muscolare causata da sindromi dolorose alla spalla.

3 **Alterazione della flessibilità muscolare e capsulare** possono modificare la posizione e il movimento scapolare. L’accorciamento del piccolo pettorale, o del capo breve del bicipite può determinare un tilt anteriore della scapola; una rigidità capsulare o muscolare posteriore può modificare il normale movimento scapolo-toracico e gleno-omeroale, determinando una protrazione scapolare ed un’eccessiva traslazione craniale e ventrale della testa omeroale.

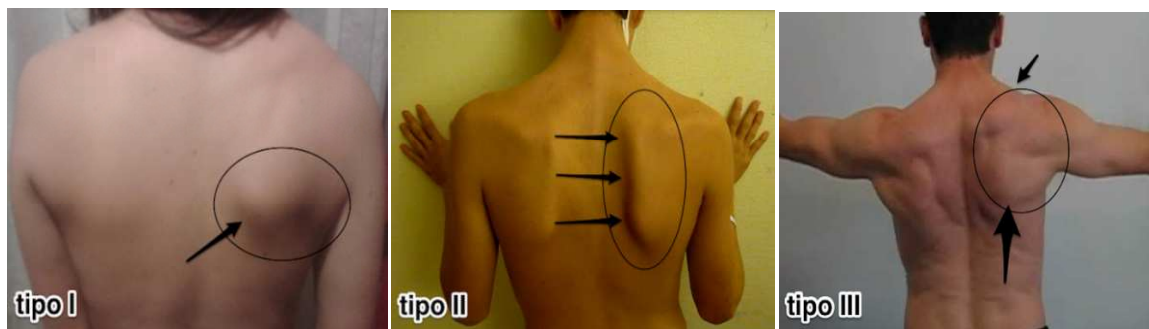


Figura 2. Le 3 forme di discinesia.

1.5 VALUTAZIONE DEL MOVIMENTO SCAPOLARE

Il primo metodo per valutare la posizione scapolare è stato descritto da Kibler, che per primo utilizzò la tecnica del “side-to-side”. Questo metodo si basa sull’osservazione, sul confronto tra la scapola sana con quella ritenuta patologica; si effettuano misure lineari per capire la posizione delle scapole, in relazione a reperi anatomici: spina dorsale e le prominenze degli angoli scapolari. Con il passare degli anni è stato dimostrato che la sola valutazione della scapola in statica non poteva essere sufficiente; soprattutto in soggetti giovani e sportivi, la valutazione delle asimmetrie statiche non può essere un indice di disfunzione. Altri studi hanno dimostrato che le anomalie scapolari sono più evidenti durante la valutazione dinamica nei soggetti con impingement e instabilità²⁸. In seguito è stato proposto un metodo visivo con l’utilizzo di telecamere, confrontando gli arti durante il movimento 3D, in entrambe le fasi concentrica-eccentrica. Negli ultimi anni, è emersa anche l’importanza di valutare il movimento scapolare anche sotto sforzo, con l’uso di pesi, e considerando anche il fattore “resistenza”, quindi chiedendo al soggetto di eseguire diverse ripetizioni. Diventa inoltre necessario, in soggetti con dolore, capire se la discinesia scapolare sia rilevante sul sintomo. A questo scopo possono essere utilizzate manovre correttive, per vedere se si modificano i sintomi, e gli impairment riscontrati¹².

1.6 DISCINESIA SCAPOLARE E PATOLOGIE DI SPALLA

Le caratteristiche intrinseche della spalla che le permettono di essere un complesso articolare dotato di grande mobilità la rendono anche frequentemente soggetta a diverse patologie, tra cui le più frequenti sembrano essere impingement subacromiale e problematiche tendinee alla cuffia dei rotatori. Inoltre, in letteratura, emerge sempre più l’associazione tra patologie di spalla e discinesia scapolare. Si stima che nel 68-100% dei

disordini di spalla si verifica un alterato movimento scapolare²⁹. Ludewig e Reynolds nella loro revisione del 2009⁴² sostengono che se la spalla, inteso come complesso gleno-omero-scapolo-toracico, si muove male allora la persona può avere male e, viceversa, se una persona ha male alla spalla probabilmente è perché si muove male. Per esempio nella popolazione di soggetti affetti da sindrome da impingement subacromiale, sono state misurate variazioni della cinematica scapolare rispetto ai sani durante il movimento di elevazione omerale sul piano scapolare, tuttavia non è facile stabilire un pattern comune: diversi studi hanno mostrato una perdita dell'upward rotation, eccessiva rotazione interna scapolare e aumentato tilt anteriore; altri invece hanno misurato un'aumentata upward rotation scapolare^{29,42}. A tali variazioni della cinematiche sono associate alterazioni dell'attivazione dei muscoli scapolari, con una ridotta attività del dentato anteriore, un'aumentata attività del trapezio superiore a discapito di un trapezio inferiore inibito e con un ritardo di attivazione²⁸. Variazioni nella cinematica scapolare sono state descritte anche per lesioni della cuffia dei rotatori, in cui è stata misurata un'aumentata upward rotation. E' emerso che, in soggetti con lesione completa della cuffia, la discinesia scapolare risultava essere associata ad un minor punteggio funzionale dell'arto superiore²⁸. Anche persone con instabilità gleno-omeroale multi direzionale hanno mostrato alterazioni del movimento scapolare: è stata misurata un'aumentata protrazione, in molti casi una diminuzione dell'upward rotation, e simultaneamente una migrazione della testa omerale lontano dal centro dell'articolazione durante il movimento omerale^{23,59}. L'alterazione dell'attivazione del pattern muscolare scapolare è ritenuta essere la responsabile delle modificazioni cinematiche. La protrazione scapolare sembra essere determinata dall'inibizione del sottoscapolare, del trapezio inferiore e del serrato anteriore e da una maggior attivazione del piccolo pettorale e del gran dorsale¹.

La patogenesi di queste problematiche non è del tutto chiarita e nell'ambito scientifico ancora non c'è accordo se la discinesia sia una delle cause o una semplice conseguenza delle patologie di spalla. Si sta inoltre indagando sulle cause potenziali di queste alterazioni cinematiche in particolare su: dolore, irrigidimento dei tessuti molli, alterazione dell'attività muscolari o sbilanciamenti di forza, fatica muscolare e posture toraciche.

1.7 OBIETTIVO DELLO STUDIO

Riferendosi alla letteratura attuale, l'elaborato ha lo scopo di individuare, descrivere tutti gli impairments legati ad un alterato movimento scapolare, sia in soggetti sani sia con problematiche di spalla. Inoltre si vorrebbe fare chiarezza sulla relazione esistente tra discinesia scapolare e patologie gleno-omerali, cercando di stabilire, valutare un possibile rapporto di causa-effetto. Verranno ricercati in letteratura tutti gli studi in cui sia stata misurata, valutata la discinesia scapolare in soggetti sani e con problematiche di spalla, con particolare interesse per gli articoli il cui disegno di studio consideri il rapporto nel tempo tra i due fattori d'interesse.

2. MATERIALI E METODI

Per l'elaborazione di questa RS sono state seguite le indicazioni di PRISMA STATEMENT⁵⁴. La metodologia dello studio è stata espressa a priori in un protocollo, per evitare eventuali bias dovuti al fatto d'indirizzare o guidare lo studio verso i risultati voluti. Tale protocollo può essere consultato nella sezione Appendice.

2.1 CRITERI D'ELEGGIBILITA'

Abbiamo ricercato per la nostra revisione studi primari pubblicati in lingua inglese, con soggetti sani o con patologie di spalla, in cui sia stata misurata la discinesia scapolare; studi prospettici o retrospettivi in cui si sia studiato il legame tra questi due fattori: "Discinesia Scapolare" e "patologie di spalla". Di seguito riportiamo nel dettaglio i criteri d'inclusione e d'esclusione:

Tabella1	
Criteri d'inclusione	Criteri d'esclusione
➤ Studi pubblicati come articoli completi scritti in lingua inglese;	➤ Studi eseguiti su cadaveri;
➤ Studi realizzati su umani;	➤ Studi con soggetti con patologie del SNC e SNP;
➤ Studi trasversali con soggetti sani con discinesia scapolare;	➤ Studi con soggetti con patologie sistemiche;
➤ Studi trasversali con soggetti con patologie di spalla e discinesia scapolare;	➤ Studi che abbiano preso in considerazione soggetti post-chirurgici;
➤ Studi prospettici con soggetti sani con discinesia scapolare;	➤ Studi che abbiano preso in considerazione soggetti con problematiche al distretto cervicale;
➤ Studi prospettici con soggetti con patologie di spalla;	➤ RCT;

- | | |
|---|--|
| ➤ Studi caso controllo su soggetti con patologie di spalla; | ➤ Studi con soggetti con frattura scapolo-omeroale; |
| ➤ Studi retrospettivi su soggetti con discinesia scapolare; | ➤ Studi focalizzati sull'imaging; |
| | ➤ Studi di reliability e validity di un nuovo sistema di valutazione della discinesia scapolare; |

2.2 STRATEGIE DI RICERCA

La ricerca è stata svolta sul database Medline.

La stringa di ricerca è stata costruita utilizzando parole chiave e Mesh Terms individuati nel Mesh Database.

I Mesh Terms utilizzati sono:

- Scapula
- glenohumeral joint
- shoulder
- shoulder pain
- Musculoskeletal diseases
- Movement
- Biomechanical Phenomena

Le parole chiave utilizzate sono:

- Function
- Position
- Biomechanics
- Kinematics
- Rhythm

La stringa di ricerca risulta così costruita:

(scapula[Mesh] OR “glenohumeral joint”[Mesh] OR shoulder [Mesh] OR “shoulder pain” [Mesh]) AND (Movement [Mesh] OR “Biomechanical Phenomena”[Mesh] OR function [Title/abstract] OR position [Title/abstract] OR biomechanics [title/abstract] OR Kinematics [Title/abstract] OR rhythm [Title/abstract]) .

Abbiamo inoltre eseguito una ricerca ecologica fino al 29 Marzo 2016 in Medline e nella Cochrane Library ricercando eventuali RS, punto di partenza del nostro elaborato; abbiamo consultato la letteratura grigia, utilizzando Google Scholar . Per queste ricerche sono state utilizzate parole libere e i seguenti Mesh terms: shoulder, shoulder joint, shoulder pain, scapula, glenohumeral joint.

2.3 SELEZIONE DEGLI STUDI

Una prima selezione è stata eseguita dal primo revisore leggendo titoli ed abstract degli studi emersi dalla stringa, ricercando la popolazione e gli outcomes richiesti dall’obiettivo del nostro studio. Qualora titolo, ed abstract non fossero stati sufficienti per la scelta, è stato letto parte dell’articolo. Sono stati quindi ricercati tutti i full text degli articoli potenzialmente eleggibili. Sono stati applicati i criteri d’inclusione ed esclusione. Per eventuali dubbi riguardo l’eleggibilità o meno di uno studio, è stato chiesto il parere di un secondo revisore.

2.4 ESTRAZIONE DEI DATI E SINTESI

L’estrazione dei dati dagli articoli inclusi è stata realizzata dal primo revisore, e poi controllata e verificata da un secondo revisore, secondo uno schema pre-impostato⁸⁵. E’ stata realizzata una tabella riassuntiva contenente per ogni articolo le seguenti informazioni: Titolo, Autore, anno di pubblicazione, disegno dello studio, obiettivo dello studio, numerosità campionaria, caratteristiche della popolazione (anni, sesso, sani o con diagnosi di patologie di spalla), misure di outcome, analisi statistica, risultati, eventuali limitazioni metodologiche. In seguito all’estrazione dei dati è stata confermata o meno l’inclusione per ogni studio nella revisione sistematica. Qualsiasi esclusione eseguita in questo step finale, è stata riportata e motivata.

Si è inoltre andati a vedere le somiglianze e differenze tra gli studi, ricercando le seguenti misure di sintesi: odds ratio (studi retrospettivi), rischio relativo (studi prospettici), differenze tra medie (studi longitudinali) con significatività $p < 0.05$.

2.5 VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DEGLI STUDI

Di tutti gli studi inclusi è stata valutata la qualità metodologica. A seconda del disegno e alla tipologia di studio è stato utilizzato uno strumento di critical appraisal adeguato. La valutazione è stata eseguita dal primo revisore, e controllata, approvata da un secondo revisore.

Gli studi osservazionali trasversali e di coorte sono stati valutati con Quality assessment tool for observational Cohort and Cross-sectional studies, composta da 14 items (Appendice)

Gli studi caso-controllo sono stati invece valutati con Quality assessment of case-control studies, formata da 12 items (Appendice).

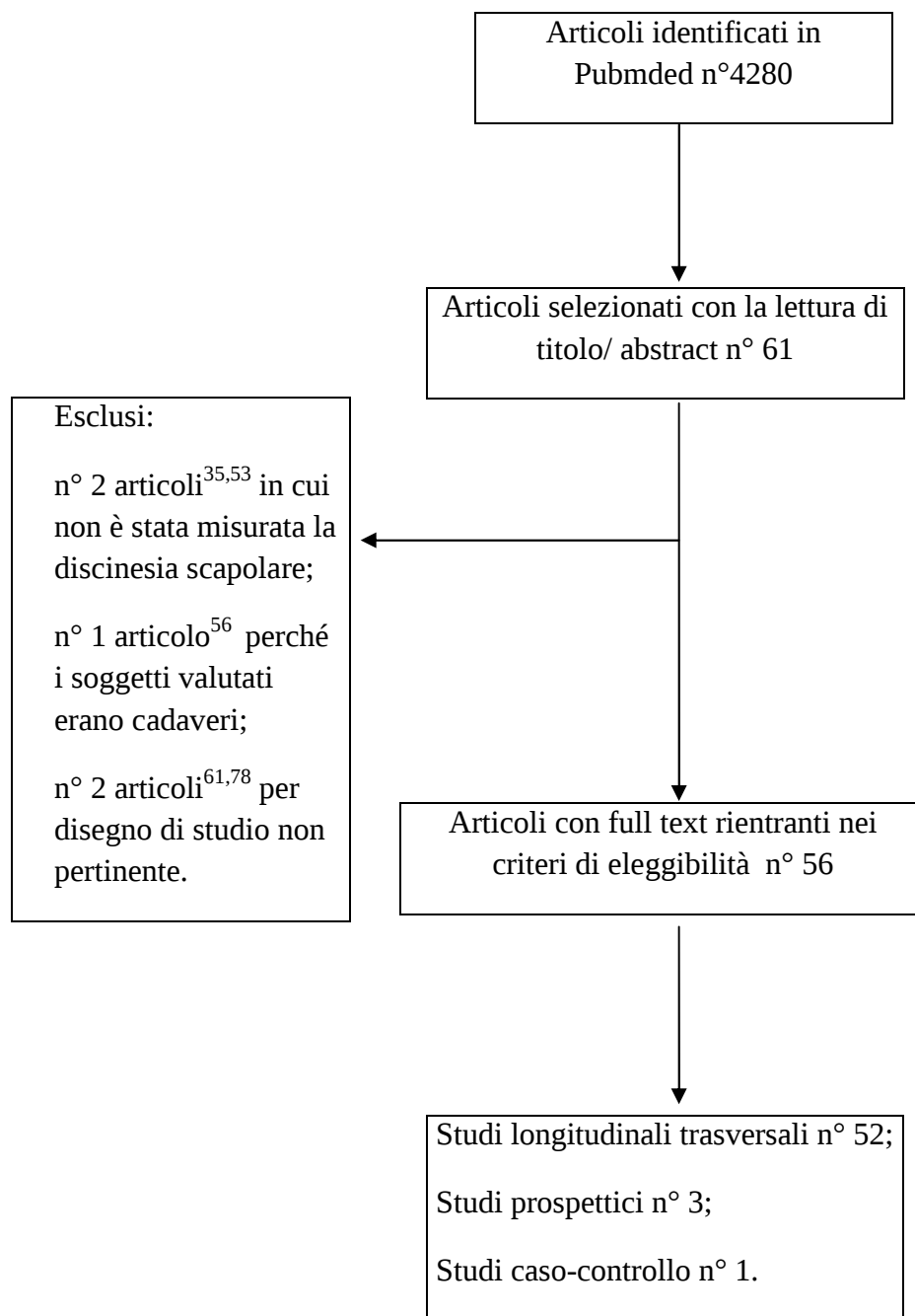
Tali scale ci hanno consentito di verificare la presenza di eventuali bias di selezione, d'informazione, di misurazione dell'outcome, eventuali fattori di esposizione confondenti (altre esposizioni, differenze nelle caratteristiche baseline dei gruppi confrontati), cecità dei valutatori, scelta adeguata dell'analisi statistica (controllo delle variabili confondenti che possono aver inficiato la relazione esposizione-outcome).

