



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

RUOLO DEGLI ESERCIZI DI RIEDUCAZIONE PROPRIOCETTIVA E DI CONTROLLO MOTORIO NELLA RIABILITAZIONE DEI PRINCIPALI QUADRI PATOLOGICI DELLA SPALLA

Candidato

Dott.ssa Ft. **CACCHIARELLI PAMELA**

Relatore

Dott. OMT Ft. **CURRI VITO**

INDICE

ABSTRACT	1
1. INTRODUZIONE	
1.1 Cenni di anatomia e biomeccanica della spalla.....	3
1.2 Basi neurofisiologiche del controllo motorio e propriocezione.....	8
1.3 Principali quadri patologici della spalla.....	10
1.4 Razionale	16
1.5 Obiettivi	17
2. MATERIALI E METODI	
2.1 Criteri di eleggibilità	18
2.2 Strategie di ricerca	18
2.3 Modalità di selezione degli studi.....	20
2.4 Processo di acquisizione dei dati	20
2.5 Principali outcomes	20
3. RISULTATI	
3.1 SINDROME DA IMPINGEMENT SUBACROMIALE E TENDINOPATIA DELLA CUFFIA DEI ROTATORI	
Selezione degli studi	22
Caratteristiche degli studi inclusi	23
Rischio di bias all'interno degli studi.....	31
Risultati degli studi	37
3.2 INSTABILITÀ DI SPALLA	
Selezione degli studi	57
4. DISCUSSIONE	
SINDROME DA IMPINGEMENT SUBACROMIALE E TENDINOPATIA DELLA CUFFIA DEI ROTATORI	60
INSTABILITÀ DI SPALLA	64
5. CONCLUSIONI.....	67
6. BIBLIOGRAFIA.....	69

ABSTRACT

OBIETTIVO: L'elaborato si propone di analizzare trasversalmente il ruolo degli esercizi di rieducazione propriocettiva e di controllo motorio nel percorso riabilitativo della sindrome da impingement sub-acromiale, della tendinopatia della cuffia dei rotatori ed dell'instabilità di spalla al fine di identificarne l'importanza, le modalità e l'efficacia.

BACKGROUND: Il sistema sensori-motorio risulta essere fondamentale nel garantire la coordinazione tra vincoli meccanici e dinamici nella stabilità funzionale della spalla. Una lesione articolare, non solo distrugge i vincoli meccanici ma colpisce anche il sistema sensori-motorio. Sono stati riscontrati infatti deficit nel controllo muscolare e nella propriocezione in quadri di instabilità gleno-omerale, sindrome da impingement sub-acromiale e tendinopatia della cuffia dei rotatori. Questo si ipotizza possa essere uno dei fattori che concorrono al verificarsi delle recidive o al persistere dei sintomi.

MATERIALI E METODI: Le banche dati indagate per la ricerca degli articoli sono state: MEDLINE, PEDro, Google Scholar. Sono stati inclusi studi che esaminassero gli effetti di un programma di esercizi di controllo motorio e propriocezione in pazienti con diagnosi di impingement sub-acromiale, tendinopatia della cuffia dei rotatori, instabilità multi-direzionale o anteriore di spalla. Non sono state imposte limitazioni per il disegno di studio.

RISULTATI: Sono stati inclusi 6 articoli nel trattamento di quadri di impingement sub-acromiale e tendinopatia della cuffia dei rotatori, di cui due RCT a singolo cieco, un'analisi secondaria di un RCT, un "single-subjects study design" e due studi cross-sectional. Mentre per l'instabilità di spalla (uni o multi-direzionale) non è stato identificato nessun articolo che fornisse elementi significativi all'indagine.

CONCLUSIONI

Nell'instabilità di spalla questa tipologia di esercizi sembrerebbe ricoprire un ruolo di primaria importanza in quanto la mancanza di stabilità passiva richiede un compenso da parte degli stabilizzatori attivi e un maggior controllo del movimento, sebbene questo non sia supportato da specifici trial clinici. Per quanto concerne la sindrome da impingement subacromiale secondaria associata o meno a tendinopatia della cuffia dei rotatori, un programma di esercizi propriocettivi, in aggiunta a un programma di esercizi tradizionali, non sembrerebbe dare effetti aggiuntivi in termini di dolore, ROM, forza muscolare e funzionalità. Tuttavia nella gestione del ritorno ad attività sportive o comunque ad attività con alte richieste funzionali della spalla, potrebbero assumere un ruolo fondamentale. Emerge inoltre la crescente attenzione all'articolazione scapolo-toracica, il cui trattamento mira alla correzione di eventuali pattern di attivazione muscolare sbagliati, al miglioramento della cinematica attraverso esercizi di controllo motorio.

1. INTRODUZIONE

1.1 CENNI DI ANATOMIA E BIOMECCANICA DELLA SPALLA

La spalla è un'articolazione dotata di ampia mobilità, il cui movimento è legato ad una sincronia perfetta di cinque strutture articolari: tre articolazioni sinoviali (gleno-omerale, sterno-claveare, acromion-claveare) e due articolazioni funzionali (scapolo-toracica e sotto-deltoidea).

Si parla per questo di complesso articolare della spalla.

In particolare, vi è una stretta correlazione tra l'articolazione gleno-omerale e la scapolo-toracica, che si evidenzia nel ritmo gleno-omerale. La glena compie degli spostamenti durante i movimenti dell'arto che per essere funzionali, devono essere perfettamente sincroni a quelli della testa omerale, la quale deve restare centrata all'interno nella glena.

Nei primi 30° di abduzione gleno-omerale non si realizzano movimenti scapolari (setting phase) e la contrazione dei muscoli scapolari serve per mantenere la scapola stabile; da 30° a 90° la scapola si abduce e ruota verso l'alto (upward rotation) di 1° ogni 2° di elevazione omerale; oltre i 90° scapola e omero si muovono in rapporto 1:1. Nel complesso il rapporto è di 2:1, 120° dei 180° complessivi a carico della gleno-omerale e 60° a carico della scapolo-toracica.

La stabilità e la mobilità nella spalla devono necessariamente trovare un compromesso al fine di garantirne un corretto funzionamento.

La discrepanza tra la superficie articolare della testa omerale (20-24 cm²) e la glena (6-7 cm²) fa sì che la stabilità intrinseca dell'articolazione è praticamente nulla.

La stabilità funzionale della spalla è garantita dalla coordinazione sia di vincoli meccanici sia di vincoli dinamici che agendo indipendentemente, né l'uno né l'altro potrebbe provvedere alla stabilità dell'articolazione. La coordinazione tra i due meccanismi è data dal sistema sensori-motorio. [1]

I vincoli meccanici che fungono quindi da stabilizzatori statici sono:

- le superfici articolari: esiste una corrispondenza funzionale tra la glena e la testa omerale data dall'orientamento anteriore (30-35°), superiore e laterale della glena e dall'angolo di inclinazione (circa 130-150°) e di retroversione (circa 30°) rispetto all'asse trans-epicondiloideo della testa omerale;
- la pressione intra-articolare;
- la capsula: tanto più aumenta la distanza d'inserzione della capsula dal margine glenoideo tanto più la capsula sembrerebbe essere abbondante e ciò potrebbe compromettere parzialmente la stabilità articolare [2];
- i legamenti:
 - Gleno-omerale inferiore è il principale protagonista della stabilità articolare ed è messo in massima tensione a 90° di abduzione ed extrarotazione per la componente anteriore, ed intrarotazione per quella posteriore;
 - Gleno-omerale medio si fonde con le fibre del muscolo sottoscapolare ed entra in tensione a 45° di abduzione, 10° estensione e in rotazione esterna;
 - Gleno-omerale superiore limita la traslazione inferiore della testa omerale e la rotazione esterna a braccio addotto e contribuisce alla formazione della "pulley" bicipitale (puleggia di riflessione che supporta e stabilizza il capo lungo del bicipite);
 - Coraco-omerale è uno stabilizzatore inferiore insieme al legamento GO superiore e limita la rotazione esterna in posizione neutra;
 - Coraco-acromiale impedisce insieme al legamento coraco-omerale la risalita anteriore e superiore della testa omerale, garantendo una giusta distanza tra la testa e la volta coraco-omerale ed inoltre si ipotizza che costituisca un'importante struttura sensoriale attiva e che una sua lesione abbia una ricaduta negativa sul controllo motorio della spalla;

- il labbro glenoideo, il quale ricopre quasi totalmente il bordo della glena, amplia di un terzo la superficie di contatto tra cavità glenoidea e testa dell'omero, aumenta del 50% la profondità accrescendo la congruenza articolare, migliora la distribuzione dei carichi e costituisce un saldo ancoraggio per strutture capsulo-legamentose (capsula articolare, legamenti gleno-omerali e capi lunghi di bicipite e tricipite brachiale);

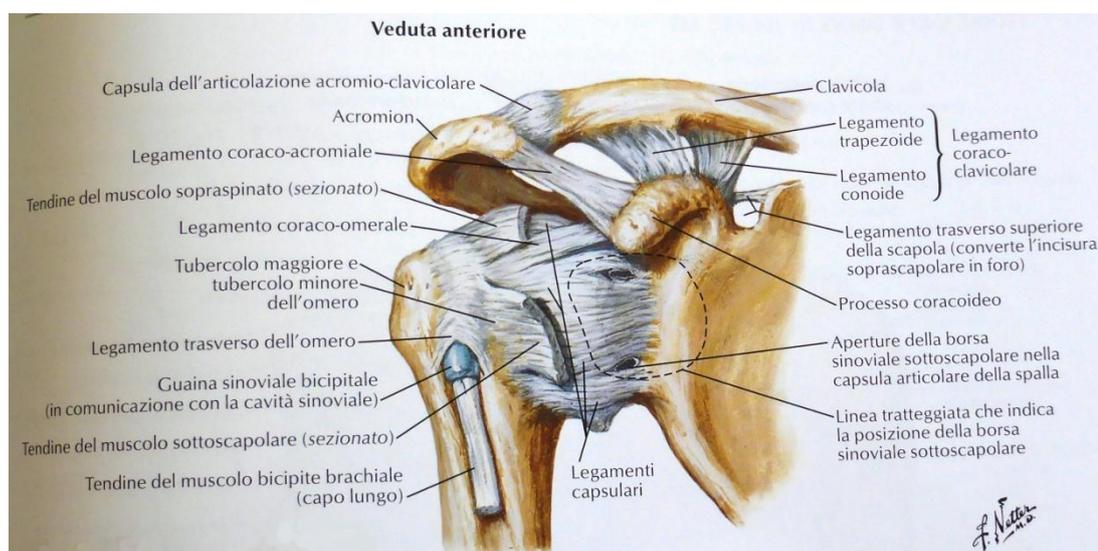


Figura 1. Immagine tratta da Netter FH. Atlante di Anatomia Umana. Quarta Edizione (2011), Elsevier

Inman et al [3] furono i primi ad affermare che la coattivazione degli stabilizzatori dinamici di spalla, rappresentati dai muscoli della cuffia dei rotatori (sovraspinoso, sottospinoso, sottoscapolare, piccolo rotondo e il capo lungo del bicipite) fornisce la stabilità articolare.

La loro coattivazione, infatti, produce un effetto di centratura della testa omerale all'interno della cavità glenoidea.

La disposizione anatomica della muscolatura della cuffia dei rotatori è fondamentale per potenziare il compito delle strutture capsulo-legamentose e per migliorare la stabilità complessiva dell'articolazione [4].

I tendini della cuffia dei rotatori si armonizzano, infatti, con la glenoide e i legamenti nei loro punti di inserzione, cosicché, quando il muscolo si contrae, promuovono la stabilità dinamica tirando gli ancoraggi statici. La risposta

coordinata dei muscoli della cuffia e la tensione nei legamenti forniscono vari gradi di sostegno a seconda della posizione e del movimento dell'omero.

L'orientamento orizzontale del sovraspinato sul piano frontale, gli consente di dirigere il movimento di abduzione: esso produce, infatti, una forza compressiva della testa contro la glena e il rotolamento craniale della testa omerale; contemporaneamente ne impedisce anche un'eccessiva risalita, fungendo da tetto semirigido tra essa e l'arco coraco-acromiale [5]. Al contrario, i rimanenti muscoli della cuffia sono in grado di esercitare una forza orientata inferiormente (depressione) sulla testa omerale. In particolare, infraspinato e piccolo rotondo agiscono come rotatori esterni, così da facilitare la clearance tra la grande tuberosità e l'acromion, prevenendo contatti tra le due strutture; il sottoscapolare invece agisce come rotatore interno e sembra inoltre possedere un ruolo fondamentale nella stabilizzazione del capo lungo del bicipite all'interno del solco intertubercolare. Infine, al capo lungo del bicipite sono stati attribuiti diversi ruoli: studi in vitro affermano che contribuisce alla stabilità gleno-omerale in tutte le 12 direzioni, quelli in vivo che è un depressore attivo della testa omerale [6].

L'azione coaptante della cuffia è data dalla capacità dei singoli muscoli di agire come coppia di forze: essi, infatti, operano in direzioni opposte ma parallele per creare un movimento rotatorio.

Tuttavia, la meccanica articolare e la stabilità potrebbe essere compromessa se queste forze non sono ben equilibrate.[3]

Lo squilibrio/incoordinazione dei muscoli della spalla può influenzare negativamente la traslazione della testa omerale; ogni perdita o alterazione dei meccanismi di stabilizzazione della spalla può incrementare o rompere i normali patterns di traslazione in base alle strutture coinvolte ed al loro ruolo nella traslazione della testa omerale.

Oltre alla cuffia dei rotatori Myers e Lephart [7] identificano tra i principali responsabili della stabilizzazione articolare il deltoide, il bicipite, il grande rotondo, il gran dorsale e il gran pettorale.

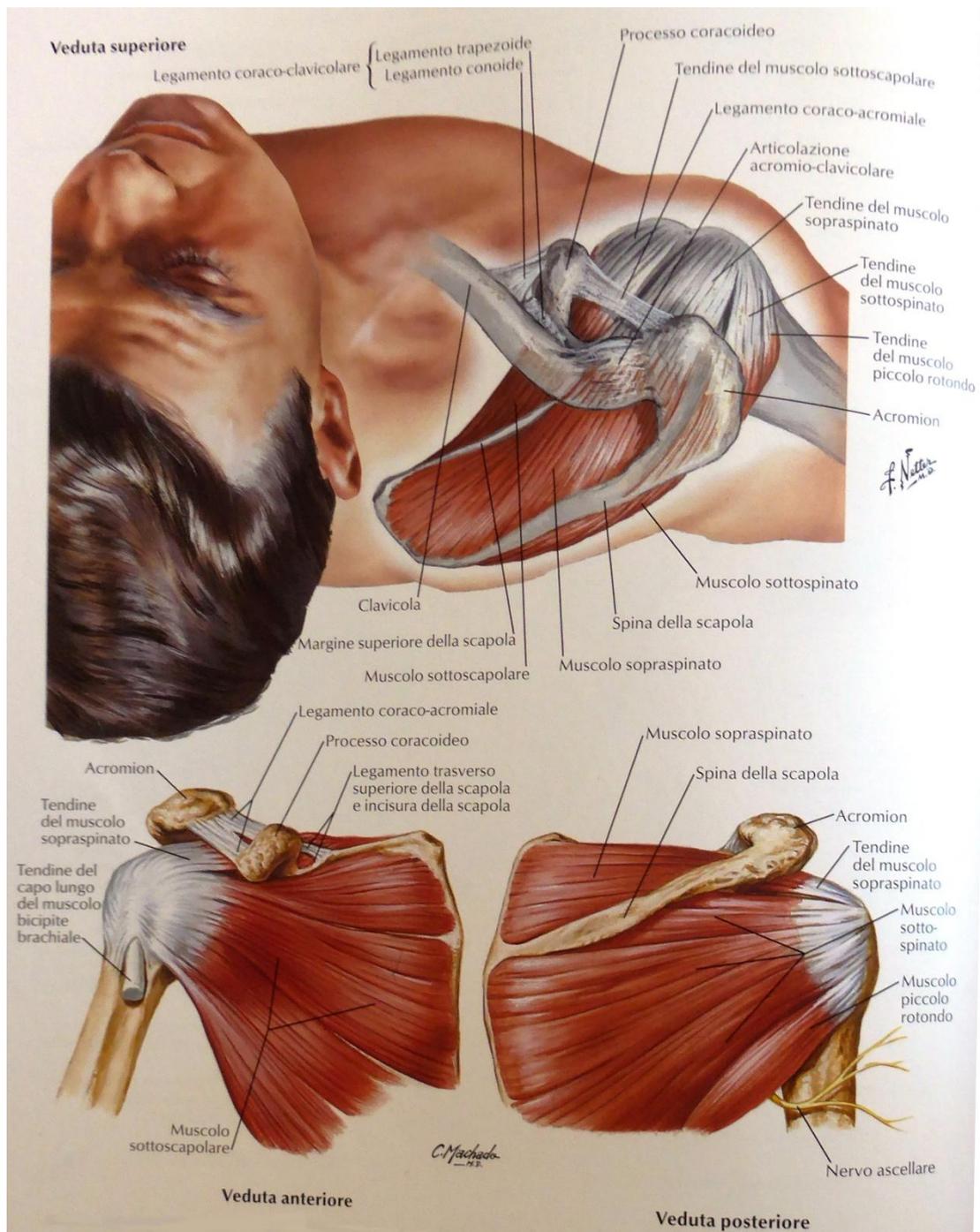


Figura 2. Immagine tratta da Netter FH. Atlante di Anatomia Umana. Quarta Edizione (2011), Elsevier

1.2 Basi neurofisiologiche del controllo motorio e propriocezione

Il sistema propriocettivo è la parte ascendente del sistema nervoso che si occupa di riconoscere e localizzare il corpo in relazione alla sua posizione e orientamento nello spazio, serve il controllo motorio e facilita i riflessi protettivi delle singole articolazioni contro possibili lesioni e dell'intero organismo da cadute. [8]

La propriocezione si può considerare in tre sotto modalit  [1]:

- il senso di posizione, ovvero la capacit  di riconoscimento e interpretazione delle informazioni riguardanti la posizione dell'articolazione e il suo orientamento nello spazio;
- la cinestesia, cio  l'abilit  di riconoscere ed interpretare il movimento articolare;
- la sensazione di forza, che   l'abilit  di riconoscere ed interpretare la forza applicata all'articolazione o generata da essa e la cui integrit    necessaria per una normale coordinazione e per un adeguato timing muscolare durante il movimento. [7-9]

La propriocezione   quindi solo una componente del controllo neuromuscolare, i due termini invece sono spesso usati in modo intercambiabile e quindi non corretto.

