UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA

Corso di Laurea in Fisioterapia

Studio di efficacia dell'esercizio propriocettivo negli esiti di chirurgia della cuffia dei rotatori

Relatore: Chiar.ma Dott.ssa
Giovanna Censi

Tesi di Laurea di:
Sofia Benedetti

Correlatori: Dott. e Dott.ssa
Luciano Sabbatini
Valeria Chiappa

A.A. 2022/2023

INDICE

INTRODUZIONE 1

CAPITOLO I: ANATOMIA E BIOMECCANICA DELLA SPALLA 2

1.1 Complesso Articolare della Spalla 2

1.1.1 Articolazione Sterno-Claveare (SC) 2

1.1.2 Articolazione Acromion-Claveare (AC) 4

1.1.3 Articolazione Gleno-Omerale (GO) o Scapolo-Omerale 5

1.1.4 Articolazione Scapolo-Toracica 9

1.1.5 Articolazione Sottodeltoidea e Borse Tendinee 11

1.2 Sistema Muscolare della Spalla 13

1.2.1 Muscoli Stabilizzatori Prossimali 14

1.2.2 Muscoli Mobilizzatori Distali 15

1.3 Principi di Osteocinematica ed Artrocinematica 18

1.3.1 Movimenti di Flessione ed Estensione 19

1.3.2 Movimenti di Abduzione e Adduzione 19

1.3.3 Movimenti di Extrarotazione ed Intrarotazione 20

1.3.4 Movimenti sul Piano Orizzontale e di Circonduzione 21

1.4 Ritmo Scapolo-Omerale 22

CAPITOLO II: LESIONE DI CUFFIA DEI ROTATORI 26

2.1 Epidemiologia ed Eziopatogenesi 26

2.1.1 Fattori di Rischio Intrinseci 27

2.1.2 Fattori di Rischio Estrinseci 28

2.2 Classificazione delle Lesioni 30

2.3 Valutazione Clinica della Spalla 32

2.3.1 Anamnesi 33

2.3.2 Esame Obiettivo 35

2.3.3 Indagini Strumentali 37

2.4 Modalità di intervento 39
2.4.1 Terapia Conservativa 40
2.4.2 Terapia Chirurgica 42

CAPITOLO III: RIABILITAZIONE POST-OPERATORIA 45
3.1 Protocollo Riabilitativo Tradizionale Post-Intervento 45
3.2 Obiettivi 47
3.3 Meccanismi di Stabilizzazione GO 47
3.3.1 Esercizi Isometrici 48
3.3.2 Esercizi di Mobilità Passiva e Attiva 50
3.3.3 Rinforzo Muscolare 52
3.4 Stretching e Tecniche di Terapia Manuale 54
3.5 Cenni di Fisiologia della Propriocezione 56
3.5.1 Esercizi Propriocettivi 60

CAPITOLO IV: CONTRIBUTO SPERIMENTALE 61
4.1 Disegno di Studio 61
4.1.1 Obiettivi dello Studio Sperimentale 61
4.2 Materiali e Metodi 61
4.2.1 Criteri di Inclusione 66
4.2.2 Criteri di Esclusione 66
4.2.3 Indicatori di Risultato 66
4.2.4 Misure di Outcome 67
4.2.5 Timing 71
4.3 Analisi dei Risultati 72
4.4 Discussione 85
4.5 Conclusioni 88

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA 89

INTRODUZIONE

Osservando la spalla nel suo insieme, sia dal punto di vista anatomico che funzionale, emerge la sua importanza nell'orientamento dell'arto superiore nello spazio, al fine di esplorare e ricercare (attività di reaching), scoprire ed apprendere il mondo esterno.

Alla luce di quanto introdotto, è di facile intuizione l'impatto di un qualsiasi danno a carico del complesso scapolo-omerale sulla qualità di vita delle persone che ne vengono colpite; in particolar modo si evidenzia una limitazione nelle azioni di vita quotidiana e non solo, sono comprese anche le attività ricreative e lavorative, tanto da causare disabilità temporanea o permanente. Ciò di conseguenza può comportare sedentarietà, assenteismo in ambito sportivo e/o lavorativo, e quindi un aumento del rischio di disoccupazione ed elevati costi sociosanitari. Più nello specifico, le lesioni di cuffia dei rotatori (LCR) si classificano, successivamente alla lombalgia, al secondo posto tra le patologie muscolo-scheletriche più comuni: diversi studi hanno dimostrato che si riscontra in quasi il 30% della popolazione di 50-70 anni. Si tratta di una condizione patologica trasversale che coinvolge molteplici fasce d'età, prevalentemente soggetti anziani che spesso vanno incontro ad un aggravamento del quadro clinico legato al processo d'invecchiamento (quali lesioni parziali o massive, calcificazioni, ecc.), ma allo stesso tempo per eventuali traumi e/o cause associate allo stile di vita si può verificare anche in atleti di livello amatoriale o agonistico fino alla persona adulta.

La LCR si associa a dolore, debolezza muscolare, paura e limitazione nel movimento funzionale. Inoltre, la ricerca si sta spostando sugli effetti che questa malattia muscolo-scheletrica provoca sui fattori neurali periferici e centrali, e soprattutto nel campo della propriocezione. Quest'ultima è essenziale in tutte le attività quotidiane e professionali, interviene nella coordinazione e modulazione delle contrazioni muscolari e nella stabilità articolare. Questo progetto di tesi è stato ideato dalla volontà di verificare l'efficacia di un allenamento propriocettivo svolto in autonomia dal paziente a domicilio nel miglioramento degli aspetti correlati alla LCR successivamente ad un percorso riabilitativo post-chirurgia della cuffia dei rotatori, in quanto al momento non si hanno certezze in termini di evidenza scientifica.

CAPITOLO I: ANATOMIA E BIOMECCANICA DELLA SPALLA

1.1 Complesso Articolare della Spalla

La spalla rappresenta una delle componenti anatomiche più complesse del corpo umano, in quanto l'ampia mobilità che la distingue implica delle ripercussioni sulla sua stabilità. È costituita dall'unione di cinque articolazioni che si distinguono a loro volta in:

Articolazioni VERE o ANATOMICHE:

1. Articolazione **Sterno-Claveare**
2. Articolazione **Acromion-Claveare**
3. Articolazione **Gleno-Omerale**

Articolazioni FALSE o FUNZIONALI:

4. Articolazione **Scapolo-Toracica**
5. Articolazione **Sottodeltoidea**

Le articolazioni del cingolo scapolare agiscono come una serie di collegamenti cinematici, in cui ciascuna di esse contribuisce con la propria unicità a massimizzare il range di movimento disponibile. Se in un qualsiasi punto di questa catena si dovesse riscontrare un collegamento indebolito, doloroso o instabile, ciò ridurrebbe l'efficacia dell'intero complesso e, in maniera consequenziale, dell'arto superiore nel suo insieme (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).