3. RISULTATI

3.1 SELEZIONE DEGLI STUDI

L'implementazione della stringa di ricerca su Pubmed ha dato come risultato 4280 articoli. Una volta letti titoli e abstract, il numero degli articoli è stato ridotto a 61, in quanto molti prendevano in considerazione soggetti con patologie del SNC e SNP, pazienti post-chirurgici, o erano incentrati sul trattamento o su nuove tecniche di valutazione. Leggendo gli articoli completi, 56/61 hanno soddisfatto i criteri d'inclusione e sono stati inseriti nella revisione. 5 Studi su 61 sono stati rifiutati per diversi motivi: in Lawrence RL et al 2014³⁵ e Meyer KE et al 2008⁵³ mancava il criterio d'inclusione: misurazione della discinesia scapolare, in Mueller AM et al 2013⁵⁶ i soggetti valutati erano cadaveri (criterio d'esclusione), Thomas SJ et al 2010⁷⁸ e Ozunlu N et al 2011⁶¹ la tipologia del disegno di studio non era adeguata alla domanda della nostra revisione.

Il processo di selezione è mostrato nella Flow Diagram seguente:



3.2 QUALITA' METODOLOGICA

I 56 studi inclusi nella nostra revisione sono stati valutati con Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-Sectional Studies (Studi longitudinali trasversali e Studi prospettici) e con Quality Assessment of Case-Control Studies (Studi caso controllo). I risultati sono mostrati in appendice.

55 Studi su 56 sono stati valutati con la prima scala nominata, ottenendo un punteggio compreso tra un minimo di 6/14 ad un massimo di 11/14. Gli studi prospettici hanno avuto un punteggio superiore rispetto agli studi longitudinali, in quanto è stato possibile valutare l'effetto nel tempo "dell'esposizione" d'interesse sull'outcome valutato (item 6, 7, 13). Di seguito i più comuni difetti metodologici trovati: non è stata calcolata la numerosità campionaria a priori per avere una buona potenza dello studio in 46 studi su 56 (item 5); In nessuno studio l'esposizione è stata misurata più volte nel tempo (Item 10); Solo in uno studio i valutatori erano in cieco (Item 12).

L'unico studio caso-controllo valutato con Quality Assessment of Case-Control Studies, ha ottenuto un punteggio di 11/12.

3.3 CARATTERISTICHE DEGLI STUDI E RISULTATI

Gli studi inclusi in questa revisione presentano caratteristiche (popolazione studiata, numerosità campionaria, età dei soggetti, obiettivo dello studio, misure di outcome) eterogenee, sono stati raggruppati pertanto in base a caratteristiche simili, per poter fare in seguito un'analisi descrittiva dei risultati che emergono.

Nelle tabelle riassuntive dei risultati verranno utilizzate delle abbreviazioni, per alleggerirne e facilitarne la lettura.

LEGENDA:

F=forza; **ROM**=range of motion; **GIRD**= deficit di rotazione interna omerale; **UR**=upward rotation, **DR**= downward rotation; **UT**= trapezio superiore; **MT**=trapezio medio; **LT**=trapezio inferiore; **SA**=serrato anteriore; **LD**=gran dorsale; **PM**=gran pettorale; **SI**=sindrome da impingemet subacromiale; **II**=Impingement Interno; **RCT**= Rottura della cuffia dei rotatori; **GHO**= osteoartrite gleno-omeroale; **FS**= frozen shoulder; **SS**=stiff shoulder.

Studi con soggetti affetti da patologie di spalla.

25 Studi su 56 hanno analizzato soggetti con patologie di spalla o condizioni dolorose al complesso scapolo-omeroale, sterno-claveare, acromion-claveare.

Impingement Subacromiale (SI):

10 studi su 25 hanno misurato la discinesia scapolare in soggetti con SI.

Titolo	Autore e anno	Outcome	Disegno di studio	Popolazione	Misure di outcome	Risultati
Comparison of 3-dimensional shoulder complex kinematics in individuals with and without shoulder pain, part 1: sternoclavicular, acromioclavicular, and scapulothoracic joints.	Lawrence et al 2014 ³⁴	Confrontare la cinematica scapolare (elevazione omerale) in soggetti sintomatici e sani.	Studio longitudinale trasversale;	22 soggetti, (tra i 22 e 40 anni): 10 con SI da almeno una settimana, 12 controlli asintomatici	Cinematica: sensori elettromagnetici trascorticali	I soggetti con SI hanno mostrato minor UR scapolare a 30° ($P = .005$, $F = 8.52$, $df = 1,58$) e 60° di elevazione ($P = .012$, $F = 6.69$, $df = 1,58$).
Shoulder function and 3-dimensional scapular kinematics in people with and without shoulder impingement syndrome.	McClure et al 2006 ⁴⁹	Confrontare la cinematica scapolare (elevazione omerale), ROM e la F muscolare in soggetti con SI e in sani.	Studio longitudinale trasversale;	90 soggetti (età media 45 anni), 45 con SI da almeno 3 mesi, e 45 sani.	ROM: goniometro; F: dinamometro; Cinematica: sistema elettromagnetico Polhemus Fastrak;	Soggetti con SI hanno mostrato: aumentata UR ($P=0.02$), e tilt posteriore ($P=0.04$); minor F ($P<0.01$) e ROM ($P<0.01$).
Scapular rotation in swimmers with and without impingement syndrome: practice effects	Su et al 2004 ⁸⁰	Determinare l'effetto di un allenamento di nuoto sulla cinematica scapolare (elevazione omerale) in nuotatori con SI e nuotatori sani.	Studio longitudinale trasversale;	40 soggetti (24 anni), di cui: 20 nuotatori con SI, 20 nuotatori sani	Cinematica: Inclinometro Pro 360	Soggetti con SI post-allenamento hanno mostrato: minor UR ($p<.0001$) rispetto ai controlli sani.
Scapular	Finley	Determinare	Studio	23 soggetti	Cinematic	Il gruppo

kinematics during transfers in manual wheelchair users with and without shoulder impingement	et al 2005 ¹⁶	la cinematica scapolare e l'attività muscolare (esecuzione di trasferimenti in diverse direzioni) in soggetti "wheelchair" con e senza SI	longitudinale trasversale;	su sedia a rotelle da almeno un anno; 13 sani (età media 44.1 anni), 10 con SI (età media 41.7)	a: Sistema elettromiografico; Attività muscolare : EMG;	wheelchair con SI ha mostrato una maggior rotazione interna scapolare e omerale rispetto ai controlli sani ($P<0.05$). Nel trasferimento lontano dall'arto affetto/dominante e si segnala una riduzione dell'UR ($P<0.05$) e del tilt posteriore scapolare ($P<0.05$) con un associato aumento dell'attività del SA e LT ($P<0.05$).
Visual scapular dyskinesis: kinematics and muscle activity alterations in patients with subacromial impingement syndrome	Lopes et al 2015 ³⁹	Determinare la cinematica scapolare e l'attività muscolare (elevazione e ritorno con peso) in soggetti con SI con e senza discinesia scapolare	Studio longitudinale trasversale;	38 soggetti tra i 18-70 anni con SI, 19 con discinesia e 19 senza discinesia	Cinematica: Sistema elettromiografico; Attività muscolare : EMG; Disabilità : Pennsylvania Shoulder score	Soggetti SI con discinesia hanno mostrato: maggior disabilità (6 punti in meno alla Pennsylvania Shoulder score), minor UR ($F_{3,36}=2.89$; $P=.039$), maggior attività UT ($F_{2,35}=3.91$; $P=.029$). tra i 30°-60°.
Adaptive patterns of movement during arm elevation test in patients with shoulder impingement syndrome	Lin et al 2011 ³⁷	Determinare il movimento scapolare e l'associata attività muscolare (elevazione omerale) in soggetti con differenti gravità di SI.	Studio longitudinale trasversale	21 soggetti (età media 25 anni), 14 con SI (7 atleti amatori di baseball, 7 studenti giocatori di baseball) 7 sani.	Cinematica: Sistema elettromiografico; Attività muscolare : EMG;	Soggetti con SI con sintomi più severi hanno mostrato: maggior elevazione scapolare (11.9 mm $P<.005$), aumentata attività del UT ($R=-.81$ $P=.025$), e un ridotto picco di retrazione

						scapolare (10.6° P<.02) con una ridotta attività del SA (R=.77 P=.04)
Study of the scapular muscle latency and deactivation time in people with and without shoulder impingement	Phadke et al 2013 ⁶⁵	Determinare le differenze nell'attività muscolare (elevazione e ritorno) in soggetti con e senza SI.	Studio longitu dinale trasver sale	49 soggetti, tra 18-60 anni: 25 isani, 24 con SI.	Cinematic a: Sistema ISB; Attività muscolare : EMG .	Soggetti con SI hanno evidenziato: precoce attivazione del UT (P<0.05)in ascesa e una precoce de attivazione del SA (P<0.05)nella discesa. Nella condizione con il peso tali soggetti avevano una precoce attivazione e un ritardo nella de attivazione del LT (p<0.05)e SA (df = 1/47, F-ratio = 6.69; p = 0.013).
Scapular muscular activity with shoulder impingement syndrome during lowering of the arms	De Mourais et al 2008 ⁸	Comparare l'attività muscolare (elevazione omerale e ritorno) in soggetti con e senza SI.	Studio longitu dinale trasver sale	20 soggetti (età media 29 anni), 10 con SI di I o II° , 10 sani	Cinematic a: video digitale; Attività muscolare : EMG	Soggetti con SI è emrsa una coattivazione tra trapezio medio serrato anteriore (F=6.81 P<.02)
Recruitment Patterns of the Scapular Rotator Muscles in Freestyle Swimmers with Subacromial Impingemen t	Wadsw orth et al 1997 ⁸²	1 determinare il timing di attivazione muscolre nei nuotatori di stile libero 2 determinare gli effetti di un problema alla spalla su questo pattern	Studio longitu dinale trasver sale	18 soggetti (23.2 anni), nuotatori di stile libero: 9 con SI (media sintomi 6mesi), 9 nuotatori sani	Cinematic a: inclinome tro Attività muscolare : EMG	Nei nuotatori sani durante il movimento d'elevazione sul piano scapolare si attivano: UT 217ms prima del movimento, SA 53ms dopo l'inizio del movimento, LT dopo 349ms. Nel gruppo

		3determinare se questi effetti si verificano anche nella parte sana 4 studiare la variabilità nel reclutamento muscolare indotta da un infortunio alla spalla				nuotatori infortunati la muscolatura del lato patologico mostra una grande variabilità nei timing di attivazione ($p<.05$) e nel lato non sintomatico c'è un significativo ritardo di attivazione del SA ($p<.05$).
Effect of the Scapula Reposition Test on shoulder impingement symptoms and elevation strength in overhead athletes.	Tate et al 2008 ⁷⁵	Determinare l'effetto del Reposition test su F e dolore	Studio longitudinale trasversale	142 atleti (20.6 anni), 111 maschi e 31 femmine; 49 atleti di baseball, pallavolo, nuoto, 93 pallanuoto	F: dinamometro; dolore: VAS.	Su 98 soggetti con SI 46 hanno una riduzione del dolore con il riposizionamento o scapolare; abbiamo inoltre un aumento della F in entrambi i gruppi di soggetti pre-post manovra (SI: $P=.01$; sani: $P=.012$), di questi tuttavia solo il 26% degli atleti con e il 29% dei senza SI hanno un cambiamento di forza significativo ($p<0.05$)

Tabella 2.

Nel confronto tra soggetti con SI non sportivi e controlli sani, emergono risultati contrastanti: in McClure et al 2006⁴⁹ i soggetti con SI hanno mostrato un aumento dell'upward rotation e un maggior tilt posteriore mentre in Lawrence 2014³⁴ è stata misurata una riduzione dell'upward rotation scapolare tra 30-60° nei soggetti sintomatici. Quest'ultima condizione sembra presentarsi nei casi di SI con maggiore disabilità e con sintomi più importanti³⁹. Gli individui con SI sportivi hanno mostrato una riduzione di upward rotation scapolare nel movimento di elevazione omerale³⁹ e una maggiore

elevazione scapolare³⁷. Solo la metà dei soggetti con SI sportivi overhead ha ottenuto una significativa riduzione di dolore con il Reposition Test⁷⁵. Nei soggetti con SI su sedia a rotelle rispetto a controlli sani, è emersa una maggior rotazione interna scapolare e un minor picco di retrazione scapolare nell'esecuzione di trasferimenti¹⁶. Per quanto riguarda il segnale EMG registrato gli individui con SI presentano una grande variabilità del segnale rispetto ai soggetti sani⁸². Nella fase di ascesa dell'arto 3 studi hanno mostrato un aumento di attività del trapezio superiore^{37,39,65} e delle variazioni del timing e del picco d'attivazione del serrato anteriore^{37,65}. Per quanto riguarda la fase di discesa dell'arto sono state registrate anomalie nel timing, coattivazioni e variazioni dell'attività del serrato anteriore e del trapezio inferiore e medio^{8,37,65}.

Impingement interno (II)

Un unico studio ha valutato soggetti con Impingement Interno

Titolo	Autore e anno	Outcome	Disegno di studio	Popolazione	Misure di outcome	Risultati
Scapular dysfunction in throwers with pathologic internal impingement	Laudner et al 2006 ³³	Comparare la posizione e l'orientamento scapolare (elevazione omerale) in giocatori di baseball con e senza II	Studio longitudinale trasversale	22 soggetti: 11 giocatori di baseball con II (età media 22.1 anni); 11 giocatori di baseball sani (21.2 anni)	Cinematica: sistema elettromagnetico	Soggetti con II hanno mostrato: maggior tilt posteriore scapolare (P = .016), elevazione sternoclaveare tra i 30-120° (P = .002) nel movimento di elevazione rispetto ai controlli.

Tabella 3

E' emerso nei soggetti un maggior tilt posteriore scapolare nel movimento di elevazione omerale rispetto a controlli sani.