Il controllo neuromuscolare   la risposta motoria efferente inconscia alle informazioni sensitive afferenti (propriocettive). [10]

Le informazioni sensoriali provengono dai meccanocettori periferici presenti in muscoli, tendini, legamenti, nella capsula articolare e sulla pelle, che viaggiano attraverso vie afferenti al sistema nervoso centrale, dove esse vengono integrate con le informazioni provenienti da altri livelli del sistema nervoso (con input sensomotori, visivi e vestibolari). Il sistema nervoso centrale forma dei modelli interni di configurazione del corpo che poi utilizzer  per programmare e correggere risposte motorie efferenti (controllo neuromuscolare).

I meccanocettori sono delle strutture neuroepiteliali specializzate che si trovano nella pelle e nel tessuto muscolare, legamentoso e tendineo attorno all'articolazione.

Nell'articolazione della spalla nel dettaglio, i meccanocettori sono presenti nei muscoli della cuffia dei rotatori, nei tendini e nella capsula articolare.

Jerosh et al. [11] in uno studio su cadavere della capsula articolare della spalla ha trovato alcuni assoni neurali di vari diametri che ha ipotizzato potessero essere coinvolti nella propriocezione dell'articolazione della spalla. [12] Anche in un altro studio [13] sono state evidenziate delle terminazioni nervose propriocettive nei legamenti capsulari dell'articolazione gleno-omerale e delle terminazioni nervose libere nel labbro glenoideo. Queste strutture sono responsabili dell'input neurale che determina l'abilità nel riconoscere il movimento e il posizionamento articolare.

Inoltre da questo e da altri studi [14] è stato evidenziato che è proprio la superficie articolare (e quindi la capsula articolare) che gioca un ruolo maggiore nella propriocezione della spalla, dato che la cartilagine articolare non contiene elementi neurali.

Vi è però un altro studio [15] che suggerisce che sono i recettori muscolari ad avere un importante ruolo nella propriocezione articolare della spalla.

1.3 PRINCIPALI QUADRI PATOLOGICI DELLA SPALLA

INSTABILITA' GLENO-OMERALE

L'instabilità è una condizione patologica che si manifesta con dolore associato ad un eccessivo spostamento della testa omerale nella glenoide durante il movimento attivo della spalla.

L'instabilità di spalla ha una prevalenza che spazia tra il 66% e il 100% nella fascia di popolazione intorno ai 20 anni; tra i 20 e i 40 anni la prevalenza si riduce al 13%-63%, mentre oltre i 40 anni presenta i valori minori (0%-16%). [16] La patologia ha un'incidenza 3 volte maggiore nel sesso maschile e nella seconda e terza decade di vita. [17] Più del 95% delle lussazioni gleno-omerale sono anteriori. [18]

Finora non è chiaro quali pazienti diventeranno sintomatici dopo una lussazione anteriore traumatica, ma sappiamo che le recidive di lussazione sono del 50% minimo nei giovani e diventano maggiori nei pazienti attivi con alte richieste funzionali. [19]

Il quadro clinico mostra una grande variabilità di sintomi, da lievi a molto severi: riduzione del ROM attivo, apprensione del paziente in certi movimenti, soprattutto a 90° di abduzione ed extrarotazione, clicking, grinding, locking, senso di pesantezza e sintomi da impingement secondario, costituiscono la sintomatologia di instabilità lieve mentre dolore improvviso acuto paralizzante, sensazione di sublussazione associata a debolezza, intorpidimento e formicolio caratterizzano la "dead arm syndrome" che si può verificare in condizioni di importante instabilità gleno-omerale.

Diversi studi [16-10-20-21] hanno mostrato che l'instabilità di spalla ha effetti deleteri sulla propriocezione: sia il senso di posizione articolare che la cinestesica risultano alterati.

Insieme alla lesione delle strutture di stabilizzazione meccanica, si pensa che potrebbe essere presente una diminuita stimolazione dei meccanocettori derivante dalla deafferentazione dei tessuti e/o dall'aumentata lassità dei tessuti che limita la stimolazione dei meccanocettori. [22-23]

Barden et al. [21] hanno dimostrato la presenza di errori nel senso di posizione articolare bilateralmente in soggetti con instabilità unilaterale. Questi risultati suggerirebbero la presenza di alterazioni nei meccanismi centrali di pro cessazione; tuttavia Tibone et al. [23] non hanno rilevato significative differenze, usando i potenziali corticali evocati, tra soggetti sani e soggetti con instabilità. Dato che i meccanocettori capsulari sono stati stimolati con i potenziali evocati [23] e non con la deformazione tissutale [21], questi risultati suggerirebbero che la lassità capsulare da sola è responsabile dei deficit propriocettivi, piuttosto che il trauma a livello dei recettori che dà luogo a deafferentazione.

Oltre a deficit propriocettivi, sono state identificate anche alterazioni nell'attivazione muscolare in pazienti con instabilità gleno-omerale, sia durante semplici compiti di elevazione [24-25] sia durante lanci a baseball [26]. In particolare Myers et al. [27] hanno riscontrato in pazienti con instabilità anteriore di spalla un'alterata coattivazione della cuffia dei rotatori, una diminuita attività del gran pettorale e del bicipite brachiale e un'attivazione più lenta del bicipite brachiale.

Il deficit nella coattivazione della cuffia dei rotatori porta verosimilmente a una stabilità dinamica compromessa che aggrava ulteriormente l'instabilità esistente.

SINDROME DA IMPINGEMENT SUB-ACROMIALE

L'impingement sub-acromiale è una condizione clinica dolorosa caratterizzata da un eccessivo e ripetuto contatto patologico della grande tuberosità contro l'arco coraco-acromiale, che porta a una sofferenza del tendine del sovraspinoso. Conosciuta anche come "Outlet Impingement Syndrome" in quanto legata a una riduzione dello spazio sub-acromiale, può essere conseguente a modificazioni anatomiche strutturali (si parla quindi di impingement primario) come ad esempio una degenerazione artrosica acromion-claveare, varianti nella conformazione dell'acromion, o calcificazioni o ad alterazioni funzionali (isolate o associate a lesioni organiche) della cinematica scapolo-omerale, quali deficit di depressione della testa omerale o un'eccessiva tensione della capsula articolare posteriore (in questo caso si parla di impingement secondario).

Essa è la causa più comune di spalla dolorosa [28]; tuttavia, non è stato possibile fino ad ora, stabilire precise stime riguardo l'incidenza e la prevalenza di questa sindrome. [29]

A livello clinico, il tipico connotato di questa condizione patologica è la presenza di un arco doloroso: il dolore cioè si manifesta in modo particolare tra i 60° e 120° di abduzione gleno-omerale.

L'impingement sub-acromiale risulta essere collegato a deficit propriocettivi.

Machner et al [30] hanno mostrato una diminuita cinestesia in soggetti con impingement sub-acromiale unilaterale di stadio II. Gli autori hanno supposto che la borsa sub-acromiale fosse deficitaria nel trasmettere i segnali propriocettivi. Tuttavia Sole et al. [31] studiando l'effetto su variabili propriocettive del dolore sub-acromiale indotto sperimentalmente, hanno riscontrato una migliore cinestesia. Questi risultati sono probabilmente legati agli effetti del riflesso protettivo del sistema nervoso centrale in risposta al dolore, mentre la diminuita cinestesia osservata in pazienti con spalla sintomatica, potrebbe essere dovuta alla combinazione di lesioni dei tessuti periferici e di adattamenti neuronali che si differenziano dal dolore acuto.

In pazienti con impingement sub-acromiale sono stati identificati anche anomalie nell'attivazione muscolare della cuffia dei rotatori e degli stabilizzatori della scapola. [32-33-34]

I risultati principali riguardano un'aumentata attività del deltoide medio e del gran dorsale, una diminuita attività del sovraspinato, dell'infraspinato, del sottoscapolare e una ridotta stabilizzazione scapolare da parte del serrato anteriore e del trapezio durante l'elevazione.

In particolare Myers et al. [35] hanno identificato una diminuita coattivazione di infraspinato-sottoscapolare, sovraspinato-sottoscapolare e sovra-infraspinato. Larsen et al. [36] utilizzando un biofeedback elettromiografico visivo non hanno riscontrato significative differenze tra il gruppo con impingement sub-acromiale e quello di controllo nell'abilità di attivare selettivamente il compartimento superiore o inferiore del trapezio. Tuttavia senza biofeedback, il gruppo di controllo ha mostrato un controllo muscolare della scapola migliore.

Rajaratnam et al 2013 [37] hanno identificato inoltre tramite uno studio biomeccanico delle atipiche strategie di controllo neuromuscolare di "stabilità prima del movimento" ("stability before mobility") e di "stabilità a tutti i costi" ("stability at all cost") a livello dell'articolazione gleno-omeroale, in pazienti con sindrome da impingement sub-acromiale durante movimenti di elevazione overhead nei piani frontale e sagittale dello spazio. Le due strategie riconoscono una maggiore attivazione dell'infraspinato, reclutano il grande rotondo come un aggiuntivo stabilizzatore dinamico e spostano il picco di attivazione degli extrarotatori solo a metà range dell'elevazione.

TENDINOPATIA DELLA CUFFIA DEI ROTATORI

Il termine tendinopatia fa riferimento a una condizione di sovraccarico che si manifesta con dolore nella zona limitrofa al tendine e che origina quando l'organismo fallisce nel rigenerarlo adeguatamente.

Tale condizione dolorosa è associata, infatti, a disorganizzazione ed inspessimento del tendine, che incidono sulla sua capacità fisica di tollerare la fatica ed infine questo può portare anche alla rottura del tendine. [38]

La tendinopatia della cuffia dei rotatori è considerata la causa più frequente di spalla dolorosa, la cui prevalenza si aggira intorno al 14% della popolazione in età da lavoro. [39]

Il processo di invecchiamento, l'uso ripetitivo o eccessivo dei tendini e una storia di trauma sono considerati i principali fattori che contribuiscono all'insorgenza della tendinopatia della cuffia dei rotatori. Inoltre, anche alcuni fattori intrinseci, come un'alterata struttura biologica, la riduzione dell'apporto di sangue nel microcircolo o la degenerazione tendinea, possono incidere negativamente nell'eziopatogenesi della tendinopatia.

Vi sono infine meccanismi estrinseci che influenzano questa patologia, in primis le variabili anatomiche e le sindromi da impingement, che riducono lo spazio di azione del tendine, ne causano eccessive compressioni e ne riducono il flusso sanguigno. [38]

I segni e sintomi riportati in letteratura associati a questa patologia, includono: minimo dolore a riposo, ROM completo o quasi completo e dolore esacerbato dalla contrazione contro resistenza. [40]

Il decorso della tendinopatia della cuffia dei rotatori è caratterizzato da dolore persistente, con ricorrenti episodi di recidiva, che possono causare importanti disabilità; la storia naturale della patologia in esame è, infatti, poco favorevole e gli esiti a lungo termine spesso non sono positivi.

In pazienti con problematiche della cuffia dei rotatori croniche sono stati rilevati impairment del senso di posizione articolare, più elevati a gradi di elevazioni maggiori dove il dolore era peggiore e questo potrebbe essere uno dei fattori che concorrono al perpetuare della patologia. [41]

Si è anche visto che in direzione sia della rotazione esterna che interna producono una forza maggiore di quella necessaria. Tuttavia sono rimaste inalterate la precisione della sensazione di forza e la “*steadiness of force exertion*”. [42]

1.4 RAZIONALE

Le problematiche a carico della spalla sono la terza condizione muscolo scheletrica più comune che si presenta nella pratica clinica, con una prevalenza del 7-26% [43]. I sintomi sono spesso persistenti o ricorrenti, con un 40-50% di pazienti che riportano sintomi persistenti dopo 6-12 mesi [44] e il 14% continuano i trattamenti dopo 2 anni [45].

Un normale senso di posizione e di movimento articolare è fondamentale per una corretta attivazione e coordinazione muscolare in tutti i movimenti del cingolo scapolare, ed una corretta attivazione muscolare è fondamentale per garantire, insieme agli stabilizzatori passivi, un buon centraggio della testa dell'omero all'interno della cavità glenoidea. Questo rende comprensibile come una disfunzione dell' articolazione gleno-omeroale può essere associata ad un deficit propriocettivo della stessa; se la coordinazione muscolare è alterata come risultato di una ridotta propriocezione articolare, possiamo andare incontro ad una spalla instabile sintomatica.

Un lesione articolare, inoltre, non solo distrugge vincoli meccanici (instabilità, lesione, ..) ma anche il sistema sensori-motorio viene affetto. Sono stati riscontrati deficit nel controllo neuromotorio e nella propriocezione che accompagnano quadri patologici della spalla quali instabilità gleno-omeroale, sindrome da impingement sub-acromiale e tendinopatia della cuffia dei rotatori. [1] Nella figura 3 è riportato il paradigma, presentato da Lephart e Henry, sulla stabilità funzionale della spalla che illustra la progressione ciclica dell'instabilità funzionale e il ruolo che chirurgia e riabilitazione hanno. [1]

Questo si ipotizza possa essere uno dei fattori che concorrono nel verificarsi delle recidive o nel persistere dei sintomi.

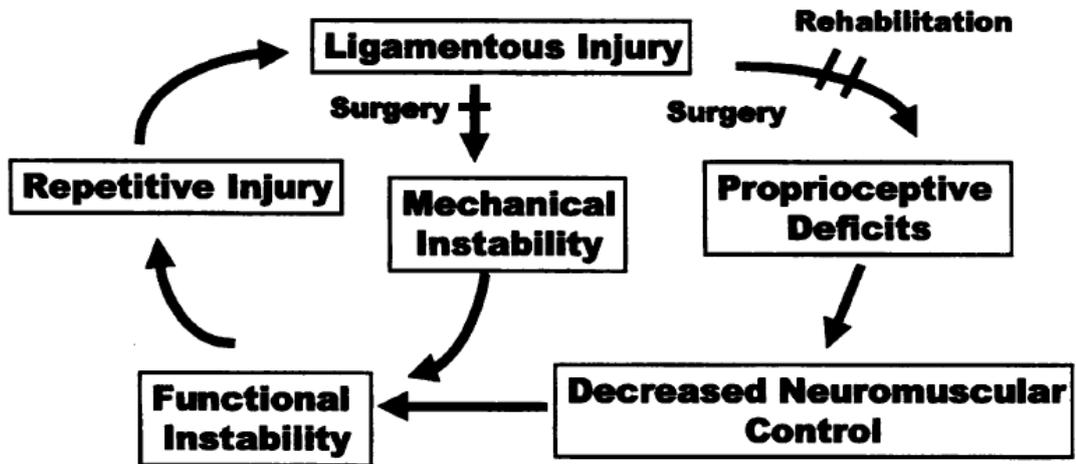


Figura 3. Tratto da Lephart and Henry. The physiological basis for open and closed kinetic chain rehabilitation for upper extremity. *Journal of Sport Rehabilitation* (1996), 5(1):78, riportato in Myers JB, Wassinger CA, Lephart SM. Sensorimotor contribution to shoulder stability: effect of injury and rehabilitation. *Manual Therapy* (2006) 11:197–201

1.5 OBIETTIVO

L'elaborato si propone di analizzare trasversalmente la centralità degli esercizi di rieducazione propriocettiva e di controllo motorio nel percorso riabilitativo di questi quadri patologici al fine di identificarne l'importanza, le modalità e l'efficacia.

2. MATERIALI E METODI

La tipologia di studio condotto è una revisione della letteratura.

2.1 Criteri di eleggibilità

POPOLAZIONE

I soggetti dovevano avere diagnosi di impingement sub-acromiale, tendinopatia della cuffia dei rotatori, instabilità multidirezionale o unidirezionale (anteriore o posteriore) di spalla.

Sono stati esclusi studi con pazienti con problematiche neurologiche (di origine centrale o periferica), amputazioni, disordini reumatici.

Non sono stati posti limiti riguardanti l'età dei soggetti e sono stati inclusi sia atleti che non.

TIPO DI INTERVENTO

Gli studi dovevano esaminare o rilevare gli effetti di un programma di esercizi di controllo motorio e propriocezione.

Sono stati esclusi studi che prevedevano il trattamento con farmaci, infiltrazioni, chirurgia non abbinate a fisioterapia.

2.2 Strategie di ricerca

La ricerca per la revisione della letteratura è iniziata nel mese di Agosto 2015 ed è terminata nell'Aprile del 2016.