1.1.1 Articolazione Sterno-Claveare (SC)

Situata prossimalmente nel complesso articolare della spalla, permette l'unione dell'estremità mediale della clavicola alla faccetta clavicolare del manubrio sternale e al margine superiore della prima cartilagine costale. La clavicola funge da pilastro meccanico, mantenendo relativamente costante la distanza scapola-tronco (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).

È un'articolazione complessa, classificata "*a sella doppia*" in relazione alla presenza di un disco articolare; distinta dalla morfologia "*ad S*" caratteristica della clavicola, si presenta convessa superiormente, mentre la superficie inferiore è lievemente concava.

In prossimità delle superfici articolari dell'articolazione SC si inserisce una capsula, a sua volta irrobustita dai legamenti sternoclavicolari anteriore e posteriore (si tratta di legamenti intrinseci, ovvero ispessimenti della capsula), dal legamento interclavicolare (i cui fasci passano al di sopra dell'incisura giugulare dello sterno, collegando le estremità mediali delle clavicole destra e sinistra) e dal legamento costoclavicolare, ossia un robusto fascio a distanza tra prima cartilagine costale e tuberosità costale sulla superficie inferiore della clavicola (Trattato di Anatomia Umana, 2010).

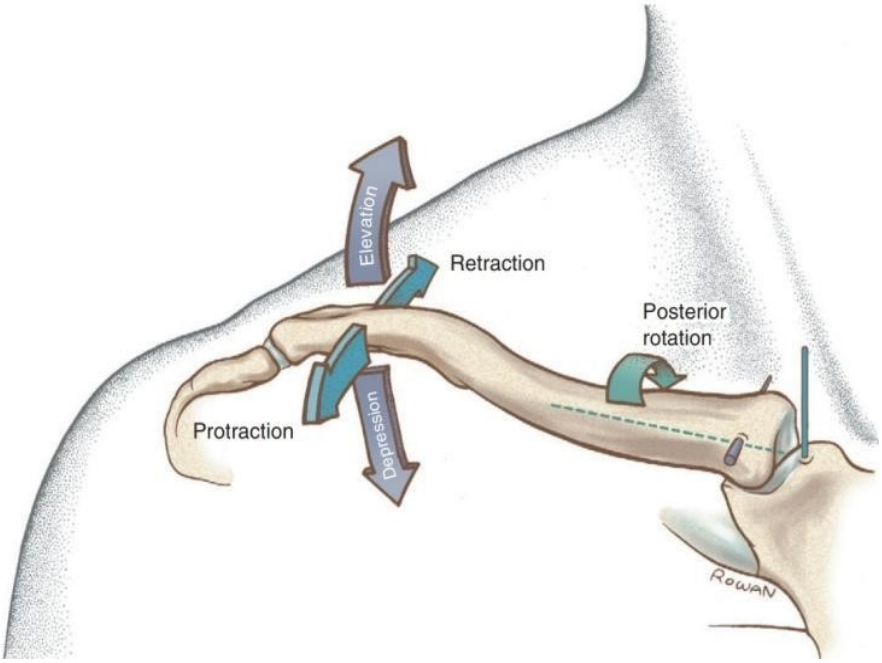


Figura 1.1 *Direzioni e possibilità di movimento osteocinematico nell'articolazione SC di destra, vista anteriormente (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).*

Da un punto di vista funzionale è considerata l'articolazione di base dell'arto superiore, poiché mette in comunicazione scheletro assile e appendicolare.

La clavicola rappresenta un fulcro fondamentale per tutti i movimenti della spalla, capace di compiere le rotazioni in tutti e tre i gradi di movimento (o gradi di libertà):

- Elevazione e abbassamento (o depressione) sul piano frontale;
- Proiezione anteriore e proiezione posteriore (protrazione e retrazione rispettivamente) sul piano orizzontale, questi sono strettamente associati ai medesimi movimenti della scapola rispetto al torace;
- Rotazione assiale della clavicola, intorno all'asse longitudinale dell'osso.

Tali movimenti sono finalizzati a raggiungere un ottimale posizionamento della scapola per ospitare la testa omerale (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).

1.1.2 Articolazione Acromion-Claveare (AC)

Unisce l'estremità laterale della clavicola e l'acromion della scapola. Viene classificata come un'artrodia doppia, ovvero un'articolazione piana o di scivolamento, in quanto le due le superfici articolari risultano avere una forma pianeggiante e sono divise da un elemento fibrocartilagineo che può essere completo (disco articolare) o incompleto (menisco).

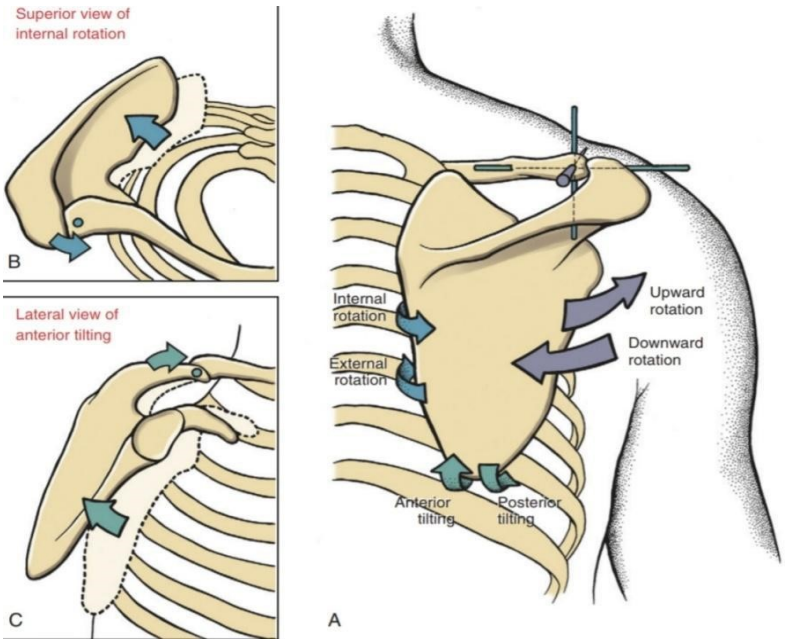


Figura 1.2 *Direzioni e possibilità di movimento osteocinematico dell'articolazione AC di destra, vista posteriormente (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).*