RCT (Lesione alla cuffia dei rotatori)

5 Studi su 25 hanno trattato il comportamento scapolare nei casi di soggetti con RCT.

Titolo	Autore e anno	Outcome	Disegno di studio	Popolazione	Misure di outcome	Risultati
Differences in muscle activities during shoulder elevation in patients with symptomatic and asymptomatic rotator cuff tears: analysis by positron emission tomography.	Shinozaki et al 2014 ⁷⁰	Determinare il l'attività muscolare (elevazione del braccio) in soggetti con RCT sintomatica e asintomatica	Studio longitudinale trasversale	14 soggetti, (69 anni): 9 soggetti con RCT completa divisi in tre gruppi: sintomatici gruppo 1 (VAS>2) e gruppo 2 (VAS=0-1) e 5 sani	Attività muscolare : PET MR combinate con di software Dr. View/LIN UX	E' emerso nel gruppo sintomatico una significativa riduzione di attività del deltoide medio (1gruppo: 1.378 ± 0.494; 2gruppo: 2.413 ± 0.273, P=. 0.0030) e un'aumentata attività del trapezio superiore (1gruppo 1.615 ± 0.441; 2gruppo: 0.791 ± 0.331; P= 0.0016) rispetto ai soggetti asintomatici.
Shoulder muscle activation and coordination in patients with a massive rotator cuff tear: an electromyographic study.	Hawkes et al 2012 ²¹	Determinare l'attivazione e muscolare (sollevamento di un oggetto) in soggetti con rottura massiva della cuffia dei rotatori (MRCT)	Studio longitudinale trasversale	24 soggetti, tra i 20-45 anni: 11 con MRCT e 13 sani	Funzionalità: FIT-HaNSA; Attività muscolare : EMG	Il gruppo MRCT ha mostrato minor funzionalità arto superiore (sani: 94 punti +/-16 MRCT: 10punti +/-9 P<.001); aumentata attività del bicipite brachiale BB (P<.001), UT e SA (P.025) LT (P=.01) e del gran rotondo (P.007).
Differential patterns of muscle	Kelly et al 2005 ²⁷	Confrontare i pattern di attivazione	Studio longitudinale trasversale	18 soggetti: 12 con RCT, di cui 6	Attività muscolare : EMG	I soggetti con RCT hanno mostrato un'aumentata

activation in patients with symptomatic and asymptomatic rotator cuff tears.		muscolare scapolo-omerale (esecuzione di 10 compiti funzionali) in soggetti con RCT sintomatica e asintomatica e in sani.	ale	sintomatici (VAS>3 e ridotto ROM) e 6 asintomatici (VAS<3 e ROM completo), e 6 sani		attività muscolare rispetto ai soggetti sani (P<.05). Tra i due gruppi RCT il gruppo asintomatico ha mostrato un'aumentata attività del sottoscapolare, sia nei task con rotazione interna (p<.05 65%MVC vs 42%MVC) sia nell'elevazione con peso (P<.06 34%MVC vs 21%MVC); Mentre il gruppo sintomatico ha mostrato una maggior attività del UT (P<.03 50%MVC vs 16%MVC) nei carryng task e nei task d'elevazione (P<.04 39%MVC vs 20%MVC), così come per il sovra spinato (p<.03 52%MVC vs 28%MVC) e l'infraspinato (P<.05 32%MVC vs 16%MVC).
Effect of posture on acromiohumeral distance with arm elevation in subjects	Kalra et al 2010 ²⁴	Esaminare l'effetto della postura sull'ampiezza dello spazio subacromiale (SAS) in soggetti	Studio longitudinale trasversale	60 soggetti: 31 con dolore alla spalla e RCD (media età: 53.5 anni) e 29 sani (31.9 anni di media)	Distanza acromion-omerale (AHD): ecografia	E' emersa una relazione tra postura e AHD a 45° di abduzione (P.0002) con un aumento del AHD nell'up-right position (m=9.8+/-2mm)

with and without rotator cuff disease using ultrasonography		con e senza RCT				rispetto alla posizione normale (m=8.6+/-1,9mm).
Shoulder kinematics in patients with full-thickness rotator cuff tears after a subacromial injection.	Scibek et al 2008 ⁶⁸	Comparare la cinematica scapolo-toracica e gleno-omeroale (elevazione omeroale) prima e dopo un'iniezione di lidocaina, in soggetti con RCT	Studio longitudinale trasversale	15 soggetti: 8 soggetti con lesione moderata (1-3cm) 3 con lesione ampia (3-5cm) e 4 con lesione massiva, tra i 40-75 anni.	Dolore: VAS; Cinematica: sistema elettromagnetico;	Ad una riduzione significativa di dolore (p<0.05) corrisponde un aumento dell'effettiva elevazione gleno-omeroale e ad una riduzione del movimento compensatorio scapolo-toracico (CI: -0.018°-0.519°; t=1.999 P=0.033)

Tabella 4

I soggetti con RCT hanno mostrato rispetto ai controlli sani una riduzione dell'elevazione gleno-omeroale e un aumento dell'upward rotation e del tilt posteriore scapolare⁶⁸. Questo pattern di movimento è associato ad una maggiore redistribuzione dell'attività dei muscoli del complesso spalla²⁴ con un aumento di attività del bicipite brachiale, del trapezio superiore, del serrato anteriore, del trapezio inferiore e del gran dorsale²¹. Nel confronto specifico tra l'attività elettromiografica di soggetti con RCT sintomatici e non, i soggetti con sintomi hanno mostrato una maggiore attività del trapezio superiore⁷⁰ del sovra spinato e infraspinato²⁴, e una minor attività del deltoide medio e anteriore⁷⁰. I soggetti asintomatici sembrano inoltre sfruttare maggiormente l'attività del sottoscapolare²⁴.

Diverse patologie di spalla a confronto: Osteoartrite gleno-omeroale(GHO), Frozen Shoulder (FS), Fratture di omero, RCT

Titolo	Autore e anno	Outcome	Disegno di studio	Popolazione	Misure di outcome	Risultati
Modified 3D scapular kinematic patterns for activities	Roren et al 2012 ⁶⁷	Comparare il movimento scapolare e l'elevazione e gleno-	Studio longitudinale trasversale	48 soggetti con dolore di spalla unilaterale VAS>30mm, con	Cinematica: sistema elettromagnetico Polhemus Fastrak	Nel movimento di pettinarsi i capelli i soggetti con GHO e RCT mostrano un significativo

of daily living in painful shoulders with restricted mobility: a comparison with contralateral unaffected shoulders		omeroale (attività della vita quotidiana) tra spalla patologica e controlaterale sana.		flessione < 160° di cui: 20 con GH0 (70 anni); 20 con FS (48.5anni); 17 con RCT (56 anni)		aumento di UR scapolare dell'arto malato rispetto al controlaterale, GH0 : 7.65° (2.44°-12.72°) RCT : 6.60° (3.67°-10.37°) P<0,05, mentre i soggetti con FS mostrano una significativa riduzione della retrazione scapolare FS: 2.07° (4.53°-0.36°) P<0.05. Nel movimento di lavarsi la schiena solo i soggetti con RCT mostrano una riduzione della rotazione mediale scapolare dell'arto affetto RCT: 4.65° (1.42°-6.92°) P<0.05
Relationship of glenohumeral elevation and 3-dimensional scapular kinematics with disability in patients with shoulder disorders	Fayad et al 2008 ¹⁴	Analizzare la relazione esistente tra i parametri cinematici di elevazione gleno-omeroale e di rotazione scapolare con la funzionalità dell'arto superiore (in movimenti di elevazione e in attività della vita quotidiana) in soggetti con dolore alla spalla	Studio longitudinale trasversale	88 pazienti (58anni) con dolore alla spalla e limitazione di ROM, di questi: 25 con FS(fase 1o2); 24 con frattura prossimale di omero; 20 con RCT; 19 con GH0	Funzionalità: DASH; Cinematica: Sistema di acquisizione elettromagnetico Polhemus Fastra	Il 39,7% della variazione al punteggio DASH correla con una riduzione nell'elevazione gleno-omeroale ($r = -0.46$) nel pettinarsi e nell'aumento dell'UR durante l'abduzione ($r = -0.55$) e nel lavarsi la schiena ($r = -0.40$).

Three-dimensional scapular kinematics and scapulohumeral rhythm in patients with glenohumeral osteoarthritis or frozen shoulder	Fayad et al 2008 ¹⁵	Confrontare la cinematica scapolare (elevazione omerale) in soggetti con osteoartrite gleno-omeroale (GHO) con la spalla contro laterale sana e con soggetti con frozen shoulder (FS)	Studio longitudinale trasversale	32 soggetti: 16 con GHO (72.4 anni) e con sintomi da più tempo ($P<.001$) ma anche con più ROM ($P=.01$ 16) rispetto ai 16 soggetti con FS (48.8 anni)	Cinematica: Sistema di acquisizione elettromagnetico Polhemus Fastra	I movimenti di UR scapolare e il ritmo scapolo-omeroale sono maggiori nelle spalle malate rispetto alle sane ($p<0.05$). Il fattore ritmo scapolo omeroale aumentato correla negativamente con il fattore elevazione massima omeroale ed è maggiore nel gruppo FS ($r=-0.51$) piuttosto che GHO ($r=-0.35$).
---	--------------------------------	---	----------------------------------	---	--	--

Tabella 5

Dai tre studi valutati, è emersa una riduzione dell'elevazione gleno-omeroale e un aumento dell'upward rotation scapolare^{14,15}. Roren et al 2012⁶⁷ nello specifico hanno misurato che nel movimento di pettinarsi i capelli i soggetti con GHO e RCT hanno mostrato un aumento di upward rotation mentre i soggetti con FS presentavano un minor tilt posteriore. Nel lavarsi la schiena i soli soggetti RCT hanno esibito una minore rotazione mediale scapolare.

Instabilità (GHJ)

Titolo	Autore e anno	Outcome	Disegno di studio	Popolazione	Misure di outcome	Risultati
Scapular orientation during planar and three-dimensional upper limb movements in individuals with anterior glenohumeral instability	Hung et al 2014 ²³	Confrontare la cinematica scapolare (elevazione e raggiungimento di un target) in soggetti con GHJ e in controlli sani.	Studio longitudinale trasversale	25 soggetti, tra i 19-35 anni: 10 soggetti con GHJ e 15 soggetti sani	Cinematica: Sistema di acquisizione elettromagnetico del movimento Ascension Technology miniBIRD	Non sono emerse differenze statisticamente significative tra i due gruppi: UR ($F_{1,23}=0.33$, $p>0.56$).

ral joint instability						
-----------------------	--	--	--	--	--	--

Tabella 6

In tale studio non sono emerse differenze significative, i due pattern di movimento sono da considerare sovrapponibili.

Condizioni dolorose aspecifiche

Titolo	Autore e anno	Outcome	Disegno di studio	Popolazione	Misure di outcome	Risultati
Specific kinematics and associated muscle activation in individuals with scapular dyskinesis	Haung et al 2015 ²⁰	Misurare la cinematica e l'attività muscolare scapolare (elevazione omerale) in soggetti con dolore alla spalla	Studio longitudinale trasversale	82 soggetti, (22.9 anni), con dolore al complesso spalla unilaterale	Discinesia: osservazione visiva; Cinematica: sistema FASTRAK elettromagnetico; Attività muscolare: EMG	Discinesia tipo I: minor retrazione (3°, $P=.028$); Discinesia tipo II e misto I e II maggior rotazione interna, rispettivamente di 4° $P=.009$ associata a maggior attività UT (14% $P=.01$), e 4° $P=.023$ associata a minor attività di SA (10% $P=.04$) e LT (5% $P=.025$)
Altered scapula position in elite young cricketers with shoulder problems.	Green et al 2012 ¹⁸	Determinare i fattori associati all'infortunio alla spalla in giovani giocatori di cricket d'élite.	Studio longitudinale trasversale	60 soggetti giovani giocatori di cricket (18 anni), di cui 9 con storia di dolore alla spalla	F: dinamometro; ROM: inclinometro; Cinematica: inclinometro.	Il gruppo di soggetti con dolore alla spalla mostra un significativo aumento della DR ($p<0.01$) scapolare, e un aumento della forza misurata ($p<0.05$)
Clinical measurement of scapular upward rotation in response to acute subacromial pain	Wassinger et al 2013 ⁸³	Misurare le modificazioni nel movimento scapolare determinate da una condizione dolorosa subacromiale indotta	Studio longitudinale trasversale, a misure ripetute	20 soggetti sani, (10 uomini e 10 donne) tra i 18-31	Dolore: VAS; Cinematica: Inclinometro	Il movimento di UR è significativamente aumentato nella condizione dolorosa a tutti i gradi di elevazione, in particolare di 7.7° a 60° (95% CI: 5.5°, 10.0°; $P = .001$).

		sperimentale (iniezione salina ipertonica al 5%)				
The influence of experimentally induced pain on shoulder muscle activity	Diederichsen et al 2009 ⁹	Misurare l'effetto del dolore alla spalla indotto sperimentalmente (iniezione salina ipertonica al 5%) sulla funzione muscolare	Studio longitudinale trasversale, a misure ripetute	11 soggetti sani, maschi, destrimani tra i 23-28 anni.	Dolore: VAS; Attività muscolare: EMG.	Durante la condizione dolorosa: aumento dell'attività del SA (P=0.003), del LT (P=0.003) e del LD (P<0.05), e una significativa riduzione dell'infrascapolo (P=0.002), del deltoide (P<0.001) e del UT (p=0.03)
Effects of experimental muscle pain on shoulder-abduction force steadiness and muscle activity in healthy subjects	Brandtholt et al 2008 ⁵	Misurare l'effetto del dolore alla spalla indotto sperimentalmente (iniezione salina ipertonica al 6%) sulla funzione muscolare	Studio longitudinale trasversale, a misure ripetute	9 soggetti sani, tra i 22-37 anni	Dolore: VAS; F: dinamometro; Attività muscolare: EMG	Il dolore sperimentale indotto ha determinato una riduzione della F isometrica in abduzione del 21% (p=.012); ad esso si associa un'aumentata attività del deltoide medio (ANOVA, F = 7.8, P = 0.004; TPH, P = 0.02), dell'infrascapolo (ANOVA, F = 6.1, P = 0.011; TPH, P = 0.017) e del trapezio inferiore (ANOVA, F > 6.7, P < 0.023; TPH, P < 0.038).

Tabella 7

Green et al 2012¹⁸ hanno mostrato che le condizioni dolorose portano ad una maggior downward rotation scapolare. Haung et al 2015²² ha trovato che soggetti con discinesia di

tipo I hanno mostrato un minor tilt posteriore, discinesie di tipo II e situazione miste I e II sono associate ad una maggiore rotazione interna. Per il primo caso è stata registrata una maggior attività del trapezio superiore, nel secondo caso una minore attività del serrato anteriore e del trapezio inferiore. Invece nelle situazioni di dolore indotto sperimentalmente in soggetti sani, è emersa una maggior upward rotation scapolare a tutti i gradi di elevazione⁸³. Anche in questo caso c'è una redistribuzione dell'attività muscolare, in Diederichsen et al 2009⁹ è stata registrata una maggior attività del serrato anteriore, del trapezio inferiore, del gran dorsale e una ridotta attività del trapezio superiore, dell'infraspinato e del deltoide. Risultato che è in contrasto parzialmente con i risultati di Bandholm et al 2008⁵: maggior attività del deltoide medio, infraspinato e trapezio inferiore.

Studi che indagano l'impatto di diversi fattori sul movimento scapolare

31 Studi su 56 hanno analizzato diverse condizioni che possono alterare la cinematica scapolare.

Relazione tra rigidità/accorciamento dei tessuti molli e posture sulla cinematica scapolare

6 Studi su 56 hanno studiato come fattori di rigidità capsulo-legamentosa, accorciamento muscolare, posture influenzino il movimento scapolare.

Titolo	Autore e anno	Outcome	Disegno di studio	Popolazione	Misure di outcome	Risultati
Quantification of shoulder tightness and associated shoulder kinematics and functional deficits in patients	Yang et al 2009 ⁸⁶	Determinare la relazione esistente tra accorciamento dei tessuti molli (tightness), cinematica scapolo-omerale, e funzionalità dell'arto superiore in soggetti con	Studio longitudinale trasversale	46 soggetti con rigidità di spalla(SS) unilaterale da almeno 3 mesi, tra i 45-85anni.	Rigidità: test clinici; ROM: inclinometro; Cinematica: sistema elettromagnetico; Funzionalità: questionario autocomp	Nei soggetti con SS è emersa una relazione tra "tightness posteriore" e ridotto ROM in rotazione interna omerale (R=.49 P<.0005) e "tightness anteriore" e deficit di rotazione esterna (R=0.59, p=0.0002), e di

with stiff shoulders		spalla rigida (3 movimenti richiesti: elevazione, toccarsi il collo, toccarsi la scapola)			ilato FLEX-SF	tipping posteriore scapolare (R=0.57, p=0.004). Inoltre nei soggetti con SS all'arto dominante la tightness posteriore e la riduzione della funzionalità dell'arto superiore risultano essere correlate (R=0.56, p=0.002).
Effect of shoulder tightness on glenohumeral translation, scapular kinematics, and scapulohumeral rhythm in subjects with stiff shoulders	Lin et al 2006 ³⁸	Verificare la correlazione tra "tightness" anteriore/posteriore sulla cinematica scapolare e sulla traslazione gleno-omeroale (movimento di elevazione) in soggetti con SS	Studio longitudinale trasversale	12 soggetti (40-70 anni) con SS di cui 6 con "tightness posteriore" e 6 con "tightness anteriore"	Rigidità: inclinometro; Cinematica: sistema elettromagnetico	I soggetti con "tightness" anteriore hanno mostrato una maggior UR scapolare (p = 0.021) e un minore tilt posteriore (p = 0.002) rispetto ai soggetti con "tightness" posteriore. A quest'ultimi si associa una posizione della testa omerale più anteriore e superiore (2.2 to 3.4 mm; p = 0.004; 3.8 to 7.0 mm; p < 0.0005)
The relationship between latissimus dorsi stiffness and altered scapular kinematics among asymptomatic collegiate swimmers	Laudner et al 2013 ³²	Determinare un'eventuale correlazione tra l'accorciamento del LD e l'alterata cinematica scapolare (elevazione del braccio) in nuotatori sani.	Studio longitudinale trasversale	19 soggetti (18.8 ± 0.9) nuotatori senza storia di dolore alla spalla	Lunghezza muscolare : miotonometro; Cinematica: sistema elettromagnetico	L'accorciamento del gran dorsale è emerso essere correlato ad un aumento dell'UR (r > -0.63, P < 0.002) e del tilt scapolare posteriore (r > -0.62, P < 0.004). Inoltre ad esso si associa una minor rotazione interna scapolare e una ridotta elevazione omerale a 60° (r = 0.47, P = 0.03) e 90° (r = 0.54, P = 0.01).