La ricerca bibliografica è stata condotta usando i database MEDLINE, PEDro e Google Scholar.

È stata interrogata la banca dati di MEDLINE, attraverso il motore di ricerca di PUBMED e sono stati usati:

- operatori booleani AND, OR e NOT
- Mesh Terms e le keywords: neuromotor control, neuromuscular control, proprioceptive exercise/training, shoulder, rotator cuff tears/pathology/injury [Mesh], subacromial impingement syndrome, shoulder impingement syndrome [Mesh], anterior shoulder instability

Le stringhe di ricerca utilizzate sono state:

- ("Subacromial Impingement Syndrome" OR "Shoulder Impingement Syndrome" OR "Shoulder Impingement Syndrome"[MeSH]) AND ("Neuromotor Control" OR "Neuromuscular Control" OR "Motor Coordination" OR "Proprioceptive Training" OR "Proprioceptive Exercise" OR "Proprioceptive Rehabilitation")
- ("Shoulder Instability" OR "Shoulder Dislocation"[MeSH]) AND ("Neuromotor Control" OR "Neuromuscular Control" OR "Motor Coordination" OR "Proprioceptive Training" OR "Proprioceptive Exercise" OR "Proprioceptive Rehabilitation")
- ("Rotator Cuff"[MeSH] or "Rotator Cuff") AND (Pathology OR Tear OR Tendinopathy) AND ("Neuromotor Control" OR "Neuromuscular Control" OR "Motor Coordination" OR "Proprioceptive Training" OR "Proprioceptive Exercise" OR "Proprioceptive Rehabilitation")

Limiti: La ricerca è stata limitata agli studi in lingua inglese e reperibili in full test. Non sono stati posti limiti riguardanti la data di pubblicazione e il disegno di studio in quanto la disponibilità di materiale in letteratura non era così abbondante in riferimento a questa tematica.

GOOGLE SCHOLAR e PEDro

Le parole chiave usate su Medline sono state usate singolarmente e in combinazione su questi database.

ULTERIORI STUDI

Al fine di individuare ulteriori studi, su Medline è stata condotta un'altra ricerca manuale utilizzando la bibliografia degli articoli selezionati e le funzioni "articoli dello stesso autore" e "articoli correlati".

2.3 Modalità di selezione degli studi

La selezione degli studi è stata effettuata da un unico revisore.

Dopo una prima lettura dei titoli e dell'abstract, sono stati esclusi gli articoli non attinenti al tema della revisione. Per gli articoli incerti, dove nell'abstract non si fornivano elementi sufficienti per valutare i criteri di eleggibilità ed inclusione, sono stati letti i full-test ed esclusi quelli non rispondenti ai criteri d'inclusione/esclusione.

2.4 Processo di acquisizione dei dati

Al fine di facilitare le analisi degli studi inclusi e il loro confronto, è stata redatta una tabella contenente informazioni rispetto al disegno di studio, il numero di soggetti considerati con i relativi criteri d'inclusione, gli outcome e i risultati ottenuti dai soggetti alle misurazioni. I dati sono stati estratti da un unico revisore. Per la valutazione degli studi è stata utilizzata la PEDro scale per gli RCT e la checklist STROBE per gli studi osservazionali.

2.5 Principali outcomes

Relativamente all'oggetto della tesi viene individuato come outcome primario la propriocezione della spalla, data da:

- Errore nel senso di posizione articolare, misurato dalla riproduzione del posizionamento attivo e passivo [46]
- Cinestesia, valutata verificando la soglia di individuazione del movimento passivo.

Outcome secondari:

- ROM
- Presenza dell'arco doloroso per la sindrome da impingement sub-acromiale
- Dolore
- Disabilità

Quest'ultimi valutati tramite l'utilizzo di scale e questionari quali Shoulder Pain And Disability Index (SPADI) [47], the Western Ontario Rotator Cuff index [48], Constant-Murley schoulder outcome score [49].

3. RISULTATI

3.1 SINDROME DA IMPINGEMENT SUB-ACROMIALE E TENDINOPATIA DELLA CUFFIA DEI ROTATORI

I risultati per quanto concerne la ricerca sulla sindrome da impingement sub-acromiale e sulla tendinopatia della cuffia dei rotatori sono stati uniti in un unico sottocapitolo in quanto spesso i due quadri sono associati e perché negli studi c'è confusione nella diagnosi e nella definizione.

Selezione degli studi

Con la stringa di ricerca tramite Pubmed sono stati ottenuti 9 record. A questi attraverso la funzione "similar articles" sono stati aggiunti 101 record, arrivando a un numero di 107 record (eliminando i duplicati).

Sono stati esclusi 98 record dopo la lettura del titolo perché non rispondente allo scopo della revisione.

Nel dettaglio sono stati identificati 18 record che non rispondevano al criterio di eleggibilità per quanto concerne la popolazione (ovvero pazienti con diagnosi di impingement sub-acromiale e/o tendinopatia della cuffia dei rotatori), di questi:

- patologie neurologiche centrali 3
- problematiche dell'arto inferiore 4
- capsulite adesiva 3
- altre patologie della spalla 8

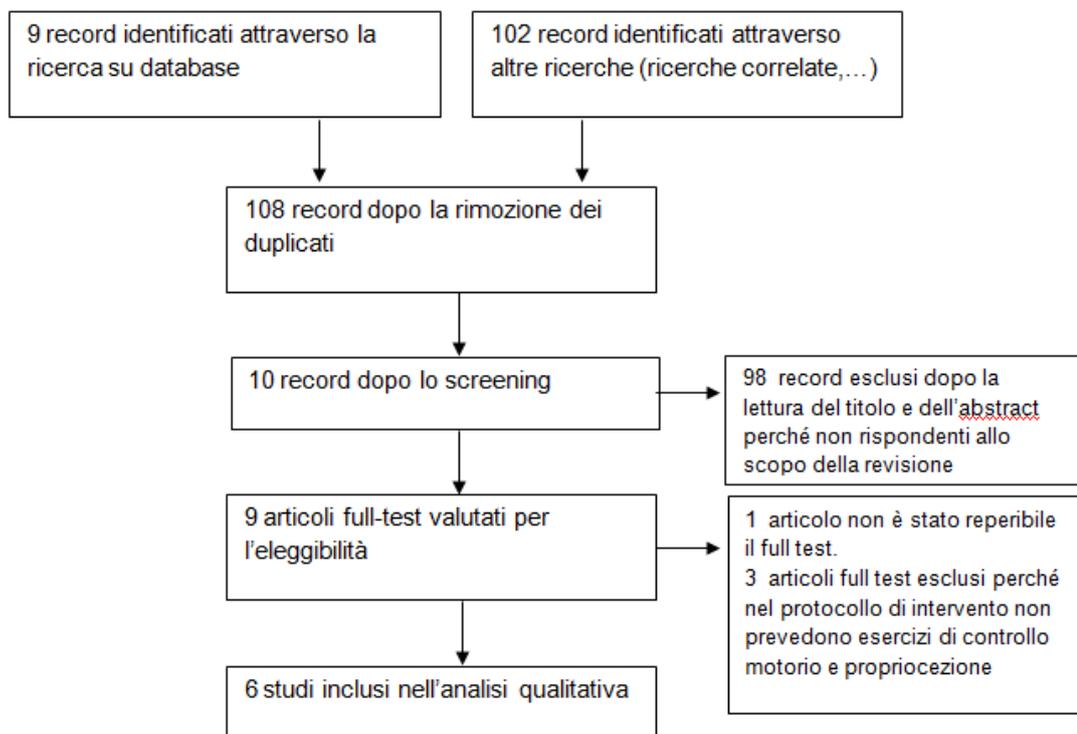
Altri 80 record non rispondevano al criterio di eleggibilità per quanto concerne il tipo di intervento (ovvero esercizi di controllo motorio e propriocezione) e nello specifico valutavano l'efficacia di:

- Chirurgia 13
- Farmaci 16
- Terapia fisica 12
- Altri protocolli di trattamento (come ad esempio il chinesiotape) 8

- Altri protocolli di esercizi (esercizi eccentrici ecc) 17
 - Non si occupavano di protocolli di intervento, bensì di valutazioni: 14
- Dei restanti 10 record, solo di 9 è stato reperito il full-test. Sono stati letti e sono stati esclusi 3 articoli in quanto il programma di intervento (che non era specificato nell'abstract) non prevedeva esercizi di controllo motorio e propriocezione.

Gli articoli inclusi nella revisione sono 6.

L'intero processo di selezione degli studi viene riportato nella flow chart.



Caratteristiche degli studi inclusi

Le caratteristiche degli studi inclusi sono state sintetizzate nella tabella 1.

Tabella 1. Caratteristiche degli articoli inclusi nella revisione

NOME PRIMO AUTORE/ANNO DI PUBBLICAZIONE	TIPO DI STUDIO	OBIETTIVO	SOGGETTI	INTERVENTO	RISULTATI	SCALE DI VALUTAZIONE INDIVIDUATE/ANALIZZATE
Roy JS, 2009 [50]	Single-subject study design	Valutare gli effetti di un programma di riabilitazione supervisionato di 4 settimane basato su esercizi di rinforzo e di controllo motorio su soggetti con SIS ¹	8, SIS unilaterale	12 sessioni (3/sett per 4 sett) Esercizi di rinforzo e controllo motorio Follow-up: 3 settimane	Al follow-up: tutti i soggetti mostrano un miglioramento significativo alla SPADI, assenza arco doloroso in abd e fless (n=6), aumento peak torque in rotazione esterna (n=3) e abd (n=2), modifiche della cinematica scapolare soprattutto nel piano sagittale.	Dolore, disabilità (SPADI ²). Arco doloroso in flessione e abduzione, peak torque isometrico, intensità del dolore durante i test resistiti e 3DSA ³
Huang HY, 2013 [51]	Cross-sectional study	Indagare gli effetti del training con biofeedback EMG sul rapporto di equilibrio muscolare e sulla cinematica	33 soggetti: 20 sani e 13 con SIS	Esercizi con e senza biofeedback	Per i soggetti con SIS, con il biofeedback migliora l'equilibrio nell'attivazione muscolare durante la fless anteriore	ROM, FLEX-SF questionnaire ⁴ , analisi elettromiografica del rapporto tra i muscoli scapolo-toracici (SA/UT, UT/LT, UT/MT) ⁵ analisi cinematica della

¹ SIS=Sindrome da Impingement Subacromiale

² SPADI= Shoulder Pain and Disability Index

³ 3DSA=3-Dimensional Scapular Attitudes

⁴ FLEX-SF=Flexilevel scale of shoulder function UT

⁵ UT =Trapezio Superiore, SA=Serrato Anteriore, LT=Trapezio Inferiore, MT=Trapezio Medio

		scapolare in soggetti sani e in soggetti con SIS e valutare se ci sono differenze tra i due gruppi.			(UT/SA, UT/LT), durante l'extrarotazione (UT/MT). Non ci sono differenze significative nella cinematica scapolare.	scapola.
Worsley P, 2013 [52]	Cross-sectional study	Quantificare gli effetti clinici, neurofisiologici e biomeccanici di un programma di riallenamento del controllo motorio scapolare in soggetti con SIS	32 soggetti: 16 sani e 16 con SIS	10 settimane (entrambi i gruppi hanno effettuato esercizi di controllo motorio a domicilio, 2 volte al giorno, con 5 sessioni con il fisioterapista)	Nei soggetti con SIS si è verificato: Miglioramento statisticamente significativo della SPADI e riduzione della VAS post-intervento. Piccolo miglioramento alla FS-36 e OSS. Riduzione dell'onset ritardato dell'attivazione di serrato anteriore e trapezio inferiore, aumento significativo della durata di attivazione muscolare, aumento dell'upward rotation e del tilt	SPADI, VAS ⁶ , DASH ⁷ , OSS ⁸ , FS-36 Analisi elettromiografica dei muscoli scapolo-toracici Analisi cinematica della complesso articolare della spalla durante movimenti di elevazione sul piano scapolare, sagittale e frontale

⁶ VAS=Visual Analogic Scale

⁷ DASH= Disability of Arm Shoulder and Hand

⁸ OSS= Oxford Shoulder Score

					posteriore nella cinematica della scapola.	
Marzetti E, 2014 [53]	Trial clinico randomizzato controllato a singolo cieco	Confrontare gli effetti di esercizi terapeutici neuro cognitivi (NCTE) su dolore e funzione comparati a esercizi terapeutici tradizionali (TTE) in pazienti con SIS	76 soggetti con SIS (grado I Neer e con dolore negli ultimi 3 mesi): 36 nel gruppo NCTE e 36 TTE	15 sessioni (3/sett per 5sett) da 1 ora. Follow up: 12 e 24 settimane	A fine trattamento entrambi i gruppi hanno mostrato miglioramenti in tutte le misure di out come rispetto alla baseline, ad eccezione della VAS a riposo che non è variata nel gruppo TTE. Nel gruppo NCTE è risultato maggiore il livello di soddisfazione e i cambiamenti nel tempo di tutte le misure di out come.	Outcome Primari: Quick-DASH Secondari: Constant-Murley shoulder out come score, VAS a riposo e durante i movimenti, ASES ⁹ , Likert score.
Beaudreuil J, 2015 [54]	Analisi secondaria dei dati di un trial clinico controllato randomizzato con valutazione cieco	Determinare se dynamic humerale centring (DHC) agisce tramite un effetto sul meccanismo dell'impingement subacromiale valutando il suo effetto	69 SIS: 34 nel gruppo intervento (DHC: imparare ad abbassare la testa omerale durante elevazione passiva e attiva) e 35 nel controllo	15 sessioni in 6 sett. Follow up: 3 mesi	Maggiore ROM attivo indolore (sia in flessione che in abduzione) nel gruppo DHC. Meno pazienti del gruppo DHC mostrano la presenza dell'arco doloroso durante la flessione attiva	Out come: ROM senza dolore Presenza dell'arco doloroso in flessione e abduzione attiva

⁹ ASES= American shoulder and elbow surgeons

		sull'elevazione dolorosa del braccio in SIS.	(mobilizzazione non specifica attiva e passivo lontano dal dolore)		(mentre nell'abduzione attiva non ci sono differenze)	
Dilek B, 2016 [55]	Trial clinico prospettico randomizzato controllato a singolo cieco	Valutare l'efficacia di esercizi propriocettivi su propriocezione della spalla, rom, dolore, forza muscolare, funzionalità di pazienti con SIS	61 SIS: 31 nel gruppo intervento (fisioterapia convenzionale + esercizi propriocettivi) e 30 nel gruppo di controllo (fisioterapia convenzionale)	18sessioni (3/sett per 6sett) Fisioterapia convenzionale (controllo) ed esercizi propriocettivi (nel gruppo intervento) Follow up: 12 settimane	Significativo miglioramento in entrambi i gruppi nel ROM, dolore, forza muscolare isometrica, cinestesia a 0° di extrarot e test funzionali. Il gruppo di intervento ha mostrato un significativo miglioramento nella cinestesia a 10° di extrarot e nel riposizionamento attivo e passivo a 10°. A 12sett non ci sono differenze significative tra i due gruppi.	Outcome Primari: cinestesia e propriocezione (riposizionamento attivo e passivo a 0 e 10° di extrarotazione) Secondari: the WORC ¹⁰ , the ASES, VAS per dolore a riposo, la notte e durante le ADL, ROM e forza muscolare

¹⁰ WORC=Western Ontario Rotator Cuff index

TIPI DI STUDI

Due studi [53,55] sono trial clinici randomizzati controllati a singolo cieco, uno [54] è una analisi secondaria di un RCT, uno studio [50] è un “single-subjects study design” e due [51,52] sono studi cross-sectional. Quest’ultimi [51,52] confrontavano i risultati con un gruppo di soggetti sani.

Tutti gli studi sono stati approvati dal comitato etico e hanno ottenuto il consenso informato da parte dei partecipanti.

PARTECIPANTI

In totale negli studi sono stati reclutati 36 soggetti sani [51,52] e 243 pazienti con diagnosi di Sindrome da Impingement Sub-acromiale (SIS).