L'articolazione AC è inoltre circondata dalla capsula articolare, stabilizzata in maniera diretta dai legamenti intrinseci e omonimi acromion-claveari superiore (rinforzato ulteriormente dall'inserzione del muscolo deltoide e dei fasci superiori del muscolo trapezio) e inferiore, e dal legamento estrinseco coraco-claveare (Trattato di Anatomia Umana, 2010), un ampio fascio inserito inferiormente sul processo coracoideo, mentre superiormente si separa in due componenti: legamento conoide (situato posteriormente, unisce la base prossimale del processo coracoideo al tubercolo conoide della clavicola, ha decorso verticale e mediale) e legamento trapezoide (posizionato anteriormente, dalla superficie superiore del processo coracoideo si dirige supero-lateralmente verso la linea trapezoidea della faccia inferiore della clavicola).

Quanto alla chinesiologia, è un'articolazione che consente impercettibili movimenti di scivolamento, volti a modificare l'ampiezza dell'angolo che si forma tra scapola ed estremità laterale della clavicola, e leggere rotazioni superiori ed inferiori della scapola, ma soprattutto attraverso movimenti rotazionali di adattamento sui piani orizzontale (descritti come rotazione interna ed esterna[1], in base alla direzione di rotazione della fossa glenoidea) e sagittale (descritti come tilt anteriore e posteriore[2], a seconda della direzione della fossa glenoidea) ottimizza mobilità e allineamento della scapola rispetto al torace (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).

1.1.3 Articolazione Gleno-Omerale (GO) o Scapolo-Omerale

Costituisce il collegamento più distale e mobile del complesso articolare.

È un'enartrosi stabilita fra testa dell'omero e cavità (o fossa) glenoidea della scapola.

La proporzione risultante dalla relazione fra i valori delle grandezze dei due capi articolari è di 3:1, perciò, durante i movimenti, la testa omerale viene a contatto con la glenoide solo in minima parte. A ridimensionare questa incongruenza vi è, sul margine periferico

[1] Avvengono intorno ad un asse verticale, si osserva nel momento in cui il margine mediale della scapola ruota allontanandosi e avvicinandosi alla superficie posteriore del torace.

[2] Si verificano attorno ad un asse quasi medio-laterale, si può apprezzare quando l'angolo inferiore della scapola ruota allontanandosi e avvicinandosi alla superficie posteriore del torace.

della cavità glenoidea, un anello triangolare fibrocartilagineo chiamato cercine (o labbro) glenoideo, che aumenta l'ampiezza e la profondità della concavità della fossa glenoidea e la rende un'area più concordante con la testa dell'omero, contribuendo a stabilizzare in maniera statica l'articolazione GO.

Analizzando la testa omerale in posizione anatomica, si può notare un suo orientamento in direzione mediale, superiore e posteriore, proprio per la sua naturale retroversione. Questa caratteristica è funzionale al fatto che la testa dell'omero si trova orientata direttamente lungo il piano scapolare[3], e quindi alla cavità glenoidea.

Quanto alla glenoide, in posizione anatomica è direzionata antero-lateralmente rispetto al piano scapolare (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019); presenta una superficie ellittica e poco profonda. Siccome i due capi articolari non sono complementari fra loro, l'articolazione GO necessita di alcuni mezzi di fissità. In primis la capsula articolare, inserita sui margini della fossa glenoidea, estesa sul cercine glenoideo fino al collo anatomico omerale. È composta da tre strati di collagene orientati perpendicolarmente tra loro, per sostenere sollecitazioni meccaniche multidirezionali (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019). La sua consistenza è propriamente lassa[4] ed estensibile: questo consente una notevole libertà di movimento; ciò è deducibile dall'ampia traslazione passiva che si può ottenere senza evocare dolore o traumi all'articolazione, quando si testano i movimenti accessori dell'articolazione GO.

La capsula articolare presenta dimensioni e caratteristiche variabili in base alla regione esaminata; generalmente la parte posteriore è più sottile, mentre quelle superiori, inferiori e anteriori sono rinforzate da diversi legamenti capsulari intrinsecamente lassi, la cui azione di tensione passiva genera una stabilizzazione meccanica di supporto per l'articolazione GO e limita il raggiungimento degli estremi di rotazione e traslazione. Inoltre, si compone di una membrana fibrosa, all'interno della quale si trova la membrana sinoviale, che svolge la funzione di ricoprire i contorni delle superfici articolari e racchiudere la cavità articolare che contiene il liquido sinoviale (o sinovia).

[3] Posto anteriormente di circa 30-40° rispetto al piano frontale.

[4] In particolare, nella posizione anatomica o addotta, la porzione inferiore della capsula appare piuttosto lassa e detensionata, in quanto presenta un recesso in esubero, chiamato sacco o recesso ascellare.

Altri mezzi di fissità sono rappresentati dai legamenti sottoscritti:

- Legamento gleno-omerale superiore (LGOS): inserito in prossimità del tubercolo sopraglenoideo e superiormente al tubercolo minore dell'omero. Offre un'importante stabilizzazione orientata verso il basso, contribuisce nel realizzare una sospensione della testa omerale e funge da copertura del capo lungo del muscolo bicipite brachiale (Trattato di Anatomia Umana, 2010).

- Legamento gleno-omerale medio (LGOM): è teso lungo il bordo superiore e anteriore della cavità glenoidea, si porta obliquamente in senso infero-laterale sulla base del tubercolo minore dell'omero, congiuntamente al tendine del muscolo sottoscapolare. Stabilizza la spalla durante l'abduzione a 45°-90°, nonché nei gradi estremi di extrarotazione (Trattato di Anatomia Umana, 2010).