Resting position variables at the shoulder: evidence to support a posture-impairment association	Borstad et al 2006 ²	Determinare le relazioni esistenti tra lunghezza del PM, postura scapolare in soggetti sani.	Studio longitudinale trasversale	50 soggetti sani tra i 18-40, 25 con pettorale accorciato, indice di normalizzazione <7.65, e 25 con I>8.61.	Lunghezza muscolare : metodo Kendal con righello; Posizione scapolare: sistema elettromagnetico	Nel gruppo con accorciamento del pettorale è emersa la maggior correlazione con tilt anteriore e rotazione interna scapolare (r.48).
The effect of long versus short pectoralis minor resting length on scapular kinematics in healthy individuals	Borstad et al 2005 ⁴	Confrontare la cinematica (elevazione omerale) in soggetti con diversa lunghezza del PM	Studio longitudinale trasversale	50 soggetti sani tra i 25-30 anni, 25 con accorciamento del piccolo pettorale SP(12.5+/-0.2mm) e 25 con pettorale Long LP(15.8+/-0.3mm)	Lunghezza muscolare : software Motion Monitor; Cinematica: sistema elettromagnetico Flock of Birds.	Il gruppo SP ha mostrato un maggior tipping anteriore scapolare ai più altri gradi dell'elevazione SP (-6.6°+/-2°), LP: (3.0°+/-2.1° p<0.005.
Head and shoulder posture affect scapular mechanics and muscle activity in overhead tasks	Thigpen et al 2010 ⁷⁷	Comparare la cinematica e l'attività muscolare scapolare (flessione omerale con peso e compito di raggiungimento di un target overhead), in soggetti asintomatici con e senza "Slouched posture".	Studio longitudinale trasversale	80 soggetti volontari (34 anni) di cui 40 con postura ideale, e 40 con "Slouched posture"	Postura: Sistema di analisi posturale BioPrint; Cinematica: sistema elettromagnetico Flock of Birds; Attività muscolare : EMG.	I soggetti con "Slouched posture" hanno mostrato una maggiore rotazione interna scapolare (F _{1,78} = 10.55 P<0.1), una minore attività del SA in entrambi i compiti (F _{1,78} = 5.64 P=0.02, F(1,78) = 4.32 P=0.04). Inoltre in tale gruppo, nel compito di flessione anteriore, si è evidenziata una maggior UR (F _{1,176} =10.22; p < .01), e tilt anteriore rispetto al gruppo di controllo (F _(1,78) = 5.71;

						p = .019)
--	--	--	--	--	--	-----------

Tabella 8

Nei soggetti con SS sono emerse alterazioni della posizione, del movimento, del rom scapolo-omeroale specifiche per condizione. Soggetti con tightness posteriore hanno mostrato minor ROM in rotazione interna omerale⁸⁶, e una posizione della testa omerale più anteriore e superiore³⁸; mentre soggetti con tightness anteriore hanno evidenziato un minor ROM in rotazione esterna, un minor tilt posteriore^{38,86} e una maggior upward rotation scapolare³⁸. Alterazioni della posizione e dell'orientamento scapolare sono state riscontrate anche in soggetti sani con accorciamenti muscolari. In Laudner et al 2013³² i nuotatori con il gran dorsale accorciato, hanno mostrato un aumento del upward rotation e del tilt posteriore scapolare associato ad una minor rotazione interna scapolare e ad una inferiore elevazione omerale rispetto ai controlli. Soggetti con un accorciamento del pettorale hanno evidenziato un maggior tilt anteriore, e una maggior rotazione interna scapolare rispetto ai soggetti con lunghezza normale di tale muscolo^{2,4}. Soggetti con slouched posture hanno mostrato nel movimento di flessione omerale e di raggiungimento di un target un aumento della rotazione interna, associato ad una minor attività del serrato anteriore. Si segnala inoltre per il solo movimento di flessione omerale un'aumentata upward rotation e un tilt anteriore scapolare⁷⁷.

Effetto di Trigger Point Latenti sulla cinematica scapolare

Titolo	Autore e anno	Outcome	Disegno di studio	Popolazione	Misure di outcome	Risultati
Muscle activation patterns in the scapular positioning muscles during loaded	Lucas et al 2010 ⁴⁰	Confrontare l'attività dei muscolari scapolare e di infrapinato e deltoide medio, in soggetti con e senza Trigger point	Studio longitudinale trasversale	42 soggetti, studenti di cui: 28 con almeno un trigger point latente ad almeno uno dei	Presenza di trigger: test clinici; Attività muscolare : EMG.	Il gruppo di soggetti senza trigger point latenti mostra una sequenza e un timing d'attivazione diverso e meno variabile rispetto al gruppo con trigger, ad

scapular plane elevation: the effects of Latent Myofascial Trigger Points		latenti ai soli muscoli scapolari, e in controlli sani (movimento di abduzione del braccio con e senza peso).		muscoli scapolari (LT, UT, SA) ma senza dolore alla spalla, e 14 soggetti senza trigger.		eccezione del muscolo deltoide medio ($P < .05$). Per quanto riguarda la condizione con e senza peso il gruppo Trigger point latente non mostra sostanziali differenze, ad eccezione di una più precoce attivazione dell'infraspinato ($P < .05$).
---	--	---	--	--	--	--

Tabella 9

E' emerso che i soggetti con trigger latenti alla muscolatura scapolare hanno mostrato una maggior variabilità d'attivazione muscolare scapolo-omerale rispetto ai controlli.

Relazione tra piano di elevazione, carichi, arto dominante e contro laterale, e cinematica scapolare

Titolo	Autore e anno	Outcome	Disegno di studio	Popolazione	Misure di outcome	Risultati
Effects of different arm external loads on the scapulo-humeral rhythm	Pascoal et al 2000 ⁶²	Determinare la cinematica scapolare nel movimento di elevazione su diversi piani e con diversi carichi applicati in soggetti sani.	Studio longitudinale trasversale a misure ripetute.	30 soggetti sani (23.8 anni), volontari, destrimani, maschi.	Cinematica: sistema elettromagnetico	Sia il carico che il piano di elevazione influenzano il movimento scapolare ($p < 0.01$).
In vivo 3-dimensional analysis of scapular kinematics: comparison of dominant and	Matzuchi et al 2011 ⁴⁷	Comparare la cinematica scapolare (elevazione omerale) in soggetti sani, confrontando arto dominante e il controlaterale	Studio longitudinale trasversale	12 soggetti sani, maschi con un'età media di 32 anni	Cinematica: Modelli 3D con sovrapposti a immagini fluoroscopiche, misurazione degli angoli.	I risultati hanno mostrato una significativa differenza tra i lati nel movimento di UR ($P < .001$). La scapola dominante è risultata essere di 5-10° più

nondominant shoulders						DR a riposo ($P < .001$ e maggiormente UR (arto dominante: $44^\circ \pm 9^\circ$; altro arto: $40^\circ \pm 6^\circ$ $p < 0.004$) durante l'elevazione.
Scapula kinematics and associated impingement risk in manual wheelchair users during propulsion and a weight relief lift	Morrow et al 2011 ⁵⁵	Valutare la cinematica scapolare e glenomeroale (3 compiti: movimento di propulsione, durante l'esecuzione di una rampa, e durante una manovra senza peso) in soggetti wheelchair	Studio longitudinale trasversale a misure ripetute	12 soggetti (43 anni) su sedia a rotelle da almeno un anno.	Cinematica: Sistema di analisi a 10 telecamere con markers catarifrangenti	In tutte e tre le condizioni è emersa rotazione esterna glenomeroale, un significativo tilt anteriore e rotazione interna scapolare ($P < 0.05$).

Tabella 10

Pascoal nel suo studio del 2000⁶² ha evidenziato che sia il piano di elevazione (sagittale, scapolare, coronale) sia il carico, condizionano la cinematica scapolare.

L'arto dominante di soggetti sani ha un atteggiamento scapolare a riposo più downward rotated, mentre assume un orientamento più upward rotated dai primi gradi di elevazione rispetto al contro laterale⁴⁷ Morrow et al 2011⁵⁵ hanno invece mostrato come soggetti in carrozzina mostrino durante l'esecuzione di attività quotidiane (protrazioni, rampa di scale, sollevare il proprio corpo) una posizione scapolare in rotazione interna associata a tilt anteriore, e con omero in rotazione esterna.

L'influenza di un programma di fatica sulla cinematica scapolare

Titolo	Autore e anno	Outcome	Disegno di studio	Popolazione	Misure di outcome	Risultati
The specifici	Chopp et al	Valutare la cinematica	Studio trasversal	10 soggetti	Cinematica:	Entrambi i protocolli hanno

ty of fatiguing protocols affects scapular orientation: Implications for subacromial impingement	2011 ⁶	scapolare (elevazione omerale) prima e dopo 2 differenti protocolli affaticanti per l'arto superiore (uno locale per la CDR e uno generale come movimento di raggiungimento) in soggetti sani.	e longitudinale a misure ripetute	sani destrimani (25 anni), di cui 5 maschi e 5 femmine	Sistema a 8 telecamere Wicon MX20 con markers; Attività muscolare : EMG.	portato a segni elettromiografici di fatica muscolare ($P < 0.05$). A seguito del protocollo di fatica globale si è verificato un aumento del tilt scapolare posteriore ($P < 0.01$) e dell'UR scapolare ($P < 0.02$), mentre non si sono verificate alterazioni della cinematica scapolare a seguito del protocollo di fatica locale.
Acromioclavicular distance and 3-dimensional scapular position change after overhead muscle fatigue	Maenhout A et al 2015 ⁴⁵	Misurare l'effetto di un programma di fatica per l'arto superiore (ripetute rotazioni interne/esterne a 90° di abduzione omerale) sulla distanza acromioclavicolare e sulla cinematica scapolare in soggetti atleti "overhead"	Studio trasversale e longitudinale a misure ripetute	29 soggetti giovani (20-25 anni) atleti overhead (pallavolo, pallanuoto, squash, baseball) ricreazionali sani di cui 14 uomini e 15 donne.	Distanza acromioclavicolare: Ultrasonografia a 0-45-60° di abduzione ; Cinematica: sistema elettromagnetico Pholemus.	Dopo il programma di fatica, i soggetti hanno mostrato un aumento della distanza tra acromione e omero a 45° ($\Delta = 0.78 \pm 0.24$ mm, $P = .002$) e 60° ($\Delta = 0.58 \pm 0.23$ mm, $P = .02$) di abduzione. Inoltre abbiamo un aumento significativo dell'UR a 45° ($\Delta = 6.10^\circ \pm 1.30^\circ$, $P < .001$) e 60° ($\Delta = 7.20^\circ \pm 1.65^\circ$, $P < .001$), della rotazione esterna scapolare a 45° ($\Delta = 4.97^\circ \pm 1.13^\circ$, $P < .001$) e 60° ($\Delta = 4.61^\circ \pm 1.90^\circ$, $P = .001$) e del

						tilt posteriore scapolare a 0°, 45°, e 60° di abduzione ($\Delta = 1.98^\circ \pm 0.41^\circ$, $P < .001$)
Scapula kinematic alterations following a modified push-up plus task	Borstad et al 2009 ³	Valutare la cinematica scapolare (elevazione del braccio) prima e dopo esercizi di push-up.	Studio trasversale e longitudinale a misure ripetute	28 soggetti (25 anni), sani volontari (12 maschi e 16 femmine)	Fatica muscolare : EMG, BORG CR10; Cinematica: sistema elettromagnetico Flock of Birds.	In seguito a fatica (confermata dalle variazioni elettromiografiche e dall'aumento significativo del punteggio Borg), i soggetti hanno mostrato una riduzione del tipping posteriore ($\Delta=5,4^\circ$ $p=0.001$) e un aumento dalla rotazione interna scapolare ($\Delta=4.3^\circ$ $P=0.016$) con un Effect size basso-moderato (.13-.51).
Scapulo thoracic and glenohumeral kinematics following an external rotation fatigue protocol	Ebough et al 2006 a ¹¹	Valutare l'effetto di due esercizi affaticanti per CDR (uno di tenuta di un oggetto e l'altro di 20 ripetizioni di rotazioni esterne contro resistenza), sulla cinematica scapolare e glenoumerale (elevazione omerale) in soggetti sani.	Studio trasversale e longitudinale a misure ripetute	20 soggetti sani (22anni), 10 uomini e 10 donne.	Fatica muscolare : EMG con calcolo del MPF (Median Power Frequency); Cinematica: sistema elettromagnetico: Pholemus 3 Spase Fastrak.	I risultati dei 2 esercizi di fatica hanno mostrato una minor rotazione esterna omerale post-fatica ($p<0.05$), una riduzione del tipping posteriore scapolare nei primi gradi di elevazione fino a 60°, ($P=0.01$), un'aumentata UR a 60° e 90° ($P=0.01$) e retrazione clavicolare a 90° e 120° ($P=0.01$).
Effects	Ebough	Valutare la	Studio	20	Fatica	In seguito al

of shoulder muscle fatigue caused by repetitive overhead activities on scapulohoracic and glenohumeral kinematics	et al 2006 b ¹⁰	cinematica scapolare (elevazione omerale) prima e dopo esercizi di fatica (1manipolare oggetti per 2minuti con braccia a 45°, 2 alzare e abbassare il braccio contro resistenza, 3 elevazioni al 20%MVC)	trasversale e longitudinale a misure ripetute	soggetti sani (22, 5 anni), 10 uomini e 10 donne.	muscolare : EMG con calcolo del MPF (Median Power Frequency), Scala BORG; Cinematica: sistema elettromagnetico: Pholemus 3 Spase Fastrak.	protocollo di fatica, è emerso un aumento del movimento scapolo toracico e una riduzione del movimento gleno-omerale: maggior UR (F Ratio= 9.32 P= 0.007), rotazione esterna scapolare (F Ratio=5.11 P=0.036)
Effects of muscle fatigue on 3-dimensional scapular kinematics	Tsai et al 2003 ⁸¹	Valutare la cinematica scapolare (elevazione omerale) prima e dopo esercizio di fatica per CDR	Studio trasversale e longitudinale a misure ripetute	30 soggetti sani, 28 anni, valutati sull'arto dominante (16 femmine e 14 uomini)	Fatica muscolare : dinamometro (variazioni del 25% come fatica); Cinematica: sistema elettromagnetico: Pholemus 3	In seguito a protocollo di fatica: riduzione del tipping posteriore (oltre i 90° P<0.05), dell'UR (oltre i 60° P<0.05), della rotazione esterna scapolare (oltre i 120°, p<0.05). Buona correlazione tra la perdita di retrazione scapolare e la fatica muscolare rilevata (r 39-60, P<0.01).

Tabella 11

Sembra che esercizi di fatica specifici per un gruppo muscolare, cuffia dei rotatori o serrato anteriore portino ad una riduzione del tilt posteriore scapolare, ad aumentata rotazione interna^{3,11,81}. Dibattuta è la condizione dell'upward rotation scapolare in seguito a tali programmi, in Ebough et al 2006 a¹¹ è emerso essere maggiore tra i 60-90°, mentre in Tsai et al 2003⁸¹ il risultato è esattamente opposto. Protocolli di affaticamento per tutto l'arto superiore hanno mostrato un aumento del movimento scapolo toracico e una riduzione di quello omerale. Risultano infatti essere aumentate: l'upward rotation, la rotazione esterna e la retrazione scapolare^{6,10,45}.