I principali criteri di inclusione sono stati:

- età: 18-40 [51], sopra i 18 anni [53], sopra i 30 anni [54], tra i 25 e i 65 [55]
- intensità del dolore attuale: abbastanza severo da limitare le attività da più di una settimana o da richiedere un trattamento [52]
- durata dei sintomi: dolore negli ultimi 3 mesi [53], dolore da più di un mese [54]
- dolore localizzato nella regione sub-acromiale [52]
- segni di impingement [52]
- presenza di un arco doloroso durante la flessione o l’abduzione [50,52]
- positività ad almeno due dei seguenti test [51]: Kennedy-Hawkins sign [50,52,53,54,55], Neer sign [50,52,53,54,55], cross-over impingement test, reverse impingement sign. Inoltre la positività al Jobe Test [50] e allo Yocum test [54]
- Constant score <80 [54]
- diagnosi di SIS basata su referto di RMN [55]
- pazienti con impingement di stadio I di Neer, tendinopatia della cuffia dei rotatori cronica senza lesioni dei tendini e/o borsite subacromiale [53]

Vi è una grande variabilità anche nei criteri di esclusione, che sono stati:

- età superiore ai 34 anni [52]
- inabilità o riluttanza a firmare il consenso informato [53]

- ROM passivo limitato [54]
- instabilità gleno-omeroale [50,51,52,54,55] o sindrome da ipermobilità articolare [55]
- presenza di calcificazioni [50,54]
- precedenti lesioni traumatiche della spalla [52]
- fratture della spalla [50,51,54]
- problematiche bilaterali alle spalle [55]
- rottura parziale/totale dei tendini della cuffia e/o del sottoscapolare [53]
- patologia capsulare e del labbro che reagiscono bene al trattamento chirurgico [53]
- anomalie congenite dell'acromion [53], acromion di tipo III [50]
- dolore al collo o al braccio presente o passato [52]
- dolore riferito dal rachide toracico o cervicale [50,52], problemi cervicali [50,51]
- già in trattamento fisioterapico [52] o effettuato negli ultimi 3 mesi [55]
- precedenti interventi chirurgici nella spalla sintomatica [50,51,53,54,55]
- precedenti iniezioni intra-articolari o subacromiali [55], se eseguite nell'ultimo mese [54] o negli ultimi 3 mesi o comunque più di tre volte durante la vita [52]
- controindicazioni alle procedure di laboratorio, come ad esempio allergie della pelle [52]
- malattie infiammatorie [54] o neurologiche (locali o sistemiche) [52] che coinvolgono il cingolo scapolare [53,55]
- disturbi psichiatrici o cognitivi [53]
- tumori [54], metastasi tumorali locali o applicazione di radioterapia [53]
- infezioni acute o tubercolosi [53]
- gravidanza [55]
- diabete, ipotiroidismo, deficienza della vitamina B12 [55]
- problemi cardiaci, portatori di pacemaker, visibile respiro corto, epilessia [55]

OUTCOME

Gli outcome sono stati valutati prima del trattamento [50,52,53,54], ad ogni settimana di trattamento (9 settimane) [50], alla fine del trattamento [52,53,55], 3 mesi dopo il trattamento [53,54,55] e a 6 mesi [53].

Solo uno studio [55] ha valutato come outcome primario la cinestesia e il senso di posizione articolare, utilizzando un sistema dinamometrico isocinetico (Cyber norm, Ronkokoma, NC) tramite il riposizionamento attivo e passivo a 0 e a 10° di extrarotazione [55].

In tutti gli studi sono stati valutati il dolore e la funzionalità, tramite l'utilizzo di questionari come:

- Shoulder Pain and Disability Index (SPADI) [50,52] (identificato come outcome primario)
- Short Form of Disability of Arm Shoulder and Hand (Quick-DASH) [52,53] (identificato come outcome primario)
- Constant-Murley Shoulder Outcome Score [53]
- American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) [53,55]
- Likert score [53]
- Oxford Shoulder Score (OSS) [52]
- Western Ontario Rotator Cuff (WORC) [55]
- SF-36 [52]

Inoltre sono stati valutati:

- Visual Analogic Scale (VAS) del dolore [52,53] a riposo, di notte e durante le ADL [55]
- Presenza dell'arco doloroso [50,54]
- ROM [55] attivo indolore in elevazione [54] (goniometro)
- Dolore ai test resistiti [50]
- Peak force isometrico [50]
- Forza isometrica dei muscoli (tramite un sistema dinamometrico isocinetico) [55]
- 3-Dimensional Scapular Attitudes (3DSA) [50]

- Analisi cinematica della complesso articolare della spalla durante movimenti di elevazione sul piano scapolare, sagittale e frontale [51,52]
- Analisi elettromiografica dei muscoli scapolo-toracici [51,52].

Rischio di bias all'interno degli studi

I tre RTC sono stati valutati tramite la PEDro Scale, riportando un punteggio di 7/10 [53] e 8/10 [54,55]. Di seguito sono stati riportati i singoli items.

1. I criteri di elegibilità sono stati specificati: si [53,55], no [54]
2. I soggetti sono stati assegnati in maniera randomizzata ai gruppi (negli studi crossover, è randomizzato l'ordine con cui i soggetti ricevono il trattamento): si [53,54,55]
3. L'assegnazione dei soggetti era nascosta: si [53,54,55]
4. I gruppi erano simili all'inizio dello studio per quanto riguarda i più importanti indicatori prognostici: si [53,54,55]
5. Tutti i soggetti erano "ciechi" rispetto al trattamento: no [53,55], si [54]
6. Tutti i terapisti erano "ciechi" rispetto al tipo di trattamento somministrato: no [53,54,55]
7. Tutti i valutatori erano "ciechi" rispetto ad almeno uno degli obiettivi principali dello studio: no [53], si [54,55]
8. I risultati di almeno un obiettivo dello studio sono stati ottenuti in più' dell'85% dei soggetti inizialmente assegnati ai gruppi: si [53,54,55]
9. Tutti i soggetti analizzati al termine dello studio hanno ricevuto il trattamento (sperimentale o di controllo) cui erano stati assegnati oppure, se non è stato così, i dati di almeno uno degli obiettivi principali sono stato analizzato per "intenzione al trattamento": si [53,55], no [54]
10. I risultati della comparazione statistica tra i gruppi sono riportati per almeno uno degli obiettivi principali: si [53,54,55]
11. Lo studio fornisce sia misure di grandezza che di variabilità per almeno uno degli obiettivi principali: si [53,54,55]

Per la valutazione dei cross-sectional [51,52] e del single subjects study design [50] è stata invece utilizzata la checklist STROBE:

1) **TITOLO e ABSTRACT:**

Solo nello studio Roy [50] è stato indicato il disegno di studio nel titolo e nell'abstract. L'abstract in tutti e tre gli studi [50,51,52] ha fornito un riassunto informativo ed equilibrato di ciò che è stato fatto e di ciò che è stato osservato.

INTRODUZIONE

2) Premesse/Razionale: in tutti e tre gli studi [50,51,52] sono state spiegate le premesse scientifiche e il rationale della ricerca proposta per la pubblicazione.

3) Obiettivi: in tutti gli studi esaminati [50,51,52] sono stati indicati gli obiettivi specifici, comprese tutte le ipotesi pre-specificate.

METODI

4) Disegno di studio: lo studio Worsley [52] non ha specificato il disegno di studio, mentre Roy [50] e Huang [51] hanno presentato gli elementi fondamentali del disegno dello studio nella parte iniziale del lavoro.

5) Contesto: la descrizione del contesto, delle sedi e delle date specifiche del periodo di reclutamento sono assenti in tutti e tre gli studi [50,51,52]. È invece indicato il periodo di esposizione nello studio Roy [50] (di 9 settimane complessive, di cui le prime due di valutazione, le successive quattro di trattamento e le ultime tre di follow-up) e nello studio Worsley [52] (10 settimane di intervento, dove le valutazioni sono state effettuate all'inizio e alla fine del trattamento, senza follow-up), ma non per Huang [51]. La descrizione della raccolta dati è piuttosto esaustiva in tutti e tre gli studi.

6) Partecipanti: per lo studio Roy [50] sono stati indicati i criteri di eleggibilità e i metodi di selezione dei partecipanti, mentre non sono state

indicate le fonti dei partecipanti. Le fonti dei partecipanti sono state invece indicate nello studio Huang [51] (per i controlli: gli studenti dell'università e per i casi: i pazienti dell'ospedale universitario) e nello studio Worsley [52] sebbene non in maniera specifica (comunità locale). Il rationale per la scelta dei controlli e i metodi di selezione sia dei casi che dei controlli non sono stati specificati in nessuno dei due studi cross-sectional [51,52]. Solo Worsley [52] ha riportato i criteri di esclusione dei controlli (uguali a quelli dei casi) e come unico criterio di eleggibilità dei controlli che dovevano essere di età inferiore a 34 anni. I criteri di eleggibilità dei casi sono invece stati descritti in entrambi gli studi [51,52].

- 7) Variabili: non sono state definiti i possibili fattori di confondimento e i fattori modificati l'effetto in Roy [50], mentre gli outcome e l'intervento hanno una descrizione chiara e dettagliata. In Huang [51] e in Worsley [52] i possibili fattori di confondimento (e di bias) sono dati dall'elettromiografia di superficie, che è incline al cross-talk dell'attività muscolare e ad una bassa affidabilità della magnitudine della misurazioni tra le sessioni, e dal metodo di misurazione della cinematica della scapola attraverso marker che è fonte di errore a causa del movimento della cute.
- 8) Fonti dei dati / rilevazione: sia Roy [50] che Huang [51] che Worsley [52] hanno indicato per ogni outcome scelto gli strumenti di valutazione e le modalità.
- 9) Errori sistematici (bias): in Roy [50] gli esercizi domiciliari prima del trattamento hanno introdotto un'aggiuntiva fonte di variabilità sulle misurazioni portando potenzialmente a un intervallo di confidenza maggiore del 95% e ad una sua riduzione nella capacità di rilevare i cambiamenti. Per migliorare la confidenza dei risultati è stato utilizzato un questionario autosomministrato come outcome primario, in aggiunta a procedure standardizzate di misurazione e outcome validati. Sono stati introdotti bias compiendo misurazioni ripetute dell'outcome e non avendo valutatore indipendente.

In Worsley [52] non sono stati specificati metodi per ridurre la fonte di errore, mentre Huang [51] ha utilizzato una coppia di elettrodi bipolari adiacenti distanti 2 cm per minimizzare il cross-talk e ha limitato la valutazione della cinematica scapolare a 120° di elevazione perché oltre si è visto verificarsi un maggior errore dovuto al movimento della cute.

- 10) Dimensioni dello studio: tutti e tre gli studi presentano campioni piccoli, in particolare Roy [50] solo 8 soggetti, Huang [51] 13 casi e 20 controlli sani, Worsley [52] 16 casi e 16 controlli sani.
- 11) Variabili quantitative: vengono presentate come media, deviazione standard e range in Worsley [52], mentre i dati elettromiografici e della cinematica scapolare sono riportati come percentuali dei valori normalizzati in Huang [51]. In Roy [50], dato l'esiguo numero del campione, vengono riferiti i risultati di ogni outcome per ogni soggetto.
- 12) Metodi statistici: Roy [50] utilizza due deviazioni standard al di sopra e al di sotto della media del pre-intervento per comparare i valori degli outcome ottenuti a fine trattamento e al follow-up di 3 settimane, mentre per la cinematica scapolare le differenze sono state calcolate e illustrate graficamente. Per l'analisi statistica lo studio Huang [51] si serve dello "statistica package for social sciences" (SPSS16), del "Shapiro-Wilk test" per confermare la normalità dei dati, del "2-way mixed ANOVA" per confrontare i due gruppi in termini di rapporto dell'equilibrio muscolare, e del t test appaiato per confrontare i due gruppi per quanto concerne la cinematica scapolare. I dati dei questionari in Worsley [52] vengono comparati usando il t test appaiato e rapportati al minimally clinically important difference (MCDI). Per comparare i dati cinematici tra soggetti sani e pazienti e prima e dopo il trattamento è invece stato utilizzato il "2-factor mixed model repeated measures analysis of variance" (ANOVA). Nella valutazione dell'inizio e del termine dell'attività muscolare si fa riferimento all'angolo omerale e si confrontano i dati pre e post intervento usando il t test appaiato, mentre tra i gruppi il t test per dati indipendenti.

RISULTATI

- 13) Partecipanti: tutti e tre gli studi [50,51,52] hanno riportato solo il numero dei soggetti inclusi, senza indicare il numero di individui in ciascuno stadio (né quindi è stato utilizzato il diagramma d flusso). Solo lo studio Roy [50] ha specificato che tutti i soggetti hanno completato il follow-up, in Worsley [52] non viene riferito esplicitamente quanti pazienti completano il trattamento, mentre in Huang [51] non c'è follow-up.
- 14) Dati descrittivi: lo studio Roy [50] ha indicato per ogni soggetto partecipante allo studio età, sesso, lato dominante, lato affetto, peso, altezza, durata dei sintomi e punteggio alla SPADI. Huang [51] ha descritto per i due gruppi la media dell'età, dell'altezza, del peso, della durata dei sintomi, della VAS per il dolore e del punteggio al Flexilevel scale of shoulder function scale, il rapporto tra i due sessi, il lato colpito. Lo studio Worsley [52], invece, ha fornito indicazioni solo su età, sesso, peso e altezza.
- 15) Dati di esito: per tutti gli studi [50,51,52] sono stati riportati i risultati per ogni outcome sia per il gruppo di intervento che per il gruppo di controllo [51,52].
- 16) Risultati principali: dato il campione esiguo presente in Roy [50] nei risultati è stato riportato il numero dei soggetti in cui si era verificato il cambiamento. Huang [51] ha riferito i dati come percentuale del valore normalizzato EMG tra i due muscoli di interesse e il p value. Worsley [52] riporta nei risultati la media \pm la deviazione standard e il p value di ognuno. In nessuno studio è stato eseguito l'aggiustamento per i fattori di confondimento.
- 17) Altre analisi: non sono riportate altre analisi in nessuno studio [50,51,52].

DISCUSSIONE

- 18) Risultati principali: sono stati riassunti i principali risultati in relazione agli obiettivi in Roy [50], in Huang [51] e in Worsley [52].

- 19) Limiti: sono stati sottolineati e discussi i limiti in ogni studio, che sono il disegno di studio [50], il campione ridotto [50,51,52], il breve [50] o assente follow-up [51,52], la mancanza di un intervento di controllo [50,52], gli esercizi domiciliari introdotti dalla fase di pre-intervento che ha introdotto maggiore variabilità nelle misure [50], la ripetizione delle misurazioni degli outcome che ha introdotto bias [50], l'assenza di cecità e di un valutatore indipendente che ha ridotto la forza delle conclusioni [50,51,52] .
- 20) Interpretazione: sia Roy [50] che Huang [51] che Worsley [52] hanno fornito prudenti interpretazioni dei risultati tenendo conto degli obiettivi, dei limiti e del confronto con altri studi.
- 21) Generalizzabilità: l'uso di un "single-study design" e del limitato campione, in Roy [50] ha limitato la generalizzabilità dei risultati ottenuti. La generalizzabilità in Huang [51] e in Worsley [52] è stata ridotta oltre che dal campione esiguo, dall'età dei soggetti (Huang: 20-31 anni, Worsley 18-34) che non rappresentano la maggioranza dei pazienti che tipicamente si presentano in studio (50-57anni) con problematiche perlopiù croniche e dall'utilizzo di esercizi che arrivavano solo a 90° di elevazione per Worsley (che non rappresenta il ROM funzionale di molte attività) e a 120° per Huang, per cui non è possibile estendere i risultati ad altri gradi di elevazione.

ALTRE INFORMAZIONI

- 22) Finanziamento: non sono state indicate le fonti di finanziamento e il ruolo dei finanziatori in nessuno studio [50,51,52].

Risultati degli studi

Roy et al (2009) [50] (single-subject study design) hanno valutato gli effetti di un programma di riabilitazione supervisionato di 4 settimane basato su esercizi di rinforzo e di controllo motorio su 8 soggetti con sindrome da impingement sub-acromiale unilaterale. I soggetti inclusi mostravano: la presenza di un arco doloroso in flessione o in abduzione, la positività al test di Neer o al Kennedy-Hawkins impingement sign e dolore durante l'extrarotazione resistita o durante l'abduzione (Jobe test).

Lo scopo dell'intervento era quello di promuovere una corretta cinematica scapolare durante i movimenti di elevazione dell'arto superiore contro gravità e secondariamente, una volta raggiunto il controllo della scapola, rinforzare la muscolatura scapolo-toracica e scapolo-omerale applicando una resistenza esterna.

Prima dell'intervento sono stati assegnati gli esercizi domiciliari da eseguire per due settimane, poi il protocollo prevedeva 3 sessioni settimanali, per 4 settimane ed un follow-up di 3 settimane. Gli esercizi una volta imparati ed eseguiti correttamente, dovevano essere ripetuti a casa.

Gli esercizi sono stati eseguiti aumentando progressivamente la difficoltà in termini di piano di movimento, ROM, numero di ripetizioni, velocità e resistenza. I parametri presi in considerazione per determinare il livello di difficoltà sono stati la qualità del movimento e l'intensità del dolore.

Il trattamento è iniziato con esercizi di controllo scapolare durante l'elevazione del braccio sul piano scapolare, frontale e sagittale.

Questi esercizi avevano una progressione dettata da un programma di allenamento diviso in 6 fasi: le varie fasi sono caratterizzate da un aumento della resistenza applicata e una riduzione dei feedback da parte del terapeuta. Nello specifico, la prima fase consisteva in un'elevazione passiva dell'arto superiore da parte del fisioterapista, eseguito davanti allo specchio. Si richiedeva poi al paziente il mantenimento della posizione per 5 secondi e un ritorno attivo alla posizione di partenza accompagnato da feedback verbali

del fisioterapista. La seconda e la terza fase si differenziavano perché si effettuava rispettivamente un'elevazione attiva-assistita e una attiva, accompagnate da eventuali feedback manuali. Nella fase quattro veniva tolto il feedback manuale, mentre nella cinque il feedback visivo ed infine si richiedeva un'elevazione più veloce e tenendo un peso.

Il feedback manuale consisteva nel guidare i movimenti della scapola a seconda del tipo di discinesia riscontrato: se si evidenziava una diminuita rotazione laterale, si compensava applicando una pressione laterale sull'angolo inferiore della scapola; se era presente un tilt dell'angolo inferiore della scapola, si applicava una pressione anteriore su di esso per evitarlo; se vi era un'elevazione del bordo superiore della scapola, si applicava una pressione caudale sull'acromion ed infine se era presente un tilt del bordo mediale della scapola si riduceva applicando una pressione anteriore su di esso.

La progressione inoltre prevedeva che una volta acquisita la capacità da parte del paziente di eseguire una serie da 10 dell'esercizio con un appropriato controllo scapolare, si passava a compiere 3 serie ed infine ad un movimento su un piano diagonale. Una volta che era controllata correttamente l'abduzione a 90°, si eseguiva l'extrarotazione con il braccio addotto di 90°.