- Legamento gleno-omerale inferiore (LGOI): si inserziona nel margine antero-inferiore della glenoide, compreso il cercine glenoideo, e distalmente forma un'ampia lamina che si unisce ai margini antero-inferiore e postero-inferiore del collo anatomico dell'omero. Si distingue per la sua morfologia ad "*amaca*", formata da un fascio anteriore[5], posteriore, e dal recesso ascellare (quando tensionato sostiene la testa omerale e si oppone a traslazioni inferiori e antero-posteriori). Questo legamento è teso al massimo con il braccio abdotto a 90°, e compie rispettivamente movimenti di intrarotazione ed extrarotazione ai gradi estremi (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).

- Legamento coraco-omerale: robusto fascio teso fra margine laterale del processo coracoideo della scapola e tubercolo maggiore dell'omero; è un ispessimento superiore della capsula, si unisce al tendine del muscolo sovraspinato, e limita i movimenti di traslazione inferiore e rotazione esterna della testa omerale.

[5] È la porzione più spessa e resistente di tutta la capsula, rappresenta la principale costrizione legamentosa statica allo spostamento anteriore della testa omerale, nella posizione sia abdotta sia neutra.

- Legamento trasverso dell'omero: composto da alcuni fasci del LGOS, che si uniscono al legamento coraco-omerale; rappresenta l'ispessimento laterale della capsula, inserendosi tra tubercolo maggiore e minore dell'omero, passando a ponte sul solco intertubercolare.

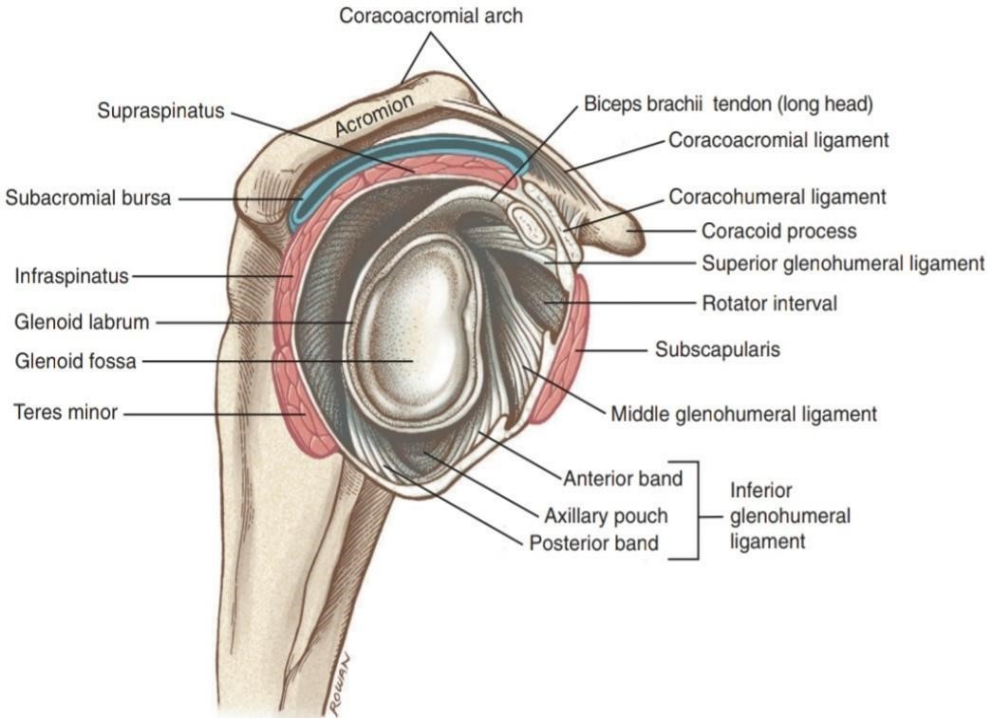


Figura 1.3 *Superficie interna dell'articolazione GO di destra vista lateralmente, con dettaglio sui rapporti tra gli elementi articolari e muscolo-tendinei (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).*

La capsula articolare, seppur fortificata dalla tensione passiva[6] esercitata dai legamenti, non riesce da sola a garantire un'adeguata stabilità all'articolazione GO; dunque, necessita dell'associazione di forze attive prodotte dai tendini dei muscoli della cuffia dei rotatori, che verranno descritti successivamente nel sottocapitolo 1.2.

[6] A livello dell'articolazione GO, il meccanismo passivo comprende: il contenimento garantito dalla capsula, i legamenti, il labbro glenoideo e i tendini; il supporto meccanico basato sulla postura scapolo-toracica e la pressione intra-capsulare negativa.

1.1.4 Articolazione Scapolo-Toracica

Rappresenta una piattaforma meccanica di interfaccia tra la superficie anteriore della scapola e la superficie postero-laterale del torace. Queste ultime non si trovano a contatto diretto, bensì sono divise da strati muscolari[7] e da tessuto adiposo che funge da piano di clivaggio, ovvero agevola lo scorrimento della scapola rispetto al torace.

Solitamente, la posizione anatomica della scapola è ubicata tra seconda e settima costa, con il margine mediale a distanza di circa 6 cm lateralmente rispetto alla colonna vertebrale. Considerando l'elevata variabilità, la posizione intermedia "*a riposo*" della scapola (corrispondente al piano scapolare) è di circa 10° di tilt anteriore, tra 5° e 10° di rotazione superiore e 30°-40° di rotazione interna (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019). Se correttamente posizionata, la scapola rappresenta una base stabile, nonostante la sua notevole mobilità, per la testa omerale in abduzione.

Gli ampi movimenti che avvengono tra scapola e torace sono il prodotto della cooperazione tra le articolazioni SC e AC: se si verifica una limitazione del movimento a carico di una o entrambe le articolazioni, ciò può determinare restrizioni significative nella chinesiologia scapolare e della spalla nel suo complesso.

I movimenti di traslazione verticale sul piano frontale sono:

- Elevazione: corrisponde al gesto di sollevamento delle spalle, in cui la scapola effettua uno scorrimento verso l'alto seguendo il movimento della clavicola in elevazione rispetto all'articolazione SC. I muscoli che si attivano durante questo movimento sono le fibre superiori del muscolo trapezio, il muscolo elevatore della scapola e i muscoli piccolo e grande romboide;

- Depressione o abbassamento: movimento in cui si osserva lo scorrimento verso il basso della scapola che percorre il movimento della clavicola rispetto all'articolazione SC. In questo caso i muscoli reclutati sono le fibre inferiori del muscolo trapezio e i muscoli grande dorsale, piccolo pettorale e succlavio;

[7] Tra questi sono presenti i muscoli sottoscapolare, dentato anteriore e sacrospinale.