Cinematica scapolare e attività sportiva

Titolo	Autore e anno	Outcome	Disegno di studio	Popolazione	Misure di outcome	Risultati
Motion analysis assessment of alterations in the scapulo-humeral rhythm after throwing in baseball pitchers	Pellegrini et al 2013 ⁶³	Valutare la cinematica scapolare (intra/extra rotazione di omero a 90° di abduzione) prima, subito dopo una serie di lanci (60) e dopo 24h.	Studio longitudinale trasversale, a misure ripetute	13 soggetti (20 anni) sani lanciatori di baseball	Cinematica: sistema elettromagnetico Xbus Kit	Nell'85% dei soggetti studiati ci sono stati cambiamenti post allenamento (P<0.05)
No effect of scapular position on 3-dimensional scapular motion in the throwing shoulder of healthy professional pitchers	Seitz et al 2012 ⁶⁹	Confrontare la cinematica scapolare (flessione omerale) in lanciatori di baseball sani, confrontando l'arto dominante e il controlaterale.	Studio trasversale longitudinale	45 soggetti (21.4 anni), giocatori di baseball, lanciatori, sani, maschi.	Cinematica: sistema elettromagnetico Flock of Birds	Arto dominante: aumentata UR(aumento di 3.6°, SE = 0.50), un maggior tilt posteriore (aumento di 2.1°, SE = 0.60)e una minore rotazione interna (diminuzione = 2.1°, SE = 0.66)
Scapular position and orientation in throwing athletes	Myers et al 2005 ⁵⁷	Determinare e misurare la cinematica scapolare (elevazione del braccio) nei lanciatori e in controlli non lanciatori	Studio trasversale longitudinale	42 soggetti di cui 21 atleti lanciatori sani(21,57 anni), da almeno 3 anni; e 21 soggetti sani (24,64 anni)	Cinematica: sistema elettromagnetico Motion Monitor	Il gruppo di lanciatori ha mostrato un'aumentata UR scapolare a 0° (P = .010), 30° (P = .006), 60° (P = .004), 90° (P = .001), and 120° (P = .013), un significativo aumento della rotazione interna a 0° (P = .039), 30°

						($P = .027$), 60° ($P = .027$), 90° ($P = .011$), and 120° ($P = .018$, e un aumentato tipping posteriore scapolare a 90° ($P = .050$) e 120° ($P = .005$))
Differences in scapular upward rotation between baseball pitchers and position players	Laudner et al 2007 ³⁰	Comparare l'UR scapolare (elevazione omerale) tra lanciatori di baseball e giocatori di posizione.	Studio trasversale longitudinale	30 giocatori di baseball sani, di cui 15 lanciatori (22.3 anni) e 15 giocatori di posizione (23 anni).	Cinematica: Inclinometro digitale Pro 3600	I lanciatori hanno mostrato una minore UR scapolare a 60° (3.9° , $P = .011$) e 90° (4.4° , $P = .009$) rispetto ai giocatori di posizione.
The relationship between forward scapular posture and posterior shoulder tightness among baseball players	Laudner et al 2010 ³¹	Comparare la posizione e l'orientamento scapolare, il ROM gleno-omeroale in giocatori di baseball lanciatori e giocatori di posizione, considerando l'arto dominante e il controlaterale.	Studio trasversale longitudinale	40 soggetti giocatori di baseball sani: 20 lanciatori, 20 giocatori di posizione, (22 anni).	Posizione scapolare: double square method" (Peterson); ROM: inclinometro.	Gruppo lanciatori: relazione negativa tra adduzione gleno-omeroale e postura in tilt-anteriore scapolare ($r(2) = .50$, $P = .001$). In entrambi i gruppi la spalla dominate ha un significativo tilt anteriore rispetto alla contro laterale ($P < .004$).
Internal rotation and scapular position differences: a comparison of collegiate	Thomas et al 2010 ⁸⁰	Comparare il ROM gleno-omeroale e la cinematica scapolare (elevazione omerale) in giocatori di baseball del college e	Studio trasversale longitudinale	52 soggetti: 31 giocatori di baseball del college (20.23 anni), 21	ROM e UR scapolare: inclinometro retrotrazione: calibro.	I giocatori di baseball del college hanno mostrato una maggior riduzione della rotazione interna gleno-omeroale ($P = .028$), una minore UR a

and high school baseball players		delle superiori.		giocatori di baseball delle superiori (16.57 anni)		90°(4.12 degrees, P = .015, versus 3.00 degrees, P = .025) e 120° (4.00 degrees, P = .007, versus 3.40 degrees, P = .005) di abduzione rispetto ai giocatori di liceo. La protrazione scapolare con le braccia a 90° è risultata essere maggiore nei giocatori di college rispetto ai controlli liceali (0.77 cm, P = .021, and 1.4 cm, P = .001).
Internal rotation deficits affect scapular positioning in baseball players	Thomas et al 2010 ⁷⁹	Comparare la cinematica (elevazione omerale) in giocatori di baseball con diverso GIRD.	Studio trasversale longitudinale	43 soggetti (18-19 anni), giocatori di baseball sani, 22 GIRD>15° e 21 con GIRD<14°	ROM e UR scapolare: inclinometro; protrazione: test di Kibler Lateral Scapular Slide con l'utilizzo di un calibro Vernier	Il gruppo con GIRD> 15° ha mostrato una riduzione della UR a 60°(3.58°) a 90° (5.01°) e 120°(2.63°) nel confronto tra i due arti. Nello stesso gruppo è emersa anche un'aumentata protrazione (0.88°)a 90° nell'arto dominante. Tutti i risultati sono statisticamente significativi P<0.05.

Descriptive profile of scapulothoracic position, strength and flexibility variables in adolescent elite tennis players	Cools et al 2010 ⁷	Determinare la posizione scapolare (elevazione omerale) la forza e la flessibilità muscolare in giovani giocatori di tennis d'élite	Studio trasversale longitudinale	35 soggetti adolescenti svedesi giocatori di tennis scelti in base alla classifica nazionale (19 maschi, 16 femmine)	Lunghezza muscolare : calibro; F: dinamometro; Cinematica: inclinometro.	I soggetti hanno mostrato una maggior UR scapolare nel lato dominante rispetto al contro laterale ($P<0.001$), e una maggiore forza dell'UT ($P=0.003$) e del SA ($P=0.01$). PM è risultato essere più accorciato nel lato dominante ($P<0.001$) e tale accorciamento è statisticamente superiore nelle femmine ($P=0.006$)
Resting scapular posture in healthy overhead throwing athletes	Ribeiro et al 2013 ⁶⁶	Confrontare la cinematica scapolare (a riposo e durante la flessione omerale) in lanciatori di baseball sani, confrontando l'arto dominante e il controlaterale.	Studio trasversale longitudinale	60 soggetti (20-30 anni), di cui 30 sportivi: 15 giocatori di pallavolo, 15 di pallamano e 30 controlli non sportivi. Tutti maschi.	Cinematica: sistema elettromagnetico	Risulta esserci significativa differenza tra arti nei seguenti movimenti: UR/DR, tilt antero-posteriore, e rotazione interna/esterna scapolare ($P<.001$). La scapola dell'arto che lancia ha mostrato un'aumentata UR (aumento di 3.6° , SE = 0.50), un maggior tilt posteriore (aumento di 2.1° , SE = 0.60) e una minore rotazione interna (diminuzione = 2.1° , SE = 0.66) rispetto alla contro laterale.
Asymmetric resting	Oyama et al 2008 ⁶⁰	Quantificare le differenze nella	Studio trasversale	43 soggetti 15 lanciatori	Cinematica: sistema elettromagnetico	In tutti gli atleti la scapola dominante è

scapular posture in healthy overhead athletes		posizione scapolare a riposo tra arto dominante e controlateral e in 3 categorie di soggetti: lanciatori di baseball, giocatori di pallavolo, giocatori di tennis	longitudinale	di baseball, 15 pallavolisti e 13 giocatori di tennis. Tutti sani, in età del college e maschi.	netico	risultata essere maggiormente ruotata internamente (P=0.001) e con un tilt anteriore (P=0.001) superiore alla contro laterale.
---	--	---	---------------	---	--------	--

Tabella 12

L'esposizione ad un allenamento di baseball (esecuzione di lanci) è emerso indurre nell'85% dei casi valutati, un cambiamento della cinematica scapolare nel gesto di intra/extra rotazione a 90° di abduzione omerale⁶³. Confrontando la cinematica scapolare in giocatori di baseball lanciatori e soggetti sani di controllo, i lanciatori hanno mostrato una maggior upward rotation, rotazione interna e tilt posteriore scapolare⁵⁷. Nel confronto tra arto dominante e controlaterale, tutti i giocatori di baseball hanno evidenziato un maggior tilt anteriore dell'arto dominante³¹, in particolare nei lanciatori è stata misurata una maggior upward rotation, un maggior tilt posteriore e una minor rotazione interna scapolare della spalla dominante rispetto al contro laterale⁶⁹. Sempre i lanciatori hanno mostrato un'associazione tra riduzione del ROM in adduzione omerale e tilt anteriore scapolare, nel confronto tra arto dominante e non, rispetto ai giocatori di posizione³¹. Un'altra differenza emersa tra questi due gruppi: i lanciatori hanno evidenziato una minor upward rotation scapolare tra i 60 e i 90° d'elevazione³⁰. I giocatori di baseball con un deficit di rotazione interna GIRD>15° hanno evidenziato una minor upward rotation scapolare, e una maggior protrazione nel confronto tra arti, rispetto a giocatori di baseball GIRD<14°⁷⁹. Un risultato analogo associato ad una minor rotazione interna scapolare, è emerso dal confronto del gesto di elevazione in giocatori di baseball del college rispetto a giocatori liceali⁸⁰. Negli adolescenti tennisti di alto livello è emersa una maggior upward rotation scapolare dell'arto dominante, associata ad un aumento della forza del trapezio superiore e del serrato anteriore, e ad un accorciamento (maggiore nelle femmine) del muscolo pettorale rispetto al contro laterale⁷.

In tutti gli studi valutati è emerso che gli atleti overhead (baseball, pallavolo, pallamano, tennis)sani hanno mostrato un maggior tilt anteriore^{60,66} e una maggior rotazione interna⁶⁰ scapolare dell'arto dominante rispetto al contro laterale. Nel confronto tra arti e tra sport

praticati, i giocatori di pallamano hanno evidenziato un maggior tilt anteriore e downward rotation scapolare rispetto ai pallavolisti.

Fattori di rischio

Titolo	Autore e anno	Outcome	Disegno di studio	Popolazione	Misure di outcome	Risultati
Risk factors associated with shoulder pain and disability across the lifespan of competitive swimmers.	Tate et al 2012 ⁷⁶	Determinare le variabili che differiscono in nuotatori di varie età con e senza dolore di spalla e disabilità.	Studio longitudinale trasversale	236 soggetti femmine nuotatrici agoniste tra 8 e 77 anni, divise per età e per dolore/disabilità o meno alla spalla	F: Dinamometro, ROM: inclinometro; Discinesia scapolare: Scapular Dyskinesis Test; Lunghezza muscolare: PALM palpation meter; Core stability: esercizi.	Fattori emersi in tutti i gruppi d'età associati al dolore di spalla: più ore di allenamento, precedenti infortuni e episodi di instabilità; Fattori emersi da un solo gruppo di età: minor ROM in flessione omerale, debolezza del trapezio medio e dei rotatori interni, accorciamento del pettorale e del gran dorsale, attività di pallanuoto, poca endurance. Tutti questi fattori presentano un $P < 0.05$ nel confronto tra i gruppi.
Do stingers affect scapular kinematics in rugby players?	Kawasaki et al 2014 ²⁶	Determinare i fattori di rischio legati alla condizione discinesia scapolare in giocatori di rugby del liceo	Studio caso-controllo	164 soggetti giocatori di rugby del liceo, di nazionalità giapponese	Cinematica scapolare: osservazione visiva; Altri fattori: questionari ed esame fisico.	16/164 presentavano discinesia di tipo I. Trovata relazione con storia passata di scontro doloroso a quella spalla (OR3.7), e con attività sportiva di alto livello al tempo dell'indagine.(OR 3.9).

Does scapular positioning predict shoulder pain in recreational overhead athletes?	Struyf et al 2014 ⁷²	Determinare i fattori di rischio per lo sviluppo di patologie di spalla: 123 atleti overhead ricreazionali sono stati valutati con un follow-up di due anni, dove il 22% dei soggetti presentava dolore di spalla.	Studio prospettico	123 soggetti, atleti overhead ricreazionali (34anni), di cui 59 donne e 54 uomini.	Funzionalità: Shoulder Disability Questionnaire (SDQ); Posizione scapolare: Osservazione visiva e inclinometro; "Slouched posture": calibro;	Nessuna delle caratteristiche scapolari predice lo svilupparsi di dolore alla spalla. Tuttavia gli atleti che hanno sviluppato problematiche di spalla avevano al baseline minore UR a 45°(p=0.010) e 90° (p=0.016).
Can scapular and humeral head position predict shoulder pain in adolescent swimmers and non-swimmers?	McKenna et al 2012 ⁵⁰	Determinare se la posizione scapolare e omerale può predire lo svilupparsi di problematiche alla spalla in adolescenti nuotatori e non nuotatori, con un anno di follow-up.	Studio prospettico	89 soggetti adolescenti di cui: 46 nuotatori e 43 non nuotatori.	Storia clinica e variabili fisiche: questionario e visita; Posizione scapolare e omerale: misure con righello tra reperti anatomici ; Dolore: VAS.	Le variabili predittive di dolore alla spalla negli adolescenti nuotatori sono: BMI elevato(OR = 1.48, P = 0.049) , una minore distanza tra bordo inferiore scapolare e T7(. OR = 0.90, P = 0.009), e anteriorizzazione della testa dell'omero (OR = 0.76, P = 0.035).
Scapular dysfunction in high school baseball players sustaining throwing-related upper extremity injury: a prospective study	Myers et al 2013 ⁵⁸	Determinare se la discinesia scapolare valutata pre-season nella spalla "throwing" dei giocatori di baseball può essere considerata un fattore di rischio	Studio prospettico	246 soggetti giocatori di baseball, maschi, liceali.	Cinematica: osservazione video; Infortuni: diario giornaliero.	Il tasso d'infortuni sull'intero campione è stato di 1 su 1000. Non è emersa una differenza significativa tra il tasso d'infortuni tra i vari gruppi: né tra gruppo senza discinesia e discinesia lieve (P=.062), né tra senza discinesia e

		per lo sviluppo di patologie di spalla durante la stagione, un anno di follow-up.				discinesia ovvia (P=0.26), né tra i due gruppi con lieve e ovvia discinesia (P=0.45).
--	--	---	--	--	--	---

Tabella 13

Kawasaki et al 2014²⁶ hanno mostrato come la discinesia scapolare presentata da alcuni giocatori di rugby, fosse associata ad una storia passata di infortunio a quella spalla, e all'esecuzione di attività sportiva di alto livello al momento dell'indagine. Nello studio di Tate 2012⁷⁶ è emerso che nelle nuotatrici, in tutti i gruppi d'età, il dolore di spalla è associato a precedenti infortuni, episodi passati d'instabilità ed elevate ore di allenamento. In singoli gruppi d'età, si è evidenziata anche un'associazione con i seguenti fattori: riduzione del ROM omerale, diminuzione di forza del trapezio medio e dei rotatori interni, accorciamento del pettorale e del gran dorsale, endurance limitata, attività di pallamano. Per quanto riguarda i 3 studi prospettici^{50,58,72} in giovani atleti overhead^{58,72} e in nuotatori⁵⁰, è emerso che nessuna delle caratteristiche anomale scapolari può predire lo svilupparsi di patologie di spalla^{50,58,72}, tuttavia i soggetti che hanno sviluppato problematiche di spalla, hanno mostrato alla condizione baseline una minor upward rotation scapolare tra i 45-90° di abduzione^{50,72}, e un'anteriorizzazione della testa omerale⁵⁰.