Il criterio che ha guidato il passaggio agli esercizi di rinforzo era la capacità di eseguire senza dolore un'elevazione con una resistenza di 0,45kg.

Gli esercizi di rinforzo, da una a tre serie da 10, prevedevano:

- esercizi di intra ed extrarotazione a braccio addotto contro la resistenza elastica del theraband (dal rosso al blu)
- esercizi di push-up (prima verticali poi orizzontale)
- abduzione orizzontale da supino con un manubrio (inizialmente 0,45kg).

I risultati raggiunti rispetto agli outcome sono stati:

- SPADI: miglioramento significativo al follow-up di 3 settimane di tutti i soggetti; 7 di loro mostravano un miglioramento già a fine trattamento, mentre 5 già dalla prima settimana.
- Presenza dell'arco doloroso in flessione in 7 soggetti a inizio trattamento, a fine trattamento solo uno ha mostrato un significativo miglioramento, mentre al follow-up 5 soggetti e all'ultima valutazione solo uno mostrava di avere ancora l'arco doloroso. In abduzione, tutti presentavano un arco doloroso prima del trattamento, due sono migliorati significativamente a fine trattamento e 5 al follow-up, mentre in due persisteva l'arco doloroso in abduzione all'ultima valutazione.
- Significativo aumento del peak torque isometrico in abduzione a fine trattamento per un soggetto e al follow-up per 2. Per la rotazione laterale l'aumento significativo riguardava solo un soggetto a fine trattamento e 3 al follow-up.
- 6 soggetti mostravano una riduzione significativa dell'intensità del dolore durante i test resistiti.
- 3DSA durante l'abduzione: il tilt posteriore è aumentato per 5 soggetti a fine trattamento e 7 al follow-up, la rotazione laterale è aumentata per 5 soggetti a fine trattamento e 6 al follow-up, la protrazione è aumentata per 7 soggetti sia a fine trattamento che al follow-up.
- 3DSA durante la flessione: il tilt posteriore è aumentato per 5 soggetti a fine trattamento e 6 al follow-up, la rotazione laterale è aumentata per 4 soggetti sia a fine trattamento che al follow-up, la protrazione è aumentata per 4 soggetti sia a fine trattamento che al follow-up.

Tutti i soggetti hanno partecipato alle 12 sessioni, gli esercizi di controllo scapolari sono avanzati fino a compiere gli esercizi sul piano diagonale e esercizi di extrarotazione a 90° di abduzione. Gli esercizi di rinforzo sono stati iniziati tra la terza e la settima seduta, dopo 3 sedute due soggetti hanno dovuto interromperli per aumento del dolore. Solo un soggetto non ha eseguito i push-up a causa del dolore aumentato e 4 non hanno eseguito le abduzioni orizzontali con il manubrio.

Huang et al. (2013) [51] (studio cross-sectional) hanno indagato gli effetti del training con biofeedback elettromiografico sul rapporto di equilibrio muscolare e sulla cinematica scapolare su 20 soggetti sani e 13 soggetti con sindrome da impingement sub-acromiale (SIS), valutando eventuali differenze tra i due gruppi. I partecipanti avevano tra i 18 e i 40 anni, i soggetti con SIS almeno due dei seguenti sintomi: positività al test di Neer, al test di Hawkins-Kennedy, al reverse impingement sign e al crossover impingement test.

Ogni soggetto doveva eseguire un'elevazione sul piano scapolare all'inizio e alla fine di ogni esercizio con e senza biofeedback EMG. Gli elettrodi sono stati posizionati in modo tale da registrare l'attività elettromiografica del serrato anteriore (SA), del trapezio superiore (UT), del trapezio medio (MT) e del trapezio inferiore (LT).

Gli esercizi richiesti erano tre:

- Extrarotazione con il paziente in decubito laterale: il soggetto doveva partire con la spalla in posizione neutra e il gomito flesso a 90°, poi eseguiva la rotazione esterna (con un asciugamano posto tra il tronco e il gomito per evitare compensi);
- Flessione anteriore (piano sagittale) con il paziente seduto.
- Esercizio di push-up con il paziente in quadrupedica e una volta ottenuta la completa estensione di gomito, veniva richiesta la massima protrazione della scapola.

Gli esercizi venivano fatti eseguire prima senza peso e successivamente con l'aggiunta di pesi in base al peso corporeo (50-59: 3kg, 60-69: 4kg, 70-79: 5kg).

Sono stati richiesti tre tipi di contrazione: isometrica (fase 1), concentrica (fase 2), eccentrica (fase 3), mentre l'esercizio di push-up è stato analizzato solo nella fase di protrazione.

Ogni fase era di circa 3 secondi. Una volta che il soggetto aveva familiarizzato con il protocollo, ripeteva 3 volte l'esercizio con un minuto di

riposo tra le ripetizioni. Si eseguiva 3 esercizi con il biofeedback e 3 senza, con 10 minuti di pausa tra i due.

Con il biofeedback, attraverso una riproduzione grafica su uno schermo di quella che era l'ampiezza elettromiografica dell'attività muscolare, veniva insegnato ai pazienti a cambiare il loro movimento diminuendo l'attività del trapezio superiore e aumentando quella del serrato anteriore, del trapezio medio ed inferiore.

Per quanto riguarda il reclutamento muscolare:

- In flessione anteriore, i risultati non mostravano significativi effetti di interazione nel rapporto UT/SA (Fase 1-3), UT/MT (Fase 1-2-3) e UT/LT (Fase 1-3). I principali effetti significativi del tipo di training sono stati trovati nel rapporto UT/MT (Fase 3: $F_{1,2,3}=8.48$, $p=0.008$) e UT/LT (Fase 1: $F_{1,2,3}=5.52$, $p=0.001$; Fase 3: $F_{1,2,3}=10.76$, $p=0.003$). Il rapporto era significativamente più basso durante gli esercizi con biofeedback in:

(1) UT/MT nella fase 3 del gruppo sano ($p = 0.05$)

(2) UT/LT nella fase 1 in entrambi i gruppi (Sani: $p=0.02$; Pazienti: $p=0.005$)

(3) UT/LT in fase 3 nel gruppo pazienti ($p=0.014$).

Per UT/SA (Fase 2) e UT/LT (Fase 2), il rapporto era significativamente più basso durante gli esercizi con biofeedback rispetto a quelli senza.

I risultati non mostrano significative differenze nel rapporto tra i due gruppi.

- In extrarotazione con il paziente in decubito laterale, i risultati non hanno mostrato significativi effetti di interazione. È stato trovato solo un effetto significativo principale del tipo di training (esercizi ed esercizi con biofeedback) ($F_{1,2,3}=6.43$, $p=0.018$). La comparazione a coppia ha evidenziato un rapporto significativamente più basso UT/LT nel gruppo sano (Fase 3: $p=0.022$). Nel gruppo sano, il rapporto era significativamente più basso durante gli esercizi con biofeedback che senza solo in UT/LT (Fase 1: $z=-2.35$, $p=0.019$). Nel gruppo dei pazienti il rapporto UT/SA e UT/MT era più basso durante gli esercizi con biofeedback (UT/SA: fase 1: $z=1.99$, $p=0.046$; UT/MT: fasi 1 e 2: $z=-2.06$,

$p=0.039$; $z=-2.13$, $p=0.033$). Non ci sono state significative differenze tra i due gruppi.

- Nell'esercizio di push-up in quadrupedica con protrazione della scapola è stato analizzato solo il rapporto UT/SA. I risultati hanno mostrato che non c'era, in ogni fase, una significativa differenza tra i due gruppi.

Per quanto riguarda la cinematica scapolare tri-dimensionale i risultati non hanno evidenziato significative differenze tra gli esercizi con e senza biofeedback nel cambiamento dello score di upward rotation ($df=11$, $t=1.69$, $p=0.12$) e nel tilt posteriore ($df=11$, $t=-1.12$, $p=0.257$) in soggetti senza sindrome da impingement subacromiale.

Nei soggetti con SIS, invece si è vista una differenza significativa tra i due gruppi nel tilt posteriore (tilt: $t = 2.71$, $p = 0.02$), ma no nell'upward rotation (upward rotation: $t = -1.15$, $p = 0.249$).

Worsley et al (2013) [52] (studio cross-sectional) mirava a quantificare gli effetti clinici, neurofisiologici e biomeccanici di un programma di riallenamento del controllo motorio scapolare in 16 soggetti giovani (sotto i 34 anni) con SIS, comparati a 16 soggetti sani. I pazienti inclusi avevano almeno due dei seguenti sintomi: presenza dell'arco doloroso, positività al test di Neer e all'Hawkins-Kennedy. Pazienti con tendinopatia del bicipite o rottura della cuffia completa sono stati esclusi.

Il programma di ripristino del controllo motorio puntava alla correzione di impairment del movimento scapolare attraverso la rieducazione del reclutamento muscolare. Il blocco prevedeva due componenti:

- 1) esercizi di controllo motorio per correggere l'allineamento e la coordinazione, che implicava a) apprendere l'ottimale orientamento scapolare a riposo, e poi il controllo durante i movimenti attivi, e b) esercizi muscolari specifici per trapezio e serrato anteriore;
- 2) tecniche di terapia manuale comunemente usate nella pratica clinica per gestire i sintomi, come ad esempio la risoluzione di trigger points attivi, allungamento della muscolatura contratta.

Durante gli esercizi di controllo motorio, la posizione della scapola veniva inizialmente corretta dal terapeuta e successivamente insegnato ai partecipanti a riprodurla usando feedback visivi (specchio), uditivi (indicazioni verbali del terapeuta) e cinestesici (guida manuale del terapeuta).

Una volta che la scapola era posizionata correttamente, ne veniva richiesto il controllo durante l'elevazione fino a 90° dell'arto sul piano scapolare, frontale e sagittale. Il movimento veniva eseguito lentamente, controllata la velocità e ripetuto per 2 minuti (10-15 ripetizioni). Una volta che il soggetto ha guadagnato sufficiente controllo della scapola durante i movimenti di elevazione dell'arto superiore, sono stati introdotti esercizi di controllo motorio specifici per il reclutamento muscolare (dopo 4-6 settimane). Questi esercizi richiedevano di mantenere un ottimale orientamento della scapola mentre si reclutava il serrato anteriore e il trapezio inferiore.

Il programma veniva ripetuto a casa due volte al giorno, per 10 settimane, con 5 appuntamenti di follow-up con il terapista, per assicurarsi che gli esercizi venivano eseguiti correttamente. Le tecniche di terapia manuale, come lo stretching del piccolo pettorale e il trattamento di Trigger Points sono state inserite quando necessario.

Per quanto riguarda gli outcome clinici si è verificato un miglioramento in termini di funzione e dolore dopo 10 settimane di trattamento. I partecipanti sani hanno mantenuto una piena funzione e non dolore. In particolare:

- SPADI score: si è verificato un miglioramento statisticamente significativo ($p < 0.001$) di 10 (± 7.4) punti (MCID=10 punti).
- Il dolore misurato su una scala VAS da 0 a 10: si è ridotto post-intervento di 3.4 punti (± 1.5).
- DASH: è migliorata di 9.2 (± 10.3).
- OSS: si è notato un piccolo miglioramento di 4.7 punti (± 4).
- FS-37: si è riscontrato un piccolo miglioramento di 3.8 (± 4.9).

I dati cinematici ed elettromiografici hanno mostrato alcune differenze significative tra i partecipanti sani e con SIS prima del trattamento, con miglioramenti dopo. Prima dell'intervento:

- EMG:
 - Timing di attivazione muscolare era significativamente ($p < 0.05$) ritardato rispetto ai controlli sani sia nel serrato anteriore (elevazione del braccio sul piano frontale $23.3^\circ \pm 16.6$ vs $14.3^\circ \pm 1.3$ e sul piano sagittale $26^\circ \pm 14.76$ vs $19.7^\circ \pm 4.5$) sia nel trapezio inferiore (piano frontale $29.8^\circ \pm 17.1$ vs $18.3^\circ \pm 7$ e piano scapolare $30.9^\circ \pm 17$ vs $20.4^\circ \pm 8.1$).
 - Precoce termine dell'attività di entrambi i muscoli durante l'abbassamento del braccio in tutti i piani (a parte il trapezio inferiore durante l'elevazione sul piano frontale). In media, il serrato anteriore termina di 24.2° prima nella fase di ritorno dall'elevazione. Le differenze nel termine del trapezio inferiore sono più modeste (15°), mentre nel trapezio medio e superiore non ci sono differenze.

- Cinematica:
 - mostrava una significativa riduzione del tilt posteriore nei soggetti sintomatici comparati con i controlli sani durante l'elevazione sul piano scapolare e frontale ($p < 0.05$) ma non in quello sagittale.
 - nell'upward rotation o rotazione interna non si sono riscontrate differenze. C'era tuttavia un trend generale nei soggetti con impingement di avere una minor upward rotation e un minor tilt posteriore a 90° di elevazione del braccio in tutti e 3 i piani di movimento.

Dopo il trattamento:

- EMG:
 - Il ritardo nell'attivazione muscolare si è significativamente ($p < 0.05$) ridotto per il serrato anteriore durante l'elevazione sul piano frontale e per il trapezio inferiore durante la flessione ed era vicino ad eguagliare il gruppo di controllo.
 - C'è stato anche un significativo ($p < 0.05$) aumento della durata di attivazione che eguaglia il gruppo di controllo sia nel serrato anteriore (nel ritorno dall'elevazione in tutti e 3 i piani) sia nel trapezio inferiore (nel piano scapolare e sagittale), con un maggiore aumento entrando nella fase di discesa dell'attività.
- Cinematica:
 - L'upward rotation è significativamente aumentata durante l'elevazione sul piano sagittale ($p < 0.05$), con una media di 4.8° a 90° di elevazione del braccio. L'incremento incontra quello dei partecipanti sani.
 - Il tilt posteriore è significativamente incrementato ($p < 0.05$) durante l'elevazione sul piano frontale, con un aumento maggiore a 90° di elevazione. Sebbene sia stato osservato un trend generale di un'aumentata upward rotation e un aumentato tilt posteriore nei movimenti dell'altro arto superiore, questi non sono stati trovati significativi.

Marzetti et al (2014) [53] (RCT a singolo cieco) hanno confrontato gli effetti di esercizi terapeutici neuro cognitivi (NCTE) su dolore e funzione comparati a esercizi terapeutici tradizionali (TTE) in pazienti con sindrome da impingement sub-acromiale. Sono stati reclutati 76 pazienti, divisi in due gruppi, con SIS di grado I di Neer, tendinopatia della cuffia dei rotatori senza lesione tendinee e/o borsiti sub-acromiali, con dolore presente negli ultimi 3 mesi.

Entrambi i gruppi sono stati sottoposti a 15 sessioni di trattamento (con frequenza trisettimanale, per 5 settimane), di un'ora di durata ognuno (di cui 5 minuti di warm-up e 5 di cool-down).

Il gruppo di esercizio terapeutico tradizionale (TTE), il cui scopo era recuperare la forza, la mobilità e l'elasticità, ridurre il dolore e promuovere il recupero funzionale, prevedeva:

- Esercizi di rinforzo della cuffia dei rotatori e dei muscoli stabilizzatori della scapola
- Esercizi di allungamento
- Esercizi pendolari di Codman
- Esercizi contro resistenza elastica

L'obiettivo del gruppo di esercizi terapeutici neuro cognitivi (NCTE) era di insegnare ai pazienti come controllare elementi patologici quale rigidità articolare, dolore, contrazione muscolare e atrofia muscolare, evitando compensi e come ricostruire e ripristinare movimenti armoniosi e funzionali.

Questa tipologia di esercizi prevedeva l'utilizzo di specifici strumenti quali un tavolo inclinato con un asse con cinque cerchi concentrici, tangenti in un punto e con un raggio che aumenta ogni volta di 7 cm, scacchiere, spugne di diversa consistenza e una tavola oscillante posizionata sul pavimento su dei rulli.

Il protocollo prevedeva complessivamente 10 esercizi: i primi 3 venivano eseguiti nelle prime fasi di trattamento, il secondo set di 4 esercizi era mirato a centrare la testa omerale nella glena durante i movimenti attivi e a inserire

il meccanismo di compensazione della scapola durante i movimenti dell'arto superiore e gli ultimi 3 esercizi puntavano a recuperare il massimo ROM.

L'esecuzione degli esercizi era facilitata dall'utilizzo dell'immagine motoria che il terapeuta poteva evocare in maniera corretta facendo sentire al paziente, prima, il movimento con il lato sano e poi chiedendogli di trasferire le caratteristiche dell'immagine motoria al lato affetto e fare un paragone tra i due. Gli esercizi sono stati eseguiti in tre diverse modalità: il primo grado prevedeva che il terapeuta facesse compiere il movimento e il paziente con gli occhi chiusi risolvesse il quesito motorio attraverso l'analisi delle diverse informazioni afferenti sensoriali. Nel secondo grado, il paziente con gli occhi chiusi, doveva attivamente risolvere il problema motorio. Infine, nel terzo grado la risoluzione del compito motorio richiedeva il controllo visivo. Ad esempio, il terapeuta ha chiesto al paziente di distinguere i cinque cerchi concentrici posizionati sul piano inclinato toccando la superficie con un dito. Il terapeuta poteva variare la posizione e l'inclinazione del piano in relazione al movimento articolare. In un altro esercizio si richiedeva di riconoscere le diverse consistenze delle spugne, che venivano posizionate sul bordo mediale della scapola, sulla spina della scapola, sulla clavicola e sull'arco coraco-acromiale. Durante l'esecuzione di questo compito, il paziente sedeva con il gomito flesso e l'avambraccio appoggiato un supporto instabile posizionato a terra su dei rulli.