I movimenti di traslazione medio-laterale sul piano frontale sono:

- Protrazione: movimento in cui si apprezza un allontanamento (o abduzione) della scapola dalla colonna vertebrale, quando per esempio si mima il gesto di tirare un pugno. Il principale muscolo in azione è il dentato anteriore;

- Retrazione: movimento di avvicinamento (o adduzione) della scapola alla colonna vertebrale, si compie quando si traziona un oggetto verso di sé o ci si arrampica su una corda. I muscoli che vengono reclutati sono le fibre intermedie ed inferiori del muscolo trapezio e i muscoli romboidi.

I movimenti rotazionali, anche definiti movimenti di basculamento, hanno un'ampiezza massima di 60° e si realizzano intorno ad un asse perpendicolare al piano scapolare:

- Rotazione superiore: anche detta rotazione verso l'alto o laterale, essenziale nell'elevazione del braccio sopra la testa in flessione e in abduzione; si osserva l'angolo inferiore della scapola che si dirige verso l'alto ed esternamente, in modo tale da disporre la fossa glenoidea cranialmente, in una posizione adeguata a sostenere e stabilizzare la testa omerale abdotta.
  È un movimento risultato dalla somma di elevazione clavicolare nell'articolazione SC e rotazione superiore della scapola nell'articolazione AC, durante cui si attivano i muscoli gran dentato e fasci superiori e intermedi del trapezio (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019);

- Rotazione inferiore: intesa anche come rotazione verso il basso o mediale; è data dall'unione dei movimenti di depressione della clavicola nell'articolazione SC e di rotazione inferiore della scapola nell'articolazione AC. I muscoli in azione sono i fasci inferiori del trapezio e piccolo pettorale, la loro azione determina l'orientamento caudale della glenoide e l'angolo inferiore della scapola in direzione infero-mediale. Questo movimento si verifica nel momento in cui l'arto superiore viene riportato lungo i fianchi da una precedente elevazione.

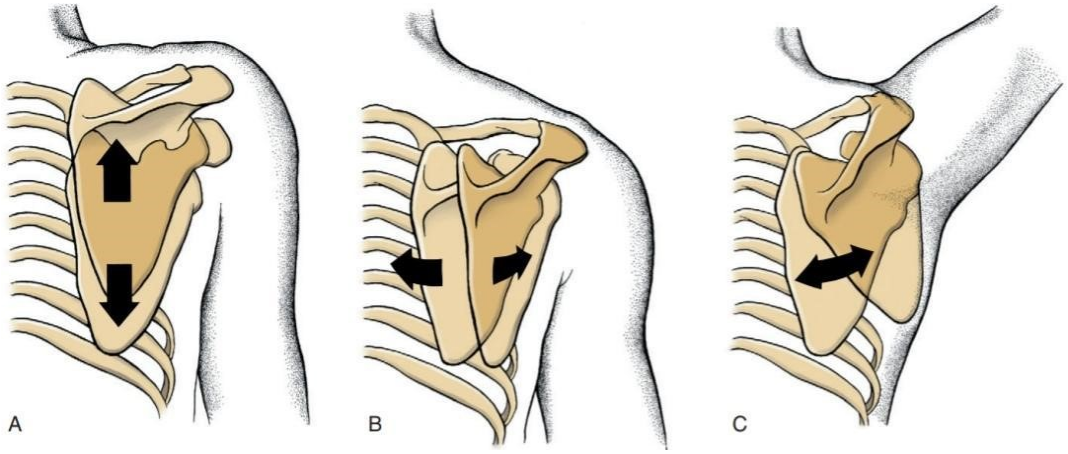


Figura 1.4 *Movimenti artrocinematici di scorrimento della scapola rispetto al torace (**A**) Elevazione e depressione. (**B**) Protrazione e retrazione. (**C**) Rotazione superiore e inferiore. (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).*

1.1.5 Articolazione Sottodeltoidea e Borse Tendinee

Come accennato in precedenza si tratta di un'articolazione falsa o funzionale, la quale è legata meccanicamente all'articolazione GO; essa mette in evidenza i rapporti che intercorrono tra testa dell'omero e arco coraco-acromiale (Kapandji, 2011).

In alcune parti, la capsula fibrosa dell'articolazione GO è particolarmente sottile, tanto da presentare delle interruzioni attraverso cui passano dei diverticoli della membrana sinoviale. Si generano così delle guaine, o borse sinoviali, localizzate in regioni in cui si generano e sviluppano forze di frizione (o di attrito).

Inferiormente al "*tetto funzionale*" osteo-legamentoso (costituito da acromion e processo coracoideo, collegati dal legamento coraco-acromiale[8]), è presente la borsa subacromiale o sottoacromiale, un'estroflessione superiore della membrana sinoviale che si estende all'acromion e protegge il decorso del tendine del muscolo sovraspinoso.

[8] Legamento a distanza molto importante dell'articolazione GO, forma l'arco o arcata coraco-acromiale.

L’insieme di queste strutture anatomiche contribuisce a creare uno spazio di contenimento della testa omerale, detto spazio subacromiale[9], in maniera tale da prevenire la traslazione antero-superiore di quest’ultima nei casi in cui viene meno la funzione stabilizzatrice dei muscoli della cuffia dei rotatori.

Invece, con il termine di borsa subdeltoidea (o sottodeltoidea) si intende un’estensione laterale della borsa citata precedentemente, che tende a limitare le forze di attrito tra deltoide, sovraspinoso e arcata coraco-acromiale.