4. DISCUSSIONE

4.1 DISCINESIA SCAPOLARE E PATOLOGIE DI SPALLA

L'obiettivo della nostra revisione era quello di fare chiarezza sul rapporto esistente tra discinesia scapolare e patologie di spalla, in particolare capire se un alterato movimento scapolare possa essere causa o conseguenza del dolore di spalla. La maggior parte degli studi che hanno misurato la cinematica scapolare durante movimenti overhead in soggetti con patologie hanno riscontrato un alterato movimento rispetto a soggetti sani. In particolare nei casi di RCT, GHO, frattura omerale, FS, II è emerso un aumentato movimento scapolo-toracico con una ridotta elevazione gleno-omerale^{14,15,33,67,68}. Tale pattern di movimento sembra essere un adattamento compensatorio finalizzato a preservare le strutture lese (nei casi di RCT, GHO, II) e a garantire la funzionalità dell'arto superiore

nei casi di limitato ROM gleno-omeroale (FS e frattura di omero). Solo in Hung et al 2014²² unico studio su soggetti con instabilità gleno-omeroale ad essere emerso dalla nostra stringa di ricerca, contrariamente alle aspettative, non è stata trovata differenza nel pattern scapolare rispetto ai controlli sani. Studi precedenti⁵⁹ avevano mostrato un'aumentata protrazione e upward rotation scapolare tra i 90-135°. In Hung et al 2014²² è emerso un orientamento scapolare simile ma non statisticamente significativo. Inoltre i soggetti valutati in questo studio non presentavano alterazione di ROM, di forza, e di dolore, quindi potrebbero non essere stati un campione rappresentativo di tutti i soggetti con tale problematica. Per quanto riguarda soggetti con SI, diversamente dalle altre patologie di spalla, non è stato facile stabilire un pattern di movimento comune. Alcuni studi hanno evidenziato un'aumentata upward rotation e un incremento del tilt scapolare posteriore⁴⁹, in altri è emerso esattamente l'opposto con una ridotta upward rotation, una diminuzione del tilt posteriore e un aumento della rotazione interna scapolare^{16,34,74}. Il primo pattern descritto supporterebbe la teoria di un adattamento scapolare volto a conservare la clearance della componente miotendinea della cuffia dei rotatori e a creare spazio per edema ed essudato infiammatorio legato alla problematica omerale, considerata la ridotta distanza tra acromion e omero ($4.1 \pm 2.5 \text{ mm}^{17}$). Il secondo pattern descritto potrebbe essere stato causa o aver contribuito ad aggravare la condizione, diminuendo tale spazio e provocando un impingement dei tessuti. Sicuramente risulta difficile confrontare studi con grandi variabilità metodologiche quali le caratteristiche differenti delle popolazioni analizzate (età, attività sportiva, scelta del gruppo di controllo) e il fatto che solo in 1³⁹ studio su 6^{16,34,37,39,49,74} è stata calcolata la numerosità campionaria necessaria a ottenere una buona potenza di studio. Tuttavia, i soggetti con SI mostrano una gran variabilità del quadro clinico: diverse gravità e presentazione dei sintomi e degli impairment riscontrati. La diagnosi viene eseguita con test clinici, la cui positività spesso non correla con il dato di imaging⁴⁹. Queste riflessioni ci portano a pensare che la SI sia una problematica di spalla multifattoriale e non solo un evento meccanico a carico del tendine. Di conseguenza sembra riduttivo ritenere la discinesia scapolare e la conseguente riduzione dello spazio subacromiale il fattore responsabile di questa condizione complessa. L'ipotesi che vede la discinesia scapolare fattore primario nello sviluppo di patologie di spalla sembra essere ulteriormente smentita dai risultati emersi dagli studi prospettici^{50,58,72} della nostra revisione i quali hanno mostrato che l'alterato movimento scapolare non può essere considerato fattore di rischio perché non è stato dimostrato precedere i sintomi stessi. Piuttosto una grande quantità di altri fattori come la forza muscolare¹⁹, la geometria

omeroale⁸⁴, condizioni legate al tipo di attività sport eseguito⁴⁴ possono aver avuto un impatto predominante nello sviluppo del dolore di spalla soprattutto in una popolazione di soggetti atleti overhead. Possiamo comunque considerare questi risultati solo come indicativi e non come conclusioni definitive, data la variabilità e le mancanze metodologiche di questi studi. Infatti, hanno tutti analizzato atleti di sport differenti, con caratteristiche al baseline diverse; in nessuno studio è stato calcolato il sample size; l'esposizione è stata misurata solo all'inizio dello studio mentre nell'arco di 1-2 anni i soggetti valutati possono aver modificato il pattern scapolare; sono state utilizzate diverse misure di outcome per misurare la discinesia scapolare (Osservazione visiva, misura della posizione scapolare con reperi anatomici). Risulta essere significativo per la nostra discussione anche lo studio caso-controllo di Kawasaki et al 2014²⁶ in cui, rispetto agli studi prospettici appena descritti, si è indagata la relazione discinesia scapolare e patologie di spalla in modo differente. I due fattori d'interesse sono stati "invertiti" e analizzati nel tempo in maniera retrospettiva. Infatti sono stati studiati giocatori di rugby sani che presentavano discinesia scapolare e, indagando la storia passata di questi soggetti rispetto a giocatori con movimento scapolare normale, sono stati cercati possibili fattori che possano aver alterato il movimento scapolare. Soggetti con discinesia scapolare mostravano una storia passata d'infortunio a quella spalla.

I risultati di questi studi ci fanno pensare che l'articolazione scapolo-toracica modifichi il suo pattern di movimento normale in condizioni patologiche di spalla, con il fine di adattarsi a tale problematiche. In alcuni casi la strategia compensatoria sembra addirittura peggiorare il quadro clinico. Il dolore potrebbe essere responsabile di queste modificazioni cinematiche. Tuttavia esso non dovrebbe essere visto solo da un punto di vista nocicettivo ma piuttosto come un output elaborato dal SNC in risposta ad una reale o presunta condizione di allarme, in grado di modificare la strategia motoria utilizzata dal soggetto.

4.2 EFFETTI DEL DOLORE SULL'ATTIVITA' MUSCOLARE

A proposito del ruolo rivestito dal dolore nella modificazione della cinematica scapolare, significativi sono gli studi in cui è stata simulata sperimentalmente la condizione dolorosa alla spalla^{5,9,83}. In essi è emersa una modificazione del pattern scapolare con un aumento dell'upward rotation⁸³. I soggetti in seguito a iniezione di lidocaina hanno anche mostrato una maggior attività della muscolatura scapolare^{5,9} rispetto alla condizione senza dolore. Gli stessi studi su soggetti con SI erano concordi nel mostrare una variabilità dell'attività

muscolare nello specifico un'aumentata e più precoce attività del UT^{37,49,67}, un ritardo nel timing, una minor attività, delle coattivazioni di LT, MT e SA^{8,39,63}. Questa modificazione dell'attività inter/intra muscolare della catena cinetica dell'arto superiore è emersa anche in soggetti con RCT. Questi hanno mostrato un aumento di attività della muscolatura scapolare di UT, SA, LT associata a GD,BB, sottoscapolare; e a una minor attività di deltoide, sovra spinoso, infrapinoso^{21,27,70}. Probabilmente in situazioni di dolore avviene una redistribuzione dell'attività muscolare, quindi una modifica del pattern di movimento delle articolazioni nelle vicinanze della zona lesa, con il fine di preservare, permettere la guarigione dell'aria sofferente (sensibilizzazione centrale e periferica a breve termine). Se pensiamo al caso specifico di soggetti con RCT, l'attivazione del deltoide creerebbe un momento lussante per la testa dell'omero, l'attivazione della cuffia dei rotatori contrasterebbe la risalita della testa mantenendola centrata nella glenoide in condizioni di normalità, mentre in caso di lesioni favorirebbe un ulteriore deterioramento della componente miotendinea. Quindi il pattern muscolare mostrato dai soggetti valutati, risulta essere la strategia più conveniente per evitare un ulteriore danno alla cuffia dei rotatori. I casi di soggetti con SI discussi in precedenza, in cui era emersa una minor UR, associata ad una minor funzionalità dell'arto superiore e a sintomi più severi⁴¹, si spiegherebbero come un fallimento della strategia compensatoria adottata dal corpo per supplire alla problematica gleno-omeroale (fenomeno dell'inibizione) o piuttosto come un adattamento al dolore acuto modificatosi nel tempo e/o perpetuato nonostante la risoluzione del problema periferico con conseguente sovraccarico e danno di strutture (sensibilizzazione centrale a lungo termine). Anche in questo caso si conferma la complessità del fenomeno dolore che ci fa sostenere l'idea di una sua forte componente "centrale", in grado di modificare la strategia motoria utilizzata dal soggetto. Tuttavia, se fosse l'unico fattore in grado di determinare questi cambiamenti ci aspetteremmo discinesia scapolare solo in soggetti con problematiche di spalla.

4.3 FATTORI CHE PROVOCANO DISCINESIA SCAPOLARE IN SOGGETTI SANI

Un anomalo movimento scapolare è stato misurato anche in alcuni soggetti sani. Un comportamento scapolare simile a quello di soggetti con dolore, è emerso in soggetti asintomatici dopo l'esecuzione di protocolli di fatica che hanno coinvolto tutto l'arto superiore. In 3 studi^{6,10,45} esercizi ripetuti di elevazione, hanno determinato una diminuzione del movimento gleno-omeroale e un aumento del movimento scapolo-toracico.

Nello specifico è stato misurato un aumento dell'upward rotation, del tilt posteriore e della rotazione esterna scapolare. Questo pattern di movimento probabilmente risulta essere la strategia più efficiente per raggiungere gli angoli di elevazioni voluti. I meccanismi alla base di questo cambiamento di cinematica sono ancora in parte sconosciuti. Tuttavia sembra che l'affaticamento della muscolatura di spalla determini un'alterazione dell'informazione propriocettiva della stessa articolazione³⁶. Il SNC, ricevendo un feedback alterato, potrebbe riorganizzare la strategia muscolare provocando un'alterazione del movimento scapolare⁵¹. Una ridistribuzione dell'attività muscolare come in situazioni di dolore e fatica muscolare, è stata misurata anche in casi di trigger point latenti⁴⁰. La cinematica scapolare risulta avere la sorprendente capacità di adattarsi e di cambiare il suo pattern di movimento anche in conseguenza all'attività svolta. Già in soggetti sani, non sportivi, è stato dimostrato che l'arto dominante risulta avere una maggior downward rotation scapolare a riposo, e una maggior upward rotation durante il movimento⁴⁷. Queste differenze sono ancora più evidenti in atleti atleti overhead (baseball, pallavolo, pallamano, tennis): tutti hanno mostrato un maggior tilt anteriore scapolare^{31,60,66} dell'arto dominante rispetto al contro laterale. Responsabili di questo pattern differente di movimento nel confronto tra i due arti possono essere diversi fattori quali rigidità di tessuti molli^{38,86} e accorciamento muscolare^{3,4}, sviluppate come adattamenti cronici legati all'attività sportiva svolta o strategie adottate per migliorare le abilità sportive. Gli adattamenti risultano essere specifici per l'attività, gesto sportivo richiesto. In giovani tennisti è stata misurata una maggior upward rotation scapolare nell'arto dominante associata ad un accorciamento del gran pettorale⁷. Laudner et al 2013³² hanno mostrato che un accorciamento del gran dorsale in soggetti nuotatori ha modificato la cinematica scapolare con un aumento della upward rotation, del tilt posteriore e una riduzione della rotazione interna scapolare. Laudner et al 2007³⁰ hanno evidenziato differenze anche tra giocatori di uno stesso sport. Nello specifico, tra i giocatori di baseball, i lanciatori mostravano un'associazione tra riduzione del ROM in adduzione omerale e aumentato tilt anteriore scapolare rispetto ai giocatori di posizione. Un'altra differenza emersa tra questi due gruppi: i primi hanno evidenziato una minor upward rotation scapolare tra i 60 e i 90° d'elevazione³⁰. Si pensi al caso dei lanciatori che eseguono centinaia di lanci ogni giorno. Il movimento di tirare prevede che la cuffia dei rotatori si contragga concentricamente per accelerare il braccio in avanti successivamente i muscoli della cuffia lavorano in eccentrica per frenare l'arto superiore nella fase finale del gesto⁵². E' possibile quindi che questo carico prolungato sulle strutture posteriori determini un'aumentata attività fibroblastica,

con il conseguente aumento di rigidità posteriore capsulare, associato ad accorciamento della componente muscolare e conseguente diminuzione di ROM in rotazione interna e adduzione⁸⁰. Queste modificazioni dei tessuti molli e del centro di rotazione omerale determinano dei cambiamenti nella posizione e dell'orientamento scapolare (maggior tilt anteriore, rotazione interna). Stress ripetuti, come già mostrato in soggetti con patologie, possono anche provocare fenomeni d'inibizione muscolare, di minor controllo motorio della muscolatura scapolare in particolare del serrato anteriore e del trapezio inferiore, che potrebbero spiegare la diminuzione di upward rotation presente nei lanciatori rispetto ai giocatori di posizione. Risulta inoltre esserci una correlazione tra modificazioni cinematiche ed esposizione temporale al gioco: giocatori di baseball del college, che quindi giocavano da più tempo, hanno mostrato maggior modificazioni del movimento scapolo-omero rispetto a giocatori più giovani del liceo⁷⁹. Questi risultati ci fanno pensare che quando un clinico si trova di fronte ad un anomalo orientamento scapolare debba sempre considerare la storia personale del soggetto valutato (sport eseguito, da quanto tempo, a che livello). Inoltre nella valutazione della cinematica scapolare il confronto tra arto dominante e controlaterale, seppur sia lo strumento osservativo più utilizzato in clinica per individuare casi di discinesia scapolare, potrebbe non essere indicativo di un problema reale.

In conclusione, un alterato movimento scapolare può essere determinato da molti fattori: accorciamenti muscolari, rigidità capsulari, inibizione/ridistribuzione dell'attività muscolare per condizioni dolorose, in seguito a fatica o come adattamento cronico ad attività ripetute. La discinesia scapolare non può essere considerata un fattore di rischio per lo sviluppo di patologie di spalla, ma può contribuire a perpetuare/aggravare i sintomi in condizioni d'inibizione muscolare maladattative. Questi casi specifici di soggetti in cui la discinesia aggrava il dolore di spalla, potrebbero beneficiare di un programma di riabilitazione scapolare^{12,73}, volto a trattare gli impairment riscontrati, rigidità/accorciamento dei tessuti molli (capsula e muscoli) o deficit di performance muscolare (forza e controllo motorio) o ad entrambe queste condizioni. Alla luce di queste considerazioni, è innegabile la stretta relazione tra articolazione scapolo-toracica e gleno-omero, tanto che esse dovrebbero essere considerate, valutate analizzate come un unico complesso funzionale, giudicando ogni caso specifico non con categorie pre-impostate, ma nella sua unicità. Ulteriori studi prospettici e caso-controllo in cui, siano valutate e misurate nel tempo l'esposizione e l'outcome d'interesse, potrebbero confermare e rafforzare i risultati di questa revisione.

5. CONCLUSIONI

Dalla ricerca effettuata per la nostra revisione è emerso che la letteratura relativa alla discinesia scapolare risulta essere molto ampia ma di difficile confronto a causa delle differenze metodologiche dei vari studi, tra cui il fatto che la maggior parte di essi ha analizzato popolazioni specifiche; inoltre per rispondere al nostro quesito iniziale riguardo un possibile rapporto di causa-effetto tra discinesia scapolare e patologie di spalla, sarebbero utili più studi prospettici e retrospettivi che indaghino il rapporto tra esposizione ed outcome nel tempo. A queste considerazioni si aggiunge il fatto che, ad oggi, non è stata ancora pubblicata una revisione sistematica che faccia una riflessione a tutto tondo sulla discinesia scapolare e il suo rapporto con le varie patologie di spalla.

I risultati della nostra revisione hanno mostrato che in soggetti con condizioni dolorose alla spalla avviene una ridistribuzione dell'attività inter/intra muscolare con il fine di preservare le strutture danneggiate e garantire la funzionalità dell'arto superiore. A questa variabilità dell'attività muscolare si associa un aumentato movimento scapolo-toracico (aumentata upward rotation, tilt posteriore) e ad una riduzione dell'elevazione gleno-omeroale. Esistono casi in cui si verifica una risposta muscolare maladattativa con associato movimento scapolare (minor upward rotation, tilt posteriore, aumentata rotazione interna scapolare) che aggrava e perpetua i sintomi gleno-omerali.