Tutti i pazienti hanno completato il trattamento, ma 2 nel gruppo NCTE e 3 nel gruppo TTE non hanno partecipato al follow-up di 12 settimane, e due del gruppo TTE al follow-up di 24 settimane.

Per quanto concerne gli outcome primari:

- Quick-DASH ha mostrato una significativa riduzione dopo il trattamento in entrambi i gruppi ($F=34.25$, $P<0.0001$), con una significativa interazione time-by-group ($F=11.11$, $P<0.0001$), per via di un maggiore diminuzione del punteggio nel gruppo NTCE relativamente a quello TTE. Al follow-up di 24 settimane solo nel gruppo NTCE si è verificata una riduzione clinicamente significativa del punteggio.

- Constant-Murley non ha evidenziato differenze tra i due gruppi ($F=0.1972$; $P=0.6593$), con un significativo miglioramento dopo il trattamento in entrambi gli arti superiori ($F=36.39$; $P<0.0001$). Inoltre è stata osservata una significativa interazione time-to-group come risultato di un maggiore aumento del punteggio della Constant-Murley nel tempo nel gruppo NCTE relativamente al gruppo TTE ($F=9.249$, $P<0.0001$). Nel gruppo NCTE la media del punteggio è aumentata approssimativamente di 18 punti dalla baseline al follow-up di 24 settimane, mentre il gruppo TTE di 7 punti. Non essendoci un MCID definito per la Constant-Murley, non è stato possibile stabilire quale sia clinicamente significativo.
- VAS a riposo ha mostrato significative differenze tra i due gruppi al follow-up con un effetto del trattamento in favore del NCTE ($F=8.760$, $p=0.0035$). In aggiunta è stato determinato un significativo time-effect ($F=3.557$; $p=0.0164$) e un'interazione time-to-group ($F=3.590$; $p=0.0157$). La riduzione del punteggio VAS osservata nel gruppo NCTE dalla baseline alla fine del trattamento e al follow-up di 24 settimane era maggiore che nel MCID di questo strumento (1.3 punti), indicativo di un beneficio clinico sostanziale e di lunga durata. Al contrario, i pazienti assegnati al gruppo TTE non hanno manifestato significativi cambiamenti nella VAS in nessuna fase.
- VAS durante i movimenti non vi erano differenze tra i due gruppi a nessun time-point ($F=0.9160$; $p=0.3441$). Sono stati osservati un significativo time-effect ($F=17.53$; $p<0.0001$) e un'interazione time-to-group ($F=3.703$; $p=0.0136$), dovuto a una maggiore riduzione dello score nel gruppo NCTE rispetto al TTE. In entrambi i gruppi di trattamento, le differenze nella VAS tra la baseline e il follow-up a 24 settimane è clinicamente significativo, e in media di 3.5 punti nel gruppo NCTE e di 1,4 nel gruppo TTE.
- ASES score non mostrava significative differenze tra i due gruppi a nessun time-point ($F=0.4889$; $p=0.4883$), con un miglioramento dello score nel tempo in entrambi gli arti superiori ($F=24.26$; $p<0.0001$). Una significativa interazione time-to-group è stata osservata ($F=8.578$;

$p=0.001$), dovuto a un maggior aumento dello score nel gruppo NCTE rispetto al gruppo TTE. Nel gruppo NCTE, lo score ASES è aumentato approssimativamente di 26 punti dalla baseline e al follow-up a 24 settimane, che è maggiore del MCDI di questo strumento (12 punti). Invece nel gruppo TTE è stato osservato un miglioramento di 9.7 punti staticamente ma non clinicamente significativo.

- I complessivi maggiori miglioramenti indotti dal gruppo NCTE è stato rispecchiato dall'alto livello di soddisfazione con il trattamento espresso dai partecipanti che hanno ricevuto il trattamento neuro-cognitivo (Likert score: 4.3 ± 1.2) relativamente a chi ha ricevuto il trattamento tradizionale (Likert score: 3.9 ± 1.5 , $p=0.0393$).

Beaudreuil et al (2015) [54] (analisi secondaria di un RCT) hanno cercato di determinare se il dynamic humeral centring (DHC) agisce tramite un effetto sul meccanismo dell'impingement sub-acromiale, valutando il suo effetto sull'elevazione dolorosa del braccio in 69 soggetti con SIS. I soggetti, con dolore da più di un mese, positivi ad almeno due tra il test di Neer, Yocum e Hawkins, con una Constant score <80 e con ROM passivo completo, sono stati randomizzati in due gruppi: 34 nel gruppo intervento e 35 nel gruppo di controllo.

Il trattamento ha previsto 15 sessioni in 6 settimane più l'esecuzione di esercizi domiciliari. Il gruppo intervento DHC "dynamic humeral centring" consisteva nell'imparare ad abbassare la testa omerale durante l'abduzione passiva prima, e durante l'abduzione attiva poi, attraverso la contrazione del grande pettorale e del gran dorsale.

Il programma prevedeva:

Parte 1.

step 1: 10 minuti. Paziente disteso sul fianco o seduto. Massaggio dei tessuti molli del collo e della regione della spalla.

step 2: tempo quanto richiesto, fino a 20 minuti. Paziente disteso sul fianco o seduto. Stabilizzazione muscolare della scapola: contrazione degli adduttori di scapola, il braccio veniva progressivamente posizionato a gradi maggiori di abduzione.

Step 3: tempo quanto richiesto, fino a 20 minuti. Paziente seduto. Percezione dell'abbassamento della testa omerale mentre veniva passivamente abbassato il braccio.

Step 4: tempo quanto richiesto, fino a 20 minuti. Paziente seduto. Percezione e controllo della contrazione isometrica del gran pettorale e del gran dorsale.

Step 5: tempo quanto richiesto, fino a 20 minuti. Abbassamento attivo della testa omerale attraverso la contrazione del gran dorsale e gran pettorale durante l'abduzione passiva nel range non doloroso.

Esercizi a casa: braccio sul fianco, abbassamento attivo della testa omerale attraverso la contrazione del gran dorsale e gran pettorale, 10 ripetizioni, 3 volte al giorno.

Parte 2.

Step 1: 10minuti. Paziente disteso sul fianco o seduto. Massaggio dei tessuti molli del collo e della regione della spalla.

Step 2: tempo quanto richiesto, fino a 20 minuti. Paziente seduto. Abbassamento attivo della testa omerale attraverso la contrazione del gran dorsale e gran pettorale durante l'abduzione attiva fino i 90° con il gomito flesso.

Step 3: come il 2, solo con il gomito esteso.

Step 4: come il 3, solo con l'aggiunta di una piccola resistenza.

Esercizi a casa: abbassamento attivo della testa omerale attraverso la contrazione del gran dorsale e gran pettorale durante l'abduzione attiva fino a 110°, 10 ripetizioni, 3 volte al giorno.

Il gruppo di controllo era invece sottoposto a un programma di mobilizzazione attiva e passiva della spalla fuori dal ROM doloroso.

Nel dettaglio il programma prevedeva:

Parte 1.

step 1: 10 minuti. Paziente disteso sul fianco o seduto. Massaggio dei tessuti molli del collo e della regione della spalla.

Step 2: 20 minuti. Paziente supino, prono o sul fianco. Mobilizzazione passiva della scapola e della gleno-omerale fuori dal range doloroso: abduzione, flessione, estensione, rotazione interna ed esterna (10 ripetizioni ognuno).

Esercizi a casa: movimenti pendolari passivi, 3 volte al giorno.

Fase 2: 6-10 sessioni.

Step 1: sempre uguale.

Step 2: 20 minuti. Paziente disteso sul fianco o seduto. Mobilizzazione attiva della scapola e della gleno-omerale nel range non doloroso: abduzione,

flessione, estensione, rotazione esterna e rotazione interna. (10 ripetizioni ognuno).

Esercizi a casa: 10 flessioni attive del braccio posizionato in extrarotazione nel range non doloroso, 3 volte al giorno.

Parte 3. 11-15 sessioni

Step 1: Sempre uguale.

Step 2: 20minuti. Paziente seduto. Mobilizzazione attiva contro una lieve resistenza della scapola e della gelno-omero nel range non doloroso: abduzione, flessione, estensione, rotazione esterna e interna. (10 ripetizioni ognuno).

Esercizi a casa: 10 anteposizioni attive del braccio posizionato in rotazione esterna nel range non doloroso, 3 volte al giorno.

Nei risultati si è evidenziato che a 3 mesi, il ROM non doloroso della spalla, nel movimento attivo, sia in flessione che in abduzione è aumentato più nel gruppo DHC (mediata: 8 corrispondente al range 121°-150°), che nel gruppo mobilizzazione (Mediana: 6 corrispondente al range 91-120°). Questi cambiamenti sono maggiori dell'errore di misura.

Nel gruppo DHC meno pazienti (meno di 6) mostrano un arco doloroso durante la flessione attiva dell'arto, mentre in abduzione i due gruppi non differiscono.

Dilek et al (2016) [55] (RCT a singolo cieco) hanno valutato l'efficacia di esercizi propriocettivi su propriocezione della spalla, ROM, dolore, forza muscolare, funzionalità di pazienti con SIS. Sono stati reclutati 61 soggetti con diagnosi di SIS attraverso RMN e valutazione clinica (positività al test di Neer e al test di Hawkins) e randomizzati 31 nel gruppo intervento e 30 nel gruppo di controllo.

Per un periodo di 6 settimane, i pazienti sono stati sottoposti a 3 sessioni settimanali di fisioterapia (stimolazione elettrica nervosa transcutanea e impacchi caldi) e ad eseguire una scheda di esercizi, sia in ospedale che a casa una volta giorno.

Il programma di esercizi convenzionali consisteva in 3 fasi che erano applicate ad entrambi i gruppi.

Fase 1. Era una fase di massima protezione dell'articolazione che comprendeva il riposo attivo, esercizi per il recupero articolare (pendolarismi, mobilizzazione passiva o attiva-assistita con un bastone), stretch capsulare posteriore ed educazione del paziente per correggere le attività.

Una volta recuperato il ROM completo indolore, si passava alla seconda fase.

Fase 2. Sono stati dati esercizi di rinforzo per la cuffia dei rotatori (esercizi isometrici, con theraband, con pesi liberi), per gli stabilizzatori scapolari (esercizi di elevazione, press-up, push-up inseriti in un secondo momento), e per il deltoide.

La capacità di eseguire gli esercizi senza dolore, consentiva il passaggio alla terza fase.

Fase 3. L'obiettivo era quello di eseguire senza sintomi e senza restrizioni attività della vita quotidiana, lavoro, attività ricreative e sport. In questa fase le attività sono state progressivamente aumentate per preparare il paziente ad un ritorno alla piena funzionalità.

Al termine del trattamento veniva richiesto al paziente di continuare gli esercizi a casa per le successive 6 settimane e di tenere un diario durante lo studio.

Al gruppo di intervento veniva assegnato un programma aggiuntivo di esercizi propriocettivi diviso in 3 fasi.

Ogni esercizio veniva eseguito 10 volte di fila, con un conteggio di 5 ogni volta. Al paziente veniva inizialmente richiesto di eseguirli ad occhi aperti e successivamente ad occhi chiusi.

Fase 1. Esercizi di stabilizzazione statica .

1. Il paziente posiziona entrambe le mani sul lettino e mantiene la contrazione isometrica. (Figura 4, a sinistra)
2. Il paziente muove la mano dell'arto sintomatico al muro in senso orario. (Figura 4, a destra)



Figura 4. Esercizi di stabilizzazione statica in Dilek (2016) [55]

Fase 2. Esercizi di stabilizzazione dinamica.

1. Paziente in quadrupedica in posizione di push-up con entrambe le mani su una tavola instabile sul pavimento. Entrambe le mani muovono in 4 direzioni: avanti, indietro, destra e sinistra. (Figura 5. In alto a sinistra)
2. Rotazione al muro usando una palla. (Figura 5. A destra)
3. Paziente in quadrupedica in posizione di push-up con entrambe le mani su un cuscino in gommapiuma. Muove entrambe le mani in direzione anteriore e posteriore. (Figura 5. In basso a sinistra)



Figura 5. Esercizi di stabilizzazione dinamica in Dilek (2016) [55]

Fase 3. Stabilizzazione statica e dinamica su una mano.

1. Stabilizzazione scapolare con una mano sul pavimento. Il paziente mantiene la posizione quadrupedica con solo la mano del lato sintomatico appoggiata. (Figura 6, a sinistra)
2. Esercizio di stabilizzazione dinamica su una palla con una mano. (Figura 6, a destra)



Figura 6. Stabilizzazione statica e dinamica su una mano in Dilek (2016) [55]

In entrambi i gruppi si è verificato un significativo miglioramento nel ROM, punteggio del dolore, forza isometrica muscolare ad ogni angolo, senso di movimento a 0° di extrarotazione, ASES e WORC index score

($P < 0.05$). A 10° di extrarotazione la riproduzione del posizionamento passivo non ha mostrato significativi miglioramenti in entrambi i gruppi ($p > 0.05$). Nel gruppo di controllo, non c'è stata una significativa differenza nel senso di movimento a 10° di extrarotazione sia nella riproduzione del posizionamento passivo che attivo. Tuttavia questi parametri sono significativamente migliorati nel gruppo di intervento ($p < 0.05$).

A 12 settimane, non si sono riscontrate significative differenze tra i due gruppi ($p > 0.05$) in nessun parametro. Non è stata trovata una relazione significativa tra i gruppi e nel tempo nel caso della WORC, della forza isometrica in extrarotazione e a 20° di abduzione rispetto alla baseline.

L'analisi post-hoc della potenza è stata trovata inferiore al 50% per tutti i cambiamenti nel senso di cinestesia nella riproduzione del posizionamento attivo e passivo a 12 settimane.

3.2 INSTABILITA' DI SPALLA

Selezione degli studi

Con la stringa di ricerca tramite Pubmed sono stati ottenuti 16 record. A questi attraverso la funzione "similar articles" sono stati aggiunti 117 record, arrivando a un numero di 132 record (eliminando i duplicati). Sono stati esclusi 100 record dopo la lettura del titolo perché non rispondente allo scopo della revisione.

Nel dettaglio sono stati identificati 31 record che non rispondevano al criterio di eleggibilità per quanto concerne la popolazione (ovvero soggetti con diagnosi di instabilità multi-direzionale di spalla o instabilità anteriore di spalla o instabilità posteriore di spalla), di questi:

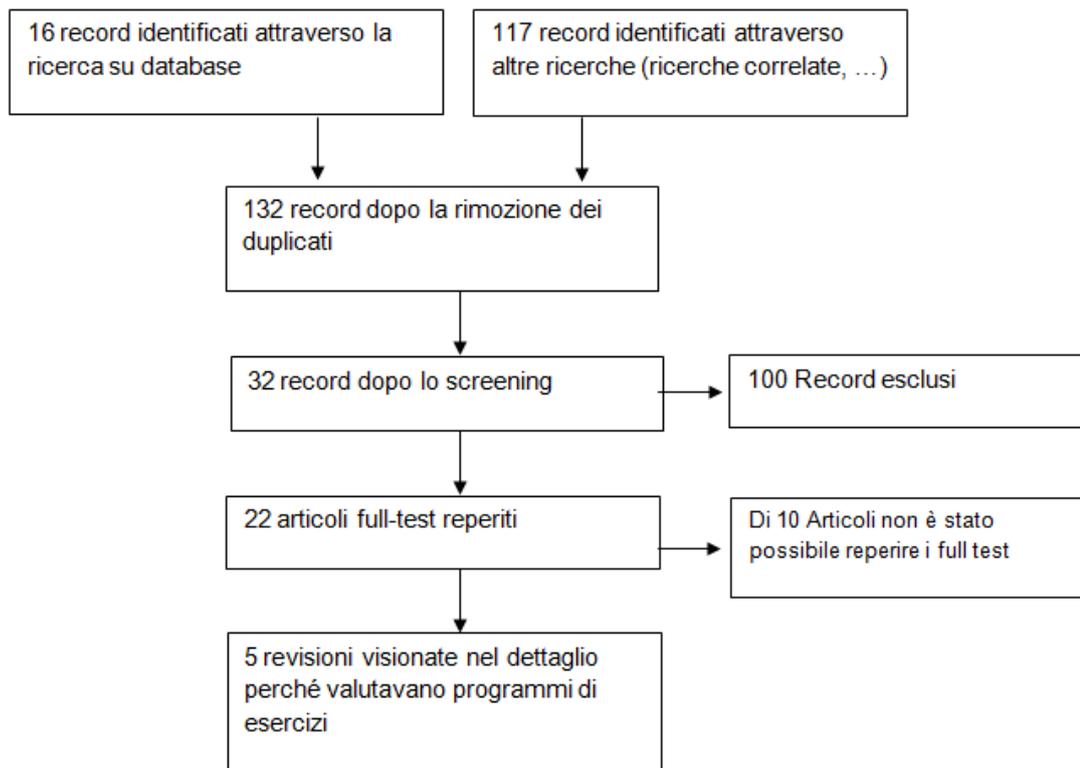
- Soggetti sani 2
- Capsulite adesiva 1
- Arto inferiore 3
- Sindrome da Impingement Subacromiale 1
- Animali 1
- Generico sulla spalla e su atleti 23

Altri 69 record non rispondevano al criterio di eleggibilità per quanto concerne il tipo di intervento (ovvero esercizi di controllo motorio e propriocezione) e nello specifico valutavano l'efficacia di:

- Chirurgia 47
- Terapia fisica 1
- Altri trattamenti 6
- Non si occupavano di protocolli di intervento, bensì di valutazioni 15

Dei restanti 32 record, di cui 28 erano revisioni, solo di 22 è stato possibile reperire il full-test. Sono stati letti i full-test delle revisioni che includevano esercizi nel trattamento dei quadri di instabilità di spalla, al fine di identificare altri articoli. Solo 5 rispondevano a questo criterio e di ognuna sono stati cercati gli articoli inclusi nella review.