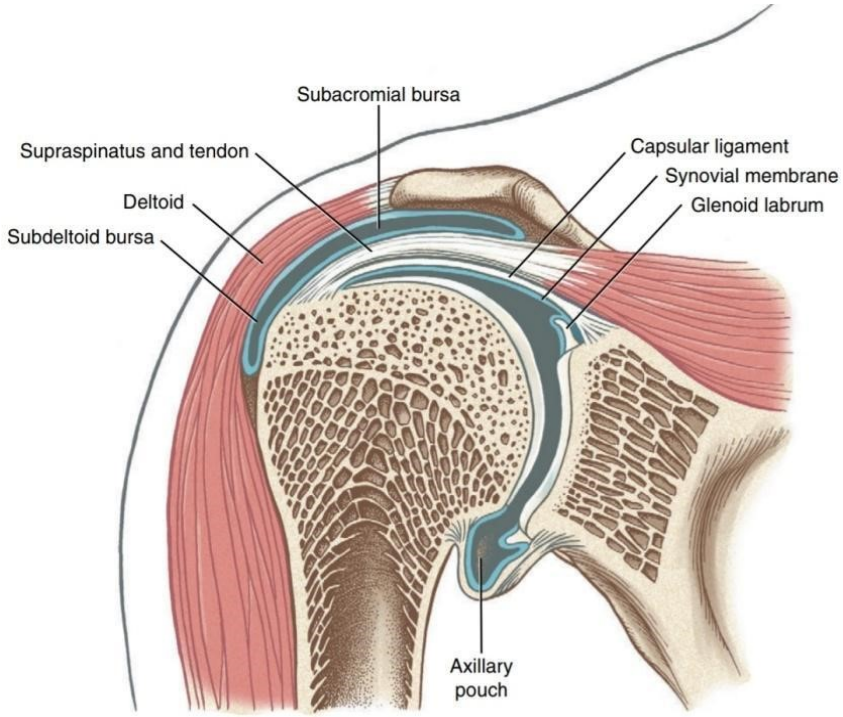


Figura 1.5 *Dettaglio dei rapporti delle borse tendinee intracapsulari ed extracapsulari in sezione trasversale sul piano frontale dell’articolazione GO di destra, vista anteriormente (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).*

Anteriormente si forma un’altra estroflessione che dà origine alla borsa sottotendinea del muscolo sottoscapolare, che protegge il decorso del tendine del muscolo omonimo.

[9] Accoglie il muscolo sovraspinato e il relativo tendine, la borsa subacromiale, il capo lungo del muscolo bicipite brachiale e la parte superiore della capsula. Mediamente misura 1 cm quando l’arto superiore è in posizione anatomica, ossia a riposo lungo il fianco.

Infine, lateralmente vi è la guaina sinoviale intertubercolare del capo lungo del bicipite, che accompagna il tendine del muscolo omonimo passando nel canale osteo-legamentoso, formato inferiormente dal canale osseo delimitato da labbro maggiore e minore dell'omero e superiormente dal legamento trasverso dell'omero.

1.2 Sistema Muscolare della Spalla

È costituito da un gruppo di muscoli che interagiscono sinergicamente con lo scopo di potenziare, modulare e ottimizzare l'ampio range di movimenti possibili da parte delle numerose articolazioni del cingolo scapolare (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).

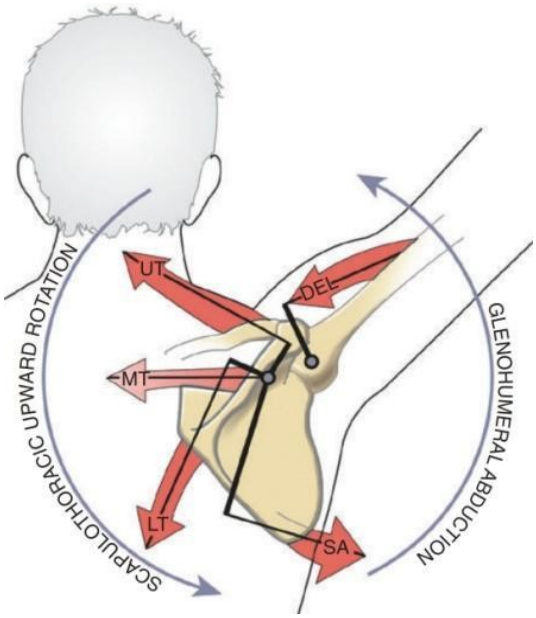


Figura 1.6 *Interazione muscolare tra rotatori superiori scapolo-toracici e abduttori gleno-omerali durante un'abduzione fisiologica di spalla, vista posteriormente (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).*

Infatti, è necessario che ogni articolazione del corpo possa funzionare in maniera isometrica, ossia che il centro di rotazione dell'articolazione si mantenga in modo tale che la distribuzione delle sollecitazioni meccaniche sia omogenea, al fine di evitare l'instaurarsi di processi di sbilanciamento dal punto di vista della biomeccanica articolare, che comportano usura.

Focalizzando l'attenzione sulla funzionalità dell'arto superiore, in modo particolare della spalla nell'orientare il braccio in maniera ottimale per esplorare lo spazio e compiere determinate azioni, l'apparato muscolare può essere suddiviso in due gruppi:

- **Stabilizzatori prossimali**: muscoli che prendono origine da colonna, coste e/o cranio, per poi congiungersi a livello della scapola e/o della clavicola.

- **Mobilizzatori distali**: muscoli aventi origine dalla scapola e/o clavicola, e inserzione sull'omero o sull'avambraccio; quando vengono reclutati, permettono l'esplorazione da parte dell'arto superiore dello spazio circostante.

Sono stati condotti diversi studi secondo i quali, purché la stabilizzazione dinamica del cingolo scapolo-omerale nei movimenti compiuti dall'arto superiore sia efficiente, è necessaria la presenza di un'interazione cinetica coordinata tra questi due gruppi muscolari, oltre che un'ottimale capacità di controllo neuromuscolare e percezione di posizionamento del distretto scapolo-toracico (Wilk et al., 2011; Myers et al., 2000).

1.2.1 Muscoli Stabilizzatori Prossimali

Chiamati anche muscoli periscapolari, svolgono un ruolo chiave nella stabilizzazione dinamica globale del complesso della spalla, conferendole fluidità nel movimento (Curl et al., 1996). Possono essere a loro volta classificati, in base all'azione che permettono all'articolazione scapolo-toracica, in muscoli:

- Elevatori: fibre superiori del muscolo trapezio, muscolo elevatore della scapola, muscoli piccolo e grande romboide;
- Depressori: fibre inferiori del muscolo trapezio, muscolo grande dorsale, muscolo piccolo pettorale, muscolo succlavio;
- Protrattori: muscolo dentato anteriore;
- Retrattori: fibre intermedie ed inferiori del muscolo trapezio, romboidi;
- Rotatori superiori: dentato anteriore, fibre superiori ed inferiori del trapezio;
- Rotatori inferiori: romboidi e piccolo pettorale.