Un alterato pattern di movimento scapolare è stato misurato anche in alcuni soggetti sani. Fattori come la rigidità capsulare e l'accorciamento muscolare possono influenzare la posizione e l'orientamento scapolare. Con essi anche la fatica muscolare e la presenza di trigger point latenti. Allo stesso modo l'esposizione ad attività sportiva che implichi ripetuti movimenti overhead sembra indurre cambiamenti cronici dell'attività muscolare e della cinematica scapolare.

Tuttavia, dagli studi prospettici di questa revisione, è emerso che la discinesia scapolare in soggetti sani non può essere considerata un fattore di rischio per lo sviluppo di patologie di spalla. Infortuni, problematiche di spalla, possono essere causate da una grande quantità di fattori soprattutto in certe popolazioni di soggetti quali sportivi overhead, lavoratori, anziani.

In conclusione, alla luce di questi risultati, si può dedurre che sia utile valutare, misurare, trattare la discinesia scapolare solo se è associata ad una condizione dolorosa, soprattutto

se l'alterato movimento scapolare risulti essere rilevante sul sintomo, ossia se la correzione del pattern di movimento scapolare induca variazioni negli impairment riscontrati. Dato il numero limitato di studi prospettici e caso-controllo presenti in letteratura sull'argomento, potrebbero essere utili ulteriori studi che misurino il legame tra esposizione ed outcome nel tempo per chiarire ulteriormente il legame tra i due fattori d'interesse.

6. APPENDICE

6.1 PROTOCOLLO DI STUDIO

Quesito di ricerca:

- Individuare e riassumere gli impairment legati alla condizione discinesia scapolare (cinematica, performance, attivazione e controllo muscolare).
- Determinare la relazione tra discinesia scapolare e patologie gleno-omerali: il movimento anomalo scapolare predispone allo sviluppo di patologie di spalla? o al contrario a causa dei problemi gleno-omerali viene modificata la cinematica scapolare?

Popolazione:

Nella nostra revisione verranno inclusi:

- Studi che abbiano preso in considerazione soggetti sani in cui sia stata misurata la discinesia scapolare;
- Studi che abbiano preso in considerazione soggetti con patologie di spalla in cui sia stata misurata la discinesia scapolare;
- Studi con soggetti sani con discinesia scapolare che abbiano valutato a distanza di tempo la comparsa di patologie di spalla;
- Studi con soggetti con patologie di spalla che abbiano valutato la comparsa nel tempo di discinesia scapolare;
- Studi con soggetti con patologia di spalla in cui si sia andati a vedere indietro nel tempo se presentavano discinesia;
- Studi con soggetti con discinesia scapolare, in cui si sia andati indietro nel tempo a verificare la presenza di condizioni dolorose alla spalla;
- Studi che abbiano trattato l'effetto di un training mirato al miglioramento della cinematica scapolare in soggetti con patologia di spalla e discinesia scapolare.
- Studi con soggetti con patologie di spalla e discinesia scapolare in cui si sia verificato gli effetti di un training mirato agli impairment gleno-omeroale, andando a vedere le conseguenze sulla cinematica scapolare.

Verranno esclusi:

- Studi con soggetti con patologie del SNC e SNP.
- Studi con soggetti con malattie sistemiche.
- Studi che abbiano preso in considerazione pazienti post-chirurgici.
- Studi che abbiano preso in considerazione soggetti con sintomi al distretto cervicale.
- Studi il cui obiettivo sia verificare l'efficacia di un nuovo trattamento.
- Studi il cui fine sia verificare gli effetti di una tecnica chirurgica.
- Studi focalizzati sull'imaging.
- Studi che abbiano preso in considerazione pazienti con frattura scapolo-omerale.
- Studi il cui fine sia verificare l'efficacia di un nuovo sistema di valutazione dei movimenti scapolari.
- Studi i cui soggetti siano animali.

Outcome:

- Stabilire gli impairment (riduzione di ROM, deficit di forza, deficit di controllo motorio, ritardo di attivazione muscolare, dolore) legati alla condizione discinesia scapolare in soggetti sani asintomatici, e in soggetti con patologie di spalla.
- Verificare se il fattore discinesia scapolare possa essere causa, fattore di rischio per lo sviluppo di problematiche di spalla.
- Verificare la possibilità che la discinesia scapolare sia un compenso adattativo a patologie di spalla.

Strategie di ricerca: La ricerca verrà svolta sul database Medline utilizzando il motore di ricerca Pubmed. Verranno inclusi solo studi pubblicati come articoli completi, scritti in lingua inglese.

La stringa di ricerca è stata costruita utilizzando parole chiave e Mesh Terms individuati nel Mesh Database.

I Mesh Terms utilizzati sono:

- Scapula

- glenohumeral joint
- shoulder
- shoulder pain
- Musculoskeletal diseases
- Movement
- Biomechanical Phenomena

Le parole chiave utilizzate sono:

- Function
- Position
- Biomechanics
- Kinematics
- Rhythm

La stringa di ricerca risulta così costruita:

(scapula[Mesh] OR “glenohumeral joint”[Mesh] OR shoulder [Mesh] OR “shoulder pain” [Mesh]) AND (Movement [Mesh] OR “Biomechanical Phenomena”[Mesh] OR function [Title/abstract] OR position [Title/abstract] OR biomechanics [title/abstract] OR Kinematics [Title/abstract] OR rhythm [Title/abstract])

Tipologia di studi ricercati: Per rispondere al quesito di ricerca verranno inclusi: studi osservazionali analitici trasversali (cross-sectional study), prospettici (studi di coorte) e retrospettivi (caso-controllo).

Estrazione dei dati:

Selezione degli studi: verranno esaminati i titoli e gli abstract degli articoli individuando quelli potenzialmente eleggibili. Di questi verrà reperito il full text, e verranno selezionati quelli che soddisfano i nostri criteri di inclusione.

I passaggi di selezione degli studi sarà riassunto in una flow chart che sarà lo specchio della progressione della valutazione delle evidenze, sarà composta da quattro passaggi fondamentali: Studi identificati, studi valutati allo screening, studi che soddisfano i criteri di eleggibilità, studi inclusi nelle analisi.

Valutazione qualità metodologica degli studi: utilizzeremo come strumenti di critical appraisal le seguenti scale scelte in relazione alla tipologia dello studio:

Studi osservazionali trasversali e di coorte verranno valutati con Quality assessment tool for observational Cohort and Cross-sectional studies mentre gli studi caso-controllo con Quality assessment of case-control studies, verificando eventuali bias di selezione, d'informazione, di misurazione dell'outcome, eventuali fattori di esposizione confondenti (altre esposizioni, differenze nelle caratteristiche baseline dei gruppi confrontati), cecità dei valutatori, scelta adeguata dell'analisi statistica (controllo delle variabili confondenti che possono inficiare la relazione esposizione-outcome).

(RS che troverò nella mia ricerca, e che se valutate valide, saranno il punto di partenza della mia RS con AMSTAR).

Si considererà inoltre la rilevanza dei risultati andando a vedere l'accuratezza nella scelta dello strumento di misura per la valutazione dell'outcome (validity, reliability, responsiveness), la significatività statistica ($p < 0.05$), e la precisione dei risultati (CI).

6.2 STRUMENTI DI CRITICAL APPRAISAL

Quality assessment tool for observational Cohort and Cross-sectional studies:

Criteria	Yes	No	Other (CD, NR, NA)*
1. Was the research question or objective in this paper clearly stated?			
2. Was the study population clearly specified and defined?			
3. Was the participation rate of eligible persons at least 50%?			
4. Were all the subjects selected or recruited from the same or similar populations (including the same time period)? Were inclusion and exclusion criteria for being in the study prespecified and applied uniformly to all participants?			
5. Was a sample size justification, power description, or variance and effect estimates provided?			
6. For the analyses in this paper, were the exposure(s) of interest measured prior to the outcome(s) being measured?			
7. Was the timeframe sufficient so that one could reasonably expect to see an association between exposure and outcome if it existed?			
8. For exposures that can vary in amount or level, did the study examine different levels of the exposure as related to the outcome (e.g., categories of exposure, or exposure measured as continuous variable)?			
9. Were the exposure measures (independent variables) clearly defined, valid, reliable, and implemented consistently across all study participants?			
10. Was the exposure(s) assessed more than once over time?			
11. Were the outcome measures (dependent variables) clearly defined, valid, reliable, and implemented consistently across all study participants?			
12. Were the outcome assessors blinded to the exposure status of participants?			
13. Was loss to follow-up after baseline 20% or less?			
14. Were key potential confounding variables measured and adjusted statistically for their impact on the relationship between exposure(s) and outcome(s)?			

Quality assessment of case-control studies:

Criteria	Yes	No	Other (CD, NR, NA)*
1. Was the research question or objective in this paper clearly stated and appropriate?			
2. Was the study population clearly specified and defined?			
3. Did the authors include a sample size justification?			
4. Were controls selected or recruited from the same or similar population that gave rise to the cases (including the same timeframe)?			
5. Were the definitions, inclusion and exclusion criteria, algorithms or processes used to identify or select cases and controls valid, reliable, and implemented consistently across all study participants?			
6. Were the cases clearly defined and differentiated from controls?			
7. If less than 100 percent of eligible cases and/or controls were selected for the study, were the cases and/or controls randomly selected from those eligible?			
8. Was there use of concurrent controls?			
9. Were the investigators able to confirm that the exposure/risk occurred prior to the development of the condition or event that defined a participant as a case?			
10. Were the measures of exposure/risk clearly defined, valid, reliable, and implemented consistently (including the same time period) across all study participants?			
11. Were the assessors of exposure/risk blinded to the case or control status of participants?			
12. Were key potential confounding variables measured and adjusted statistically in the analyses? If matching was used, did the investigators account for matching during study analysis?			

6.3 RISULTATI QUALITA' METODOLOGICA DEGLI STUDI

Tabelle con valutazione della qualità metodologica. In rosso sono stati segnati gli Item, e i relativi punteggi, che non sono stati soddisfatti dalla maggior parte degli studi valutati. Questi, rappresentano i principali errori metodologici commessi, di cui dobbiamo tener conto nel discutere i risultati della nostra revisione.

Studi valutati con Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-Sectional Studies:

Articolo	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	Item 11	Item 12	Item 13	Item 14	Score	%
Haung Ts 2015	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	6/14	42 %
Lawrence RL 2014	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	7/14	50 %
Fayad F 2008	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	8/14	57 %
Wassinger CA 2013	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	8/14	57 %
Diederichsen 2009	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	8/14	57 %
Bandholm T 2008	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	8/14	57 %
Roren A 2012	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	8/14	57 %
Lopes AD 2015	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	8/14	57 %
Phadke V 2013	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	7/14	50 %
Lin JJ 2011	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	8/14	57 %
Tate AR 2008	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	9/14	64 %
De Moraes 2008	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	7/14	50 %
McClure PW 2006	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	7/14	50 %
Wadsworth DJ 1997	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	7/14	50 %
Shinozaki N 2014	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	9/14	64 %
Hawkes DH 2011	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	6/14	50 %
Kalra N 2010	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	10/14	71 %
Scibek 2008	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	9/14	64 %
Kelly BT 2005	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	8/14	57 %
Fayad 2008	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	8/14	57 %

Yang JL 2009	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	7/14	50 %
Lin JJ 2006	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	8/14	57 %
Laudner KG 2006	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	7/14	50 %
Hung YJ 2014	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	7/14	50 %
Green RA 2012	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	7/14	50 %
Laudner KG 2013	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	7/14	50 %
Cools 2010	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	7/14	50 %
Thomas SJ 2010	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	8/14	57 %
Laudner KG 2007	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	8/14	57 %
Myers JB 2005	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	7/14	50 %
Su KP 2004	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	8/14	57 %
Maenhout A 2015	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	8/14	57 %
Pellegrini A 2013	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	8/14	57 %
Chopp JN 2011	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	10/14	71 %
Borstad JD 2009	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	9/14	64 %
Ebaugh DD 2006	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	9/14	64 %
Ebaugh DD 2006	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	9/14	64 %
Tsai NT 2003	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	9/14	64 %
Pascoal AG 2000	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	9/14	64 %
Morrow MM 2011	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	9/14	64 %
Finley MA 2005	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	9/14	64 %
Ribeiro 2013	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	8/14	57 %
Seitz AL 2012	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	7/14	50 %
Matsuki 2011	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	6/14	42 %
Laudner KG 2010	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	9/14	64 %
Oyama S 2008	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	8/14	57 %
Lucas KR 2010	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	7/14	50 %
Thomas SJ 2010	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	9/14	64 %
Thigpen 2010	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	7/14	50 %
Borstad JD 2006	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	9/14	64 %
Borstad JD 2005	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	9/14	64 %

Struyf F 2014	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	11/14	79 %
Tate A 2012	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	8/14	57 %
Myers JB 2013	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	11/14	79 %
McKenna L 2012	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	11/14	79 %

Studi valutati con Quality Assessment of Case-Control Studies:

Articolo	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	Item 11	Item 12	Score	%
Kawasaki T 2014	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11/12	92%

7. BIBLIOGRAFIA

1. Barden JM, Balyk R, Raso VJ. **Atypical shoulder muscle activation in multidirectional instability** *Clin Neurophysiol* 2005;116:1846–57.
2. Borstad JD. **Resting position variables at the shoulder: evidence to support a posture-impairment association** *Phys Ther* 2006; 59.
3. Borstad JD, Kimberly Szucs, Anand Navalgund. **Scapula kinematic alterations following a modified push-up plus task.** *Human Movement Science* 28 (2009) 738–751.
4. Borstad JD, Ludewig PM. **The effect of long versus short pectoralis minor resting length on scapular kinematics in healthy individuals.** *J Orthop Sports Phys Ther* 2005;35:227–38.
5. Bandholm T, Rasmussen L, Aagaard P, Diederichsen L, Jensen BR. **Effects of experimental muscle pain on shoulder-abduction force steadiness and muscle activity in healthy subjects.** *Eur J Appl Physiol* (2008) 102:643–650.
6. Chopp JN, Fischer SL, Dickerson CR. **The specificity of fatiguing protocols affects scapular orientation: Implications for subacromial impingement.** *Clinical Biomechanics* 26 (2011) 40–45.
7. Cools AM, Johansson FR, Cambier DC. **Descriptive profile of scapulothoracic position, strength and flexibility variables in adolescent elite tennis players.** *Br J Sports Med* 2010 44: 678-684.
8. De Moraes Faria CD, Fuscaldi Teixeira-Salmelda L, de Paula Goulart FR, de Souza Moraes GF. **Scapular muscle activity with shoulder impingement during lowering of arms.** *Clinical Journal of Sports Medicine* 2008, 18:130-136.
9. Diederichsen LP, Wintner A, Poulsen PD et al. **The influence of experimentally induced pain on shoulder muscle active.** *Exp Brain Res* (2009) 194:329–337.
10. Ebaugh, D.D., McClure, P.W., Karduna, A.R.. **Effects of shoulder muscle fatigue caused by repetitive overhead activities on scapulothoracic and glenohumeral kinematics.** *J. Electromyogr. Kinesiol.* 16 (3), 224–235.
11. Ebaugh DD, McClure PW, Karduna AR. **Scapulothoracic and glenohumeral kinematics following an external rotation fatigue protocol.** *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36(8):557–571.
12. Ellenbecker TS, Cools A. **Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: an evidence-based review.** *Br J Sports Med* 2010;44:319–27.
13. Escamilla RF, Yamashiro K, Paulos L, Andrews JR. **Shoulder muscle activity and function in common shoulder rehabilitation exercises.** *Sports Med* 2009;39(8):663-85.