L'intero processo di selezione degli studi viene riportato nella flow chart.



In particolare, per l'instabilità di spalla sono state visionate:

- Hayers K, Callanan M, Walton J, Paxinos A, Murrell GA. Shoulder Instability: Management and Rehabilitation. Clinical commentary. J Orthop Sports Phys Ther (October 2002) Volume 32, n 10. [56]
- Gibson K, Growse A, Korda L, Wray E, MacDermid JC. The effectiveness of Rehabilitation for Nonoperative Management of Shoulder Instability: A systematic review. J Hand Ther (2004) 17:229-242. [16]

Per l'instabilità anteriore:

- Karatsolis K, Athanasopoulos S. The role of exercise in the conservative treatment of the anterior shoulder dislocation. Clinical Management. Journal of Bodywork and Movement Therapies (2006) 10: 211-219. [57]

Per l'instabilità multidirezionale:

- Wright RW, Matava MJ. Treatment of multidirectional shoulder instability in the athlete. Operative Techniques in Sports Medicine (January 2002) vol 10, n 1: 33-39. [58]
- Warby SA, Pizzari T, Ford JJ, Hahne AJ, Watson L. The effect of exercise-based management for multidirectional instability of the glenohumeral joint: a systematic review. J Shoulder Elbow Surg (2014) 23: 128-142 [59]

La maggior parte dei protocolli per il trattamento conservativo dell'instabilità traumatica e atraumatica di spalla presenti nei clinical commentary [56,57,58] sono basati solo sul razionale fisiologico ed evidenze biologiche piuttosto che su trial clinici specifici.

Per quanto riguarda invece le revisioni sistematiche [16,59], è stato possibile reperire solo 4 full-test dei 14 studi inclusi nella revisione di Gibson [16] e 6 dei 7 articoli inclusi nella revisione di Warby [59].

In entrambe le revisioni, solo 4 studi [60,61,62,63 di cui 60 e 61 presenti in entrambe le revisioni] includono nel programma riabilitativo training neuromuscolare [60] ed esercizi che vadano a migliorare il joint position sense e a stimolare il corretto pattern di reclutamento dei muscoli periscapolari e gleno-omerali utilizzando specchi, tecniche di PNF, biofeedback e catena cinetica chiusa [61,62,63]. Tuttavia la mancata descrizione della tipologia degli esercizi e il loro inserimento in un programma di intervento più ampio, non fornisce elementi significativi ai fini della tesi e pertanto sono stati esclusi.

4. DISCUSSIONE

L'obiettivo dell'elaborato è stato quello di analizzare trasversalmente il ruolo degli esercizi di rieducazione propriocettiva e di controllo motorio nel percorso riabilitativo dei principali quadri patologici della spalla al fine di identificarne l'importanza, le modalità e l'efficacia.

Ad oggi pochi studi si sono occupati degli effetti di questa tipologia di esercizi nei quadri specifici di impingement sub-acromiale, tendinopatia della cuffia dei rotatori ed instabilità di spalla. La confusione nella diagnosi e la frequente associazione tra i due quadri non ha permesso un'analisi distinta tra la sindrome di impingement sub-acromiale e la tendinopatia della cuffia dei rotatori. Inoltre gli unici studi che rispondevano allo scopo della revisione riguardavano la sindrome da impingement sub-acromiale, mentre per l'instabilità di spalla (che sia uni o multi direzionale) non è stato identificato nessun articolo che fornisse elementi significativi all'indagine.

SINDROME DA IMPINGEMENT SUB-ACROMIALE E TENDINOPATIA DELLA CUFFIA DEI ROTATORI

Per quanto riguarda la sindrome da impingement sub-acromiale la ricerca in letteratura ha prodotto un numero limitato di studi riguardanti gli effetti di un programma di esercizi di controllo motorio (n4) e di propriocezione (n2).

Gli articoli revisionati sono molto eterogenei in termini di campione, di disegno di studio, di soggetti reclutati, di modalità di intervento.

Due studi [50, 52] hanno valutato gli effetti di un trattamento incentrato sul controllo della posizione e dell'orientamento scapolare abbinato a esercizi di rinforzo [50] e sull'eventuale utilizzo di tecniche di terapia manuale [52].

Le principali differenze tra i due articoli [50,52] riguardano il disegno di studio (rispettivamente single-subject study design e cross-sectional study), il

numero del campione (8 e 16 soggetti), l'età dei soggetti (46 ± 11 anni e $24,6\pm 1,6$) e il periodo di trattamento (4 e 10 settimane). In entrambi gli studi tuttavia si è verificato un miglioramento della funzionalità, una riduzione del dolore e una migliore cinematica scapolare immediatamente dopo l'intervento. Inoltre nello studio Roy [50] si è verificata la scomparsa dell'arco doloroso nella maggior parte dei partecipanti e un minor dolore nei test resistiti; risultati mantenuti e in alcuni casi anche migliorati al follow-up di 3 settimane, durante le quali veniva proseguito il programma di esercizi domiciliari. Questi risultati sebbene derivanti da studi con bassa qualità metodologica e vari bias forniscono dei risultati preliminari circa l'applicazione di questa tipologia di esercizi.

Per migliorare il controllo scapolare una possibile opzione terapeutica è l'utilizzo del biofeedback. Lo scopo è quello di andare a ridurre il reclutamento del trapezio superiore e facilitare quello del trapezio medio, inferiore e del serrato anteriore tramite un feedback visivo, favorendo così una corretta cinematica scapolare. In particolare il suo utilizzo è stato studiato su soggetti giovani (20-31anni) [51] e si è osservata una migliore performance con l'utilizzo del biofeedback durante esercizi di elevazione sul piano sagittale fino ai 120° e di extrarotazione con braccio addotto e paziente in decubito laterale. Per quanto riguarda l'esercizio di push-up con il paziente in quadrupedica non si sono verificati miglioramenti con l'utilizzo del biofeedback, probabilmente perché il tempo di training è stato troppo breve.

Inoltre per limitare il processo patogenetico della sindrome da impingement secondaria, si è visto essere efficace un programma di intervento di 6 settimane atto a stimolare il centramento dinamico della testa omerale (DHC). [54] Gli esercizi consistono nell'attivazione precoce del gran pettorale e del gran dorsale durante la flessione anteriore e l'abduzione dell'arto superiore. Agendo quindi sugli altri depressori della testa omerale, il DHC, rispetto a delle semplici mobilizzazioni passive e attive, migliora il ROM indolore in elevazione sul piano sagittale e frontale e riduce il numero di pazienti che presentano ancora un arco doloroso durante l'elevazione

dell'arto. Queste modifiche si mantengono a 3 mesi ma non al follow-up di un anno. Questi risultati sono stati ottenuti su un campione di 69 pazienti, divisi nei due gruppi di intervento e di controllo, di età media 58 anni, e con problematiche croniche.

Per quanto riguarda gli esercizi propriocettivi, solo due RCT, entrambi di buona qualità, li inseriscono all'interno di un programma di intervento nella sindrome da impingement sub-acromiale.

L'obiettivo della riabilitazione propriocettiva è quello di facilitare e massimizzare gli input sensoriali che aumentano il senso di posizione e di movimento articolare.

In particolare è stato selezionato uno studio [53] che ha indagato gli effetti della riabilitazione neuro-cognitiva (NCTE) che utilizza esercizi propriocettivi. La riabilitazione neuro-cognitiva è un approccio basato sulla stimolazione e sul miglioramento delle funzioni corticali superiori. Gli esercizi sono attività pianificate dal terapeuta come compiti propriocettivi o di problem-solving motori che il paziente deve risolvere utilizzando le funzioni corticali superiori. I pazienti devono selezionare le informazioni propriocettive più significative dall'interazione con specifici strumenti senza l'input visivo, estrarre le caratteristiche spaziali e integrarle in una rappresentazione mentale della forma dell'oggetto per poi guidare la contrazione muscolare e l'organizzazione del comportamento motorio.

Dallo studio Marzetti (2014) [53] è emerso che la riabilitazione neuro-cognitiva è efficace nel ridurre il dolore e migliorare la funzionalità in pazienti con sindrome da impingement sub-acromiale nello stadio I di Neer senza lesioni tendinee o borsiti sub-acromiali associate. Confrontata con un protocollo di esercizi tradizionali (TTE), entrambi i gruppi hanno mostrato miglioramenti rispetto alla baseline sia negli outcome primari che secondari, con l'eccezione della VAS a riposo che non è variata nel gruppo TTE. I cambiamenti nella Quick-DASH, Constant, ASES, VAS a riposo e durante i movimenti nel tempo sono maggiori nel gruppo NCTE che nel gruppo TTE.

Soprattutto questa modalità di trattamento comporta effetti clinicamente significativi, in quando sono maggiori del MCID.

Per cui l'approccio neuro-cognitivo è un'efficace strategia terapeutica che offre benefici precoci e che persistono nel tempo (valutati con un follow-up di 24 settimane). Gli autori sostengono inoltre che questo protocollo di intervento ripristina il controllo neuromuscolare e la propriocezione, che si traduce nel miglioramento della funzionalità della spalla e nella diminuzione del dolore per minimo 24 settimane; quindi tramite una valutazione secondaria e non diretta.

Risultati differenti sono stati trovati nello studio Dilek [55]. Le principali differenze tra i due studi riguardano:

- la tipologia dei pazienti: rispetto allo studio Marzetti, in Dilek non sono stati esclusi pazienti con borsiti e lesioni parziali/totali della cuffia dei rotatori;
- gli outcome: in Dilek vengono valutati come outcome primari la cinestesia, il riposizionamento attivo e passivo (non valutati in Marzetti), e riportati come secondari ASES, WORK, VAS a riposo, di notte, durante le ADL, ROM, forza isometrica;
- l'intervento: in nessuno dei due studi viene descritto dettagliatamente il protocollo di esercizi per il gruppo di controllo, in Dilek i due gruppi si sottopongono allo stesso programma di esercizi, con l'aggiunta di esercizi propriocettivi specifici nel gruppo di intervento.

Sono stati riscontrati miglioramenti nella propriocezione e nella cinestesia in entrambi i gruppi, sebbene nel gruppo di controllo non siano stati assegnati esercizi propriocettivi. Gli autori pensano che gli esercizi propriocettivi in aggiunta a un programma di riabilitazione convenzionale non sembra avere effetti aggiuntivi positivi su dolore, ROM, forza muscolare e funzione.

Una possibile spiegazione sta nel fatto che l'attività aumentata dei nocicettori in una spalla dolorosa esclude l'input propriocettivo, ipotizzato da Safran et al [64] che ha dimostrato la cinestesia alterata in soggetti con tendinopatia della cuffia dei rotatori. Quindi il programma di terapia convenzionale potrebbe essere efficace nel migliorare il senso di movimento attraverso la riduzione

del dolore. D'altra parte, il rinforzo della cuffia dei rotatori e la stabilizzazione della muscolatura scapolare con esercizi in catena cinetica aperta e chiusa nella terapia convenzionale può aver aumentato il numero di fusi neuromuscolari attivati. Il carico di tensione dei recettori articolari potrebbe anche risultare nell'aumento di input ai meccanocettori nella capsula articolare e nei legamenti. Di conseguenza, la stimolazione di meccanocettori articolari e muscolari in questi esercizi potrebbe aver fornito informazioni propriocettive e di stabilizzazione articolare riflessa.

Il gruppo con gli esercizi propriocettivi, sebbene non statisticamente significativo, mostra migliori modificazioni nella cinestesia, nella riproduzione del posizionamento attivo e passivo in confronto al gruppo di controllo.

Quello che comunque emerge da entrambi gli studi [54,56] è l'efficacia di un programma di esercizi terapeutici nel trattamento conservativo della sindrome da impingement sub-acromiale e nella tendinopatia della cuffia dei rotatori; risultati confermati anche da altri studi [65-66-67-68] e revisioni [69-70-71-72].

INSTABILITÀ GLENO-OMERALE

Sebbene siano presenti in letteratura scientifica numerosi protocolli per il trattamento conservativo di instabilità di spalla sia traumatica che atraumatica, la maggior parte di essi è basata solamente su razionali fisiologici e biologici, invece che essere il risultato di specifici trial clinici; questo riflette la povertà di evidenze in merito. [16]

Il trattamento conservativo è considerato una delle opzioni di prima linea per l'instabilità unidirezionale, specialmente per i soggetti che presentano un unico evento di dislocazione.

I risultati della revisione sistematica [16] dimostrano un'evidenza debole ma positiva a favore dell'esercizio terapeutico, in particolare nel ridurre la ricorrenza, promuovere il ritorno alle attività lavorative e sportive e nel ridurre la sintomatologia associata all'instabilità. Diversamente, la chirurgia

rappresenta la soluzione maggiormente efficace per la riduzione della ricorrenza di instabilità, in particolare in soggetti con una storia di numerose lussazioni, al di sotto dei 30 anni di età (Level II evidence) [16].

I clinical commentary [56,57] e i risultati della revisione [16] concordano su un programma riabilitativo preceduto da un periodo di immobilizzazione in tutore di 3-4 settimane [16, 57], seguito da un programma di esercizi di rinforzo (prima isometrico, poi concentrico ed infine eccentrico) per la muscolatura della cuffia dei rotatori, del deltoide e della muscolatura periscapolare (in particolare rivolto alla coppia trapezio-serrato anteriore, all'elevatore della scapola, ai romboidi). [56, 16, 57]

A questo si aggiungono esercizi di stabilizzazione e di controllo motorio gleno-omerale e scapolo-toracico con l'eventuale utilizzo di un biofeedback, attraverso esercizi in catena cinetica chiusa, stabilizzazione ritmica e in una fase avanzata esercizi pliometrici, PNF, isocinetici. [16-57]

Il trattamento comunemente raccomandato per l'instabilità multidirezionale è anch'esso di tipo conservativo, con maggiore enfasi ad un approccio basato sull'esercizio terapeutico. Ciò si basa sull'idea che il rinforzo della cuffia dei rotatori possa compensare la mancanza di stabilità passiva e assistere la spalla nel controllo del movimento attivo. L'intervento chirurgico, che spesso consiste in uno Shift capsulare inferiore, può essere indicato nei soggetti che non hanno tratto beneficio dal trattamento conservativo. Tuttavia, gli outcome a lungo termine dell'approccio chirurgico su questo tipo di instabilità non sono ancora conosciuti. Perciò, considerando l'importante ruolo ricoperto dalla muscolatura nella stabilità di spalla e tenendo presente che un pattern muscolare non efficace è un fattore contribuente all'instabilità, la riabilitazione è da considerare il trattamento d'elezione [59].

Pertanto analizzando i vari protocolli proposti nei clinical commentary [56,58], nelle revisioni [59] e negli studi [61-62-63] i due pilastri del trattamento per l'instabilità di spalla sono:

- un progressivo rinforzo e allenamento alla resistenza (endurance) della muscolatura della cuffia dei rotatori, del deltoide e degli stabilizzatori scapolari;
- l'inserimento di input propriocettivi per migliorare il joint position sense, l'utilizzo di specchi e biofeedback, esercizi funzionali che richiedano una coordinazione tra i vari gruppi muscolari, esercizi di riposizionamento dell'articolazione, tecniche PNF, esercizi in catena cinetica chiusa, esercizi pliometrici utilizzati per il ripristino di normali pattern di attività muscolare in soggetti con instabilità di spalla e di meccanismi propriocettivi.

5. CONCLUSIONE

Il sistema sensori-motorio risulta essere fondamentale nel garantire la coordinazione tra vincoli meccanici e dinamici nella stabilità funzionale della spalla. Una lesione articolare, non solo distrugge i vincoli meccanici ma colpisce anche il sistema sensori-motorio.

Data la scarsità e l'eterogeneità degli studi attualmente presenti in letteratura non è possibile stabilire con precisione il ruolo degli esercizi di rieducazione propriocettiva e di controllo motorio nel percorso riabilitativo dei principali quadri patologici della spalla.

Nell'instabilità di spalla questa tipologia di esercizi sembrerebbe ricoprire un ruolo di primaria importanza in quanto la mancanza di stabilità passiva richiede un compenso da parte degli stabilizzatori attivi e un maggior controllo del movimento. Attualmente vi è un'evidenza debole ma positiva a favore dell'esercizio terapeutico, in particolare nel ridurre la ricorrenza, promuovere il ritorno alle attività lavorative e sportive e nel ridurre la sintomatologia associata all'instabilità. Tuttavia non sono presenti specifici trial clinici che indagano gli effetti di un programma di esercizi propriocettivi, di controllo motorio e neuro-cognitivi. Vi è pertanto la necessità di condurre ulteriori studi che confrontino questo programma ad altre tipologie di esercizi, con follow-up sufficientemente lunghi da poter valutare se questi vadano ad incidere sul verificarsi delle recidive, che riportino come misure di outcome la valutazione della propriocezione oltre che indicatori clinici, con una descrizione più dettagliata del protocollo di intervento, che specifichi tempistiche, numero di ripetizioni, esecuzione pratica del movimento.