1.2.2 Muscoli Mobilizzatori Distali

Di tale categoria fa parte l'apparato muscolare della cuffia dei rotatori, gli stabilizzatori "*dinamici*" per eccellenza dell'articolazione GO, i quali mantengono la stabilità dell'articolazione GO, regolando gran parte della sua cinematica statica e dinamica grazie alla modificazione dell'allineamento scapolo-omerale (Escamilla et al., 2009; Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).

È un complesso di quattro muscoli che si unisce distalmente alla superficie esterna della capsula articolare, prima dell'inserzione prossimale sull'omero, dando origine ad una cuffia protettiva intorno all'articolazione, in modo da controbilanciare l'intrinseca lassità e predisposizione all'instabilità capsulare dell'articolazione GO.

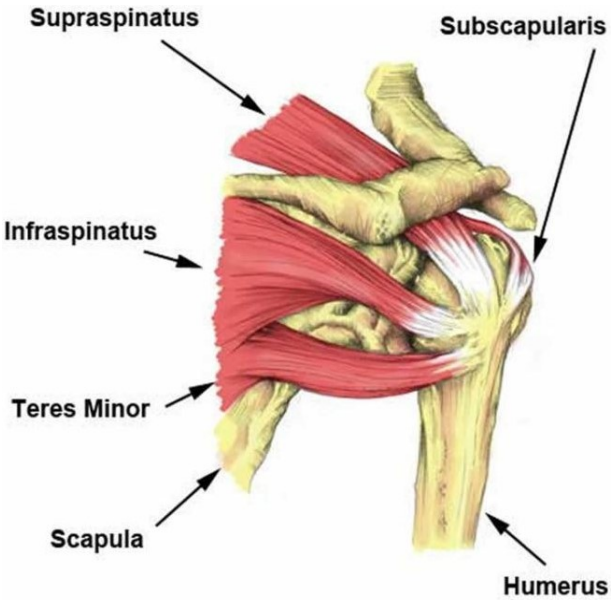


Figura 1.7 *Disposizione dei tendini della cuffia dei rotatori della spalla destra vista anteriormente, con dettaglio sulle inserzioni a livello dell'omero (https://www.tommorrison.uk/blog/the-rotator-cuff).*

Durante il movimento, le forze prodotte dalle inserzioni della cuffia dei rotatori sulla capsula non solo contribuiscono a ruotare la testa omerale in maniera attiva, ma ne comportano anche la sua compressione e centratura nei confronti della cavità glenoidea (Longo et al., 2012).

È un ruolo cruciale collegato al controllo neuromuscolare, che consente di scongiurare fenomeni di conflitto biomeccanico e tissutale al di sotto dell'arcata subacromiale durante i movimenti di elevazione del braccio. Di seguito si riassumono le caratteristiche anatomo-funzionali dei muscoli della cuffia dei rotatori:

- **Muscolo Sovraspinoso o Sovraspinato**: origina dalla fossa sovraspinata della superficie posteriore della scapola, si porta supero-lateralmente passando al di sotto dell'arcata coraco-acromiale fino ad inserirsi con la sua porzione tendinea sulla parte superiore della capsula articolare e sulla faccetta superiore del tubercolo maggiore dell'omero. Agisce ruotando esternamente la spalla e partecipando alla sua abduzione, specialmente nei primi 10°-15°. Contraendosi, genera una forza di compressione direttamente sulla cavità glenoidea e una spinta inferiore della testa omerale, stabilizzandola e centrandola sulla glena nei suoi movimenti di rotolamento superiore durante la flessione e l'abduzione, contrastando allo stesso tempo la forte tendenza della testa omerale alla traslazione superiore (generata dall'azione del deltoide, in particolare a bassi angoli di abduzione), evitandone il distacco dalla glenoide e prevenendone la collisione con l'arco coraco-acromiale.

- **Muscolo Sottospinoso o Infraspinato**: a partenza dalla fossa infraspinata della superficie posteriore della scapola, è diretto supero-lateralmente passando inferiormente all'acromion; aderisce e stabilizza posteriormente la capsula articolare GO, infine si inserisce sulla faccia mediale della grande tuberosità dell'omero. Svolge un'azione primaria di rotazione esterna dell'omero.

- **Muscolo Piccolo Rotondo**: ha decorso iniziale dalla superficie posteriore della scapola, precisamente in uno spazio situato tra fossa infraspinata e margine laterale della scapola, procede supero-lateralmente per legarsi sulla faccetta inferiore del tubercolo maggiore dell'omero, al di sotto del tendine del muscolo infraspinato; prende contatto anche con la superficie posteriore della capsula dell'articolazione GO, stabilizzandola. Dal punto di vista funzionale estende,

adduce e ruota esternamente l'omero a braccio abdotto (Inglese, 2012; Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).

- **Muscolo Sottoscapolare**: a partire dalla fossa sottoscapolare della faccia anteriore della scapola, si orienta supero-lateralmente inserendosi sul tubercolo minore dell'omero e in una porzione capsulare dell'articolazione GO, offrendole rinforzo anteriormente. Dunque, il tendine è intra-capsulare ma allo stesso tempo extra-sinoviale, poiché non viene a contatto con la sinovia. Consente adduzione e rotazione interna dell'omero.

Inoltre, è clinicamente rilevante notare che due regioni della capsula articolare non risultano essere coperte dalla cuffia dei rotatori: inferiormente, e in una zona compresa tra i muscoli sovraspinato e sottoscapolare, nota come intervallo dei rotatori. Questa regione antero-superiore della capsula è spesso sottile e presenta aperture o punti mancanti di dimensioni variabili (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019). L'intervallo dei rotatori è rinforzato dal tendine del capo lungo del muscolo bicipite, dal legamento coraco-omerale, dal LGOS e talvolta dalle parti superiori del LGOM.

Altro muscolo a significativa azione stabilizzante sull'articolazione GO è il deltoide: dalle voluminose dimensioni, si compone di tre fasci: uno anteriore o clavicolare (dal margine anteriore ed estremità laterale della clavicola), uno centrale o acromiale (dall'apice e bordo laterale dell'acromion), ed uno posteriore o spinoso (dal margine posteriore della spina della scapola). Questi fasci convergono in un robusto tendine che si inserisce infine alla tuberosità deltoidea dell'omero. Rappresenta il più potente muscolo abduttore di spalla, tra i 60° e i 90° di abduzione avviene la massima attivazione delle sue fibre anteriori ed intermedie; mentre i suoi fasci posteriori vengono reclutati maggiormente con movimenti di estensione ed extrarotazione di spalla.