14. Fayad F, Bami AR, Gautheron V et al. **Relationship of glenohumeral elevation and 3-dimensional scapular kinematics with disability in patients with shoulder disorders.** *J Rehabil Med* 2008; 40: 456–460.
15. Fayad F., Roby-Bami A., Yazbeck C. et al. **Three-dimensional scapular kinematics and scapulohumeral rhythm in patients with glenohumeral osteoarthritis or frozen shoulder.** *Journal of Biomechanics* 41, 2008; 326-332.
16. Finley MA, McQuade KJ, Rodgers MM. **Scapular kinematics during transfers in manual wheelchair users with and without shoulder impingement.** *Clin Biomech* 2005;20:32–40.
17. Graichen H, Bonel H, Stammberger T, et al. **Three-dimensional analysis of the width of the subacromial space in healthy subjects and patients with impingement syndrome.** *AJR Am J Roentgenol* 1999;172:1081–6.
18. Green RA, Taylor NF, Watson L. **Altered scapula position in elite young cricketers with shoulder problems.** *Journal of Science and Medicine in Sport* 16 (2013) 22–2.
19. Harada M, Takahara M, Mura N et al. **Risk factors for elbow injuries among young baseball players.** *J Shoulder Elbow Surg* 2010;19:502-7.
20. Haung TS, Ou HL, Haung CY et al. **Specific kinematics and associated muscle activation in individuals with scapular dyskinesis.** *J Shoulder Elbow Surg* (2015) -, 1-8.
21. Hawkes DH, Alizadehkhayat O, Kemp G et al. **Shoulder muscle activation and coordination in patients with a massive rotator cuff tear: an electromyographic study.** *J Orthop Res* 2012; 30:1140–1146.
22. Hung Y & Warren GD. **Scapular orientation during planar and three-dimensional upper limb movements in individuals with anterior glenohumeral joint instability.** *Physiother. Res. Int.* 19 (2014) 34–43.
23. Illyes A, Kiss RM. **Kinematic and muscle activity characteristics of multidirectional shoulder joint instability during elevation.** *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14:673–85.
24. Kalra N, Seitz AL, Boardman ND III, et al. **Effect of posture on acromiohumeral distance with arm elevation in rotator cuff disease using ultrasonography.** *J Orthop Sports Phys Ther* 2010;40:633–40.
25. Karduna AR, McClure PW, Michener LA, Sennett B. **Dynamic Measurements of Three-Dimensional Scapular Kinematics: A Validation Study.** *J Biomech Engineer*, 2001; 123: 184-90.
26. Kawasaki T, Maki N, Shimizu K et al. **Do stingers affect scapular kinematics in rugby players?** *J Shoulder Elbow Surg* (2014) 23, e293-e299.

27. Kelly BT, Williams R J, Cordasco FA et al. **Differential patterns of muscle activation in patients with symptomatic and asymptomatic rotator cuff tears** *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2005; 14:165-171.
28. Kibler W.B., Paula M.L., McClure P. **Clinical implications of Scapular Dysskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the ‘scapular summit’.** *Br J Sports Med*, (47), 2-5.
29. W. Ben Kibler, MD, and John McMullen. **ATC Scapular Dyskinesis and Its Relation to Shoulder Pain.** *J Am Acad Orthop Surg* 2003;11:142-151.
30. Laudner KG, Stanek JM, Meister K. **Differences in scapular upward rotation between baseball pitchers and position players.** *The American Journal of Sports Medicine*, 2007 Vol. 35, No. 12.
31. Laudner KG, Moline MT, Meister K. **The relationship between forward scapular posture and posterior shoulder tightness among baseball players** *The American Journal of Sports Medicine*, 2010 Vol. 38, No. 10.
32. Laudner KG, Williams J. **The relationship between latissimus dorsi stiffness and altered scapular kinematics among asymptomatic collegiate swimmers.** *Physical Therapy in Sport* 14 (2013) 50e53.
33. Laudner KG, Myers JB, Pasquale MR et al. **Scapular dysfunction in throwers with pathologic internal impingement.** *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36(7):485–494.
34. Lawrence LR, Braman J, Laprade R et al. **Comparison of 3-dimensional shoulder complex kinematics in individuals with and without shoulder pain, part 1: sternoclavicular, acromioclavicular, and scapulothoracic joints.** *J Orthop Sports Phys Ther* (2014) 44(9).
35. Lawrence LR, Braman J, Laprade R et al. **Comparison of 3-dimensional shoulder complex kinematics in individuals with and without shoulder pain, part 2: Glenohumeral Joint.** *J Orthop Sports Phys Ther* (2014) 44(9).
36. Lee HM, Liao JJ, Cheng CK et al. **Evaluation of shoulder proprioception following muscle fatigue.** *Clinical Biomechanics* 18 (9) (2003) 843–847.
37. Lin JJ, Hsieh SC, Cheng WC et al. **Adaptive patterns of movement during arm elevation test in patients with shoulder impingement syndrome.** *J Orthop Sports Phys Ther* 2011 29:653–657.
38. Lin JJ, Hyun HK, Yang JL. **Effect of shoulder tightness on glenohumeral translation, scapular kinematics, and scapulohumeral rhythm in subjects with stiff shoulders.** *J Orthop Res* 2006;24:1044–1051.
39. Lopes AD, Timmons MK, Grover M et al. **Visual scapular dyskinesis: kinematics and muscle activity alterations in patients with subacromial impingement syndrome.** *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2015.

40. Lucas KR, Rich PA, Polus BL. **Muscle activation patterns in the scapular positioning muscles during loaded scapular plane elevation: the effects of Latent Myofascial Trigger Points.** *Clinical Biomechanics* 25 (2010) 765–770.
41. Ludewig PM, Cook TM. **Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement.** *Physical Therapy* 2000, 80:276-291.
42. Ludewig PM, Reynolds JF. **The Association of Scapular Kinematics and glenohumeral Joint Pathologies.** *J Orthop Sports Phys Ther*, 2009; 39: 90-104.
43. Lugo R, Kung P, Ma CB. **Shoulder Biomechanics.** *Eur J Radiol.* 2008 Oct;68(1):16-24.
44. Lyman S, Fleisig GS, Andrews JR, Osinski ED. **Effect of pitch type, pitch count, and pitching mechanics on risk of elbow and shoulder pain in youth baseball pitchers.** *Am J Sports Med* 2002;30:463-8.
45. Maenhout A, Dooge F, Van Herzele M et al. **Acromiohumeral distance and 3-dimensional scapular position change after overhead muscle fatigue.** *Journal of Athletic Training* 2015;50(3):281–288.
46. Matsuki K, Matsuki KO, Yamaguchi S et al. **Dynamic in vivo glenohumeral kinematics during scapular plane abduction in healthy shoulders.** *J Orthop Sports Phys Ther*, 2012; 42 (2): 96-104.
47. Matsuki K, Matsuki KO, Mu S. **In vivo 3-dimensional analysis of scapular kinematics: comparison of dominant and nondominant shoulders.** *Shoulder Elbow Surg* (2011) 20, 659-665.
48. McClure PW, Michener LA, Sennett BJ et al. **Direct 3-dimensional measurement of scapular kinematics during dynamic movements in vivo.** *J Shoulder Elbow Surg*, 2001; 10 (3): 269–77.
49. McClure PW, Michener LA, Karduna AR. **Shoulder function and 3-dimensional scapular kinematics in people with and without shoulder impingement syndrome.** *Phys Ther*, 2006; 86 (8): 1075–90.
50. McKenna L, Straker L, Smith A. **Can scapular and humeral head position predict shoulder pain in adolescent swimmers and non-swimmers?** *Journal of Sports Sciences*, December 2012; 30(16): 1767–1776.
51. McQuade K, Wei S, Smidt G. **Effects of local muscle fatigue on three-dimensional scapulohumeral rhythm.** *Clinical Biomechanics* 10 (1995) 144–148.
52. Meister K. **Injuries to the shoulder in the throwing athlete, part one: biomechanics/pathophysiology/classification of injury.** *Am J Sports Med.* 2000;28(2):265–275.
53. Meyer KE, Sether EE, Soiney K. **Three-Dimensional Scapular Kinematics During the Throwing Motion.** *Journal of Applied Biomechanics* 2008; 24, 24-34.

54. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J et al. **Linee guida per il reporting di revisioni sistematiche e meta-analisi: Il PRISMA Statement.** *Evidence* 2015; 7(6): e1000114.
55. Morrow M.M.B., Kaufman K.R., Kai-Nan A. **Scapula kinematics and associated impingement risk in manual wheelchair users during propulsion and a weight relief lift.** *Clinical Biomechanics* 2011; 26, 352-355.
56. Mueller AM, Entezari V, Rosso C et al. **The effect of simulated scapular winging on glenohumeral joint translation.** *J Shoulder Elbow Surg* (2013) -, 1-7.
57. Myers JB, Oyama S, Hibberd E **Scapular dysfunction in high school baseball players sustaining throwing-related upper extremity injury: a prospective study.** *J Shoulder Elbow Surg* (2013) 22, 1154-1159.
58. Myers JB, Laudner KG, Pasquale MR, Bradley JP, Lephart SM. **Scapular position and orientation in throwing athletes.** *Am J Sports Med* 2005;33:263-71.
59. Ogston JB, Ludewig PM. **Differences in 3-dimensional shoulder kinematics between persons with multidirectional instability and asymptomatic controls.** *Am J Sports Med* 2007;35:1361–70.
60. Oyama S, Myers JB, Wassinger CA et al. **Asymmetric resting scapular posture in healthy overhead athlete.** *Journal of Athletic Training* 2008;43(6):565–570.
61. Ozunlu N, Tekeli H, Baltaci G. **Lateral Scapular Slide Test and Scapular Mobility in Volleyball Players** *Journal of Athletic Training* 2011;46(4):438–444.
62. Pascoal AG, van der Helm FF, Correia PP et al. **Effects of different arm external loads on the scapulo-humeral rhythm.** *Clinical Biomechanics* 15 Supplement No. 1 (2000) S21±S24.
63. Pellegrini A, Tonino P, Paladino P. **Motion analysis assessment of alterations in the scapulo-humeral rhythm after throwing in baseball pitchers.** *Musculoskelet Surg* (2013) 97 (Suppl 1):S9–S13.
64. Phadke V, Camargo PR, Ludewig PM. **Scapular and rotator cuff muscle activity during arm elevation: A review of normal function and alterations with shoulder impingement.** *Rev Bras Fisioter*, 2009; 13: 1-9.
65. Phadke V, Ludewig PA. **Study of the scapular muscle latency and deactivation time in people with and without shoulder impingement.** *Journal of Electromyography and Kinesiology* 23 (2013) 469–475.
66. Ribeiro A, Pascoal AG. **Resting scapular posture in healthy overhead throwing athletes.** *Manual Therapy* xxx (2013) 1e4.
67. Roren A, Lefevre Colau MM, Bami AR et al. **Modified 3D scapular kinematic patterns for activities of daily living in painful shoulders with restricted mobility: a comparison with contralateral unaffected shoulders.** *Journal of Biomechanics* 45 (2012) 1305–1311.

68. Scibek JS, Mell AG, Downie B et al. **Shoulder kinematics in patients with full-thickness rotator cuff tears after a subacromial injection.** *J Shoulder Elbow Surg* 2008;17:172-181.
69. Seitz A.L., McClure P.W., Lynch S.S., Ketchum J.M., Michener L.A., (2012) **Effects of scapular dyskinesis and scapular assistance test on subacromial space during static arm elevation** *Journal of shoulder and elbow surgery*, 21, 631-640.
70. Shinozaki N, Sano H, Omi R et al. **Differences in muscle activities during shoulder elevation in patients with symptomatic and asymptomatic rotator cuff tears: analysis by positron emission tomography.** *CYRIC Annual Report* 2009.
71. Struyf F , Nijs J , Baeyens J P , Mottram S , Meeusen R . **Scapular positioning and movement in unimpaired shoulders, shoulder impingement syndrome and glenohumeral instability .** *Scan J Med Sci Sports* 2011 ; 21 : 352 – 358.
72. Struyf F, Nijs J, Meeus M et al. **Does scapular positioning predict shoulder pain in recreational overhead athletes?** *Int J Sports Med* 2013.
73. Struyf F, Nijs J, Mollekens S, et al. **Scapular focused treatment in patients with shoulder impingement syndrome: a randomized clinical trial.** *Clin Rheumatol* 2013;32:73–85.
74. Su KP, Johnson MP, Gracely EJ, et al. **Scapular rotation in swimmers with and without impingement syndrome: practice effects.** *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:1117–23.
75. Tate AR, McClure P, Karena S et al. **Effect of the Scapula Reposition Test on shoulder impingement symptoms and elevation strength in overhead athletes.** *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2008; 38(1).
76. Tate AR, Turner GN, Knab SE et al. **Risk factors associated with shoulder pain and disability across the lifespan of competitive swimmers.** *Journal of Athletic Training* 2012;47(2):149–158.
77. Thigpen CA, Padua DA, Michener LA et al. **Head and shoulder posture affect scapular mechanics and muscle activity in overhead tasks.** *Journal of Electromyography and Kinesiology* xxx (2010).
78. Thomas SJ, Swanich KA, Swanich CB et al **Change in Glenohumeral Rotation and Scapular Position After Competitive High School Baseball.** *Journal of Sport Rehabilitation*, 2010, 19, 125-135.
79. Thomas SJ, Swanich KA, Swanich CB et al. **Internal Rotation Deficits Affect Scapular Positioning in Baseball Players.** *Clin Orthop Relat Res* (2010) 468:1551–1557.
80. Thomas SJ, Swanich KA, Swanich CB et al. **Internal Rotation and Scapular Position Differences: A Comparison of Collegiate and High School Baseball Players.** *Journal of Athletic Training* 2010;45(1):44–50.

81. Tsai NT, McClure P, Karduna AR. **Effects of muscle fatigue on 3-dimensional scapular kinematics.** *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84:1000–5.
82. Wadsworth DJ, Bullock-Saxton E. **Recruitment patterns of the scapular rotator muscles in freestyle swimmers with subacromial impingement.** *Int. J. Sports Med.* Vol. 18, pp.618- 624,1997.
83. Wassinger CA, Sole G, Osborne H. **Clinical measurement of scapular upward rotation in response to acute subacromial pain.** *J Orthop Sports Phys Ther* 2013;43:199–203.
84. Whiteley RJ, Adams RD, Nicholson LL, Ginn KA. **Reduced humeral torsion predicts throwing-related injury in adolescent baseballers.** *J Sci Med Sport* 2010;13:392-6.
85. Wright R, Brand R, Dunn W, et al. **How to write a systematic review.** *Clin Orthop Relat Res* 2007;445:23–9.
86. Yang JL, Chen SY, Chang C et al. **Quantification of shoulder tightness and associated shoulder kinematics and functional deficits in patients with stiff shoulders.** *Manual Therapy* 14 (2009) 81e87.

Ringraziamenti

Innanzitutto vorrei ringraziare Diego e Simone che, pazienti e disponibili, mi hanno guidato nel lavoro e nella stesura di questo elaborato.

Un grazie va anche al Dott. Testa e a tutti i docenti e gli assistenti che hanno speso tempo ed energie per trasmetterci le proprie conoscenze e abilità.

Vorrei mostrare la mia gratitudine a mia mamma Grazia senza il suo aiuto in casa e nei problemi quotidiani e la sua fiducia cieca nelle mie capacità sarebbe stato impossibile fare questo master e lavorare.

Un grazie anche a mio padre Aldo che da sempre sostiene e finanzia la mia crescita personale e professionale.

Senza dimenticare mio fratello Stefano che nei momenti di difficoltà sa sempre darmi il consiglio opportuno per affrontare i problemi con lucidità.

Ringrazio anche lo zio Dario supporter personale.

Non può mancare tra i ringraziamenti il mio ragazzo Ale, la cui presenza mi ha permesso di affrontare ogni cosa con fiducia, coraggio, serenità e un gran sorriso sulle labbra. Grazie per aver sempre creduto in me e aver condiviso anche questo percorso.

Un grazie va anche alle mie amiche Franci, Maina, Babi, Susi, Eli, Ila e Patty che con racconti di esperienze, risate davanti ad un bicchiere di vino, mi hanno permesso di staccare la testa dal lavoro e dallo studio.

Un ringraziamento speciale va anche ai miei compagni di avventura Silvi, Eli, Bea, Fil, Alessandro, Raffa, Diego, Ninì, Gio, Paolo, Fede, Silvietta, Armanda che hanno reso questa esperienza indimenticabile.

Un grazie infinito alla mia compagna di stanza Ali, ricordo ancora il nostro primo incontro e a seguire tutti gli splendidi momenti vissuti insieme.