Per quanto concerne la sindrome da impingement secondaria associata o meno a tendinopatia della cuffia dei rotatori ciò che emerge è l'efficacia dell'esercizio terapeutico nel trattamento conservativo di questi quadri. Un programma di esercizi tradizionali indirizzato a ridurre infiammazione e dolore, al ritorno ad un range di movimento completo, ad un'adeguata elasticità dei tessuti molli e ad un ripristino della forza muscolare

potrebbe essere sufficiente per il ritorno ad attività della vita quotidiana normali. Un programma di esercizi propriocettivi sembrerebbe non dare effetti aggiuntivi in termini di dolore, ROM, forza muscolare e funzionalità in questi casi, tuttavia nella gestione del ritorno ad attività sportive o comunque ad attività con alte richieste funzionali della spalla, potrebbero assumere un ruolo fondamentale (sebbene manchino trial clinici che lo confermino).

Quindi, un programma di esercizi propriocettivi rappresenta ad oggi una valida opzione terapeutica nel trattamento di questi quadri in quanto si è dimostrato essere efficace nel ridurre la sintomatologia dolorosa e migliorare la propriocezione.

Si evince inoltre la crescente attenzione all'articolazione scapolo-toracica, il cui trattamento non mira solo al rinforzo della muscolatura periscapolare, ma alla correzione di eventuali pattern di attivazione muscolare sbagliati, al miglioramento della cinematica e questo avviene attraverso esercizi di controllo motorio e l'eventuale utilizzo di biofeedback. Sono necessari tuttavia altri studi per comprovarne l'efficacia e che definisca con precisione le modalità di trattamento.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Myers JB, Wassinger CA, Lephart SM. Sensorimotor contribution to shoulder stability: effect of injury and rehabilitation. *Manual Therapy* (2006) 11:197–201.
2. Massengill AD, Seeger LL, Yao L, Gentili A, Shnier RC, Shapiro MS, Gold RH. Labrocapsular ligamentous complex of the shoulder: normal anatomy, anatomic variation, and pitfalls of MR imaging and MR arthrography. *Radiographics* (1994) 14:1211-1223.
3. Inman VT, Saunders JB, Abbott LC. Observations of the function of the shoulder joint, 1944. *Clin Orthop Relat Res.* (1996) 330:3–12. In: Myers JB, Lephart SM. *The Role of the Sensorimotor System in the Athletic Shoulder.* *Journal of Athletic Training* (2000) 35(3):351-363.
4. Ho CP. Applied MRI anatomy of the shoulder. *J Orthop Sports Phys Ther* (1993) 18: 351.
5. Neumann DA. *Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for rehabilitation.* 6th edition, St. Louis, Mo: Mosby Elsevier, 2010.
6. Kido T, Itoi E, Konno N, Sano A, Urayama M, Sato K. The depressor function of biceps on the head of the humerus in shoulders with tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg [Br]* (2000) 82B:416-419.
7. Myers JB, Lephart SM. The role of the sensorimotor system in the athletic shoulder. *J Athl Train.* (2000);35(3):351–363.
8. Stillman BC. Making sense of proprioception: The meaning of proprioception, kinaesthesia and related terms. *Physiotherapy* (2002) 88, 11, 667-646.
9. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part 2: the role of proprioception in motor control and functional joint stability. *Journal of Athletic Training* (2002)b: 37(1):80–4.

10. Lephart SM, Warner JP, Borsa PA, Fu FH. Proprioception of the shoulder joint in healthy, unstable, and surgically repaired shoulders. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* (1994) 3(6): 371–80.
11. Jerosch J, Steinbeck J, Clahsen H, Schmitz-Nahrath M, Grosse-Hackmann A. Function of the glenohumeral ligaments in active stabilisation of the shoulder joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (1993) 1: 152–158.
12. Smith RL, Brunolli J. Shoulder kinesthesia after anterior glenohumeral dislocation. *Phys Ther* (1989) 69:106-112.
13. Vangsness CT, Ennis M, Taylor JG, Atkinson R. Neural anatomy of the glenohumeral ligaments, labrum, and subacromial bursa. *Arthroscopy* (1995) 11(2):180–4.
14. Newton RA. Joint receptor contributions to reflexive and kinesthetic responses. *Phys Ther* (1982) 62, 22–29.
15. Gandevia SC, McCloskey DI, Burke D. Kinaesthetic signals and muscle contraction. *Trends Neurosci* (1992) 15, 42–45.
16. Gibson K, Growse A, Korda L, Wray E, MacDermid J. The Effectiveness of Rehabilitation for Nonoperative Management of Shoulder Instability: a systematic review. *J Hand Ther* (2004) 17:229–242.
17. Milgrom C, Mann G, Finestone A. A prevalence study of recurrent shoulder dislocations in young adults. *J Shoulder Elbow Surg* (1998) 7:621-624.
18. McBride T, Kalogrianitis S. Dislocations of the shoulder joint. *Trauma* (2012) 14:47–56.
19. Van Tongel A, Rosa F, Heffernan G, Levy O, Sforza G. Long-term result after traumatic anterior shoulder dislocation: what works best? *Musculoskelet Surg* (2011) 95 (Suppl 1): S65–70.
20. Zuckerman JD, Gallagher MA, Cuomo F, Rokito A. The effect of instability and subsequent anterior shoulder repair on proprioceptive ability. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* (2003) 12(2): 105–9.

21. Barden JM, Balyk R, Raso VJ, Moreau M, Bagnall K. Dynamic upper limb proprioception in multidirectional shoulder instability. *Clinical Orthopaedics and Related Research* (2004) 420:181–9.
22. Lephart SM, Henry TJ. The physiological basis for open and closed kinetic chain rehabilitation for the upper extremity. *J Sport Rehab* (1996) 5:71–87.
23. Tibone JE, Fechter J, Kao JT. Evaluation of a proprioception pathway in patients with stable and unstable shoulders with cortical evoked potentials. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* (1997) 6(5): 440–3.
24. Kronberg M, Brostrom LA, Nemeth G. Differences in shoulder muscle activity between patients with generalized joint laxity and normal controls. *Clinical Orthopaedics* (1991) 269:181–92.
25. McMahon PJ, Jobe FW, Pink MM, Brault JR, Perry J. Comparative electromyographic analysis of shoulder muscles during planar motions: anterior glenohumeral instability versus normal. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* (1996) 5(2 Pt 1):118–23.
26. Glousman R, Jobe F, Tibone J, Moynes D, Antonelli D, Perry J. Dynamic electromyographic analysis of the throwing shoulder with glenohumeral instability. *Journal of Bone and Joint Surgery of America* (1988) 70(2):220–6.
27. Myers JB, Ju YY, Hwang JH, McMahon PJ, Rodosky MW, Lephart SM. Reflexive muscle activation alterations in shoulders with anterior glenohumeral instability. *American Journal of Sports Medicine* (2004) 32(4):1013–21.
28. Hanratty CE, McVeigh JG, Kerr DP, Basford JR, Finch MB, Pendleton A, Sim J. The Effectiveness of Physiotherapy Exercises in Subacromial Impingement Syndrome: A Systematic Review and Meta Analysis. *Semin Arthritis Rheum* (2012) 42: 297-316.
29. Kelly SM, Wrightson PA, Meads CA. Clinical outcomes of exercise in the management of subacromial Impingement syndrome: a systematic review. *Clinical Rehabilitation* (2010) 24:99–109.

30. Machner A, Merk H, Becker R, Rohkohl K, Wissel H, Pap G. Kinesthetic sense of the shoulder in patients with impingement syndrome. *Acta Orthop Scand* (2003) 74(1): 85–8.
31. Sole G, Osborne H, Wassinger C. The effect of experimentally-induced subacromial pain on Proprioception. *Manual Therapy* (2015) 20: 166-170.
32. Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther* (2000) 80(3): 276–91.
33. Reddy AS, Mohr KJ, Pink MM, Jobe FW. Electromyographic analysis of the deltoid and rotator cuff muscles in persons with subacromial impingement. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* (2000) 9(6): 519–23.
34. Kelly BT, Williams RJ, Cordasco FA, Backus SI, Otis JC, Weiland DE, Altchek DW, Craig EV, Wickiewicz TL, Warren RF. Differential patterns of muscle activation in patients with symptomatic and asymptomatic rotator cuff tears. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* (2005) 14(2):165–71.
35. Myers JB, Hwang JH, Pasquale MR, Rodosky MW, Ju YY, Lephart SM. Shoulder muscle coactivation alterations in patients with subacromial impingement. Paper presented at American College of Sports Medicine Annual Meeting (2003) San Francisco, CA. In: Myers JB, Wassinger CA, Lephart SM. *Sensorimotor contribution to shoulder stability: effect of injury and rehabilitation*. *Manual Therapy* (2006) 11:197–201
36. Larsen CM, Juul-Kristensen B, Olsen HB, Holtermann A, Sogaard K. Selective activation of intra-muscular compartments within the trapezius muscle in subjects with Subacromial Impingement Syndrome. A case-control study. *Journal of Electromyography and Kinesiology* (2014) 24: 58–64.
37. Rajaratnam BS, Goh JCH, Kumar PV. Control strategies to re-establish glenohumeral stability after shoulder injury. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation* (2013) 5:26.

38. Factor D, Dale B. Current concepts of rotator cuff tendinopathy. *The International Journal of Sports Physical Therapy* (2014) 9(2): 274.
39. Littlewood C, Malliaras P, Mawson S, May S, Walters SJ. Self managed loaded exercise versus usual physiotherapy treatment for rotator cuff tendinopathy: a pilot randomised controlled trial. *Physiotherapy* (2014) 100:54–60.
40. Littlewood C, Ashton J, Larsen KC, May S, Sturrock B. . Exercise for rotator cuff tendinopathy: a systematic review. *Physiotherapy* (2012) 98: 101–109.
41. Anderson VB, Wee E. Impaired Joint Proprioception at Higher Shoulder Elevations in Chronic Rotator Cuff Pathology. *Arch Phys Med Rehabil* (July 2011) Vol 92.
42. Maenhout AG, Palmans T, De Muynck M, De Wilde LF, Cools AM. The impact of rotator cuff tendinopathy on proprioception, measuring force sensation. *J Shoulder Elbow Surg* (2012) 21: 1080-1086.
43. Luime JJ, Koes BW, Hendriksen IJ, Burdorf A, Verhagen AP, Miedema HS, et al. Prevalence and incidence of shoulder pain in the general population; a systematic review. *Scand J Rheumatol* (2004) 33: 73-81.
44. Winters JC, Sobel JS, Groenier KH, Arendzen JH, Meyboom-de Jong B. The long-term course of shoulder complaints: a prospective study in general practice. *Rheumatology* (1999) 38: 160-3.
45. Linsell L, Dawson J, Zondervan K, Rose P, Randall T, Fitzpatrick R, et al. Prevalence and incidence of adults consulting for shoulder conditions in UK primary care; patterns of diagnosis and referral. *Rheumatology* (2006) 45: 215-21.
46. Lubiatowski P, Ogradowicz P, Wojtaszek M, Kaniewski R, Stefaniak J, Dudzin'ski W, Romanowski L. Measurement of active shoulder proprioception: dedicated system and device. *Eur J Orthop Surg Traumatol* (2013) 23:177–183.
47. Breckenridge JD, McAuley JH. Shoulder Pain and Disability Index (SPADI). *J Physiother* (2011) 57(3): 197.

48. de Witte PB, Henseler JF, Nagels J, Vliet Vlieland TP, Nelissen RG. The Western Ontario rotator cuff index in rotator cuff disease patients: a comprehensive reliability and responsiveness validation study. *Am J Sports Med* (2012 Jul) 40(7):1611-9.
49. Razmjou H, Bean A, MacDermid JC, van Osnabrugge V, Travers N, Holtby R. Convergent Validity of the Constant -Murley Outcome Measure in Patients with Rotator Cuff Disease. *Physiother Can.* (2008 winter) 60(1): 72–79.
50. Roy JS, Moffet H, Hébert LJ, Lirette R. Effect of motor control and strengthening exercises on shoulder function in persons with impingement syndrome: a single-subject study design. *Manual Therapy* (2009) 14:180-188.
51. Huang HY, Lin JJ, Guo YL, Wang WRJ, Chen YJ. EMG biofeedback effectiveness to alter muscle activity pattern and scapular kinematics in subjects with and without shoulder impingement. *Journal of Electromyography and Kinesiology* (2013) 23: 267-274.
52. Worsley P, Warner M, Mottram S, Gadola S, Veeger HEJ, Hermens H, Morrissey D, Little P, Cooper C, Carr A, Strokes M. Motor control retraining exercises for shoulder impingement: effect on function, muscle activation and biomechanics in young adults. *J Shoulder Elbow Surg* (2013) 22: e11-e19.
53. Marzetti E, Rabini A, Piccinini G, Piazzini DB, Vulpiani MC, Vetrano M, Specchia A, Ferriero G, Bertolini C, Saraceni VM. Neurocognitive therapeutic exercise improve pain and function in patients with shoulder impingement syndrome: a single-blind randomized controlled clinical trial. *Eur J Phys Rehabil Med* (2014) 50:255-264.
54. Baudreuil J, Lasbleiz S, Aout M, Vicaut E, Yelnik A, Bardin T, Orcel P. Effect of dynamic humeral centring (DHC) treatment on painful active elevation of the arm in subacromial impingement syndrome. Secondary analysis of data from an RCT. *Br J Sports Med* (2015) 49:343-346.

55. Dilek B, Gulbahar S, Gundogdu M, Ergin B, Manisali M, Ozkan M, Akalin E. Efficacy of proprioceptive exercises in patients with subacromial impingement syndrome: a single-blinded randomized controlled study. *Am J Phy Med Rehabil* (2016) 95(3):169-82.
56. Hayers K, Callanan M, Walton J, Paxinos A, Murrell GA. Shoulder Instability: Management and Rehabilitation. Clinical commentary. *J Orthop Sports Phys Ther* (October 2002) Volume 32, n 10.
57. Karatsolis K, Athanasopoulos S. The role of exercise in the conservative treatment of the anterior shoulder dislocation. Clinical Management. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* (2006) 10: 211-219.
58. Wright RW, Matava MJ. Treatment of multidirectional shoulder instability in the athlete. *Operative Techniques in Sports Medicine* (January 2002) vol 10, n 1: 33-39.
59. Warby SA, Pizzari T, Ford JJ, Hahne AJ, Watson L. The effect of exercise-based management for multidirectional instability of the glenohumeral joint: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg* (2014) 23: 128-142.
60. Tillander B, Lysholm M, Norlin R. Multidirectional hyperlaxity of the shoulder: results of treatment. *Scand J Med Sci Sports* (1998) 8: 421-5.
61. Kiss J, Damrel D, Mackie A, Neumann L, Wallace WA. Non-operative treatment of multidirectional shoulder instability. *Int Orthop* 2001;24:354-7.
62. Illyés A, Kiss J, Kiss RM. Electromyographic analysis during pull, forward punch, elevation and overhead throw after conservative treatment or capsular shift at patient with multidirectional shoulder joint instability. *J Electromyogr Kinesiol* (2009) 19:e438-47.
63. Kiss RM, Illyés A, Kiss J. Physiotherapy vs. capsular shift and physiotherapy in multidirectional shoulder joint instability. *J Electromyogr Kinesiol* (2010) 20:489-501.

64. Safran MR, Borsa PA, Lephart SM, Fu FH, Warner JJP. Shoulder proprioception in baseball pitchers. *J Shoulder Elbow Surg* (2001) 10:438-44.
65. Bang MD, Deyle GD. Comparison of Supervised Exercise With and Without Manual Physical Therapy for Patients With Shoulder Impingement Syndrome. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* (2000) 30(3):126-137.
66. Kromer TO, de Bie RA, Bastiaenen CHG. Effectiveness of individualized physiotherapy on pain and functioning compared to a standard exercise protocol in patients presenting with clinical signs of subacromial impingement syndrome. A randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders* (2010) 11:114.
67. Walther M, Werner A, Stahlschmidt T, Woelfel R, Gohlke F. The subacromial impingement syndrome of the shoulder treated by conventional physiotherapy, self-training, and a shoulder brace: Results of a prospective, randomized study. *J Shoulder Elbow Surg* (2004) 13:417–23.
68. Tate AR, McClure PW, Young IA, Salvatori R, Michener LA. Comprehensive Impairment-Based Exercise and Manual Therapy Intervention for Patients With Subacromial Impingement Syndrome: A Case Series. *J Orthop Sports Phys Ther* (2010) 40(8):474-493.
69. Kuhn JE. Exercise in the treatment of rotator cuff impingement: A systematic review and a synthesized evidence-based rehabilitation protocol. *J Shoulder Elbow Surg* (2009) 18, 138-160.
70. Michener LA, Walsworth MK, Burnet EN. Effectiveness of Rehabilitation for Patients with Subacromial Impingement Syndrome: A Systematic Review. *J HAND THER* (2004) 17:152–164.
71. Kromer TO, Tautenhahn UG, de Bie RA, Staal JB, Bastiaenen CHG. Effects of Physiotherapy in Patients with Shoulder Impingement Syndrome: a Systematic Review of Literature. *J Rehabil Med* (2009) 41: 870–880.

72. Grant HJ, Arthur A, Pichora DR. Evaluation of Interventions for Rotator Cuff Pathology: A Systematic Review. J HAND THER (2004) 17:274–299.