Un ottimale movimento di abduzione è risultante dall'efficienza dei muscoli della cuffia dei rotatori, del capo lungo del muscolo bicipite brachiale e della borsa sottoacromiale, ma soprattutto dall'equilibrio tra l'azione dei muscoli extrarotatori di spalla e del muscolo deltoide (Clinica Ortopedica Manuale, 2018).

Infine, il bicipite brachiale è un muscolo che contribuisce a flettere, abdurre e addurre l'omero, stabilizzando ulteriormente i rapporti della testa omerale nei confronti della glena (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019): è biarticolare, in quanto agisce sull'articolazione GO e del gomito; inferiormente si inserisce sulla tuberosità bicipitale del radio e sul tessuto connettivo profondo nell'avambraccio grazie al lacerto fibroso; a metà della diafisi omerale, il ventre muscolare si divide in capo breve (fascio più mediale, si inserisce all'apice del processo coracoideo della scapola) e capo lungo (fascio più laterale, è intra-capsulare ed extra-sinoviale allo stesso tempo, decorre un canale osteo-legamentoso dell'epifisi prossimale dell'omero protetto dalla borsa sinoviale omonima fino ad inserirsi nel tubercolo sopraglenoideo della scapola).

1.3 Principi di Osteocinematica ed Artrocinematica

La meccanica articolare dell'articolazione GO è caratterizzata da un'ampia mobilità, in quanto possiede tre gradi di libertà che rendono possibile un orientamento dell'arto superiore in relazione ai tre piani dello spazio grazie ai suoi tre assi di rotazione:

1. **Asse trasversale** (o mediale-laterale): si trova sul piano frontale; permette movimenti di flessione ed estensione, e di rotazione esterna ed interna a braccio abdotto a 90°, eseguiti in un piano sagittale (o mediano).

2. **Asse sagittale** (o antero-posteriore): situato nel piano sagittale; consente movimenti di abduzione e adduzione, effettuati in un piano frontale.

3. **Asse longitudinale** (o verticale): determinato dall'intersezione dei due piani frontale e sagittale, decorre lungo la diafisi omerale; si verificano movimenti di rotazione interna ed esterna a livello di un piano orizzontale (o trasversale).

Ogni movimento volontario dell'articolazione GO coinvolge anche l'articolazione scapolo-toracica, compresi i movimenti associati alle articolazioni SC e AC (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).

1.3.1 Movimenti di Flessione ed Estensione

Osservando l'artrocinematica di questi movimenti si ha la rotazione della testa omerale rispetto alla glena, che determina un tensionamento delle strutture capsulari adiacenti.

A partire dalla posizione anatomica, nella flessione l'articolazione GO descrive un arco in avanti, fino ad un massimo di circa 120°.

È possibile guadagnare ulteriori 60° raggiungendo in totale 180° di flessione grazie alla contemporanea rotazione superiore della scapola, in modo da orientare la glena superiormente e in avanti per ospitare il meglio possibile la testa omerale; per di più sono coinvolte anche le articolazioni AC e SC, che effettuano un movimento di elevazione. Inoltre, se l'azione è unilaterale, si può osservare una minima inclinazione laterale del rachide, mentre se è bilaterale si apprezza una lieve iperlordosi.

Per quanto riguarda l'estensione, sempre iniziando dalla posizione anatomica, se viene svolta in maniera attiva si completa a circa 65° di ampiezza, mentre se avviene passivamente si può arrivare a circa 80°. Se il movimento viene attuato flettendo l'articolazione del gomito, il range di movimento (ROM) aumenta per la riduzione della tensione del muscolo bicipite brachiale. In questa condizione, i muscoli retrattori della scapola si attivano consentendo l'avvicinarsi della scapola alla linea mediana e una sua inclinazione anteriore, provocando un leggero tilt anteriore, che permette di aumentare il ROM, ad esempio, in situazioni dove si deve raggiungere un oggetto all'indietro.

1.3.2 Movimenti di Abduzione e Adduzione

Dal punto di vista osteocinematico, l'abduzione permette l'allontanamento dell'arto dal tronco, invece l'adduzione consente di avvicinare l'arto alla linea mediana del corpo.

Dal punto di vista artrocinematico, l'abduzione è intesa come "*pura*" quando avviene seguendo il piano frontale, mentre si considera "*fisiologica*" se si verifica sul piano scapolare. Durante questa azione, la superficie convessa della testa omerale rotola superiormente e scivola inferiormente lungo l'asse longitudinale della cavità glenoidea

(superficie concava di dimensioni molto inferiori), mentre nell'adduzione procede nella direzione opposta. È stato dimostrato che questi spostamenti, se eseguiti contemporaneamente, permettono di limitare eventuali conflitti delle strutture dello spazio subacromiale, quindi lo stress della capsula e dei muscoli della cuffia.

Oltre a ciò, il movimento scapolare complementare e la flessibilità della porzione inferiore della capsula influenzano fortemente l'altezza dello spazio subacromiale durante il movimento, contribuendo al mantenimento di dimensioni normali.

Inoltre, per raggiungere la massima abduzione (180°), viene interessato anche il rachide. Abducendo un solo arto superiore si ha un'inclinazione laterale, poiché vengono reclutati i muscoli spinali del lato controlaterale; se invece si abducono entrambi, si osserva una iperlordosi lombare (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).

La comparsa di dolore anteriore alla spalla durante l'abduzione contro resistenza della spalla ad angoli superiori a 70° può non necessariamente originare da una compressione diretta sul tendine del muscolo sovraspinato (che può determinarne danneggiamento ed infiammazione), ma dall'abrasione non naturale e ripetuta di altri tessuti nello spazio subacromiale (borsa subacromiale, tendine del capo lungo del muscolo bicipite brachiale oppure parti superiori della capsula; nel tempo si può instaurare una condizione dolorosa, definita sindrome da impingement subacromiale) o da altre cause, quali una tendinopatia generalizzata della cuffia dei rotatori (Kibler et al., 2013).

Per quanto riguarda l'adduzione, può essere distinta in assoluta o relativa. La prima si realizza solo se combinata ad una flessione di 90° (raggiungendo un range massimo di 30°-45°). La seconda avviene partendo da una qualsiasi posizione di abduzione, portando il braccio verso la linea mediana del corpo attraverso il piano frontale.

1.3.3 Movimenti di Extrarotazione ed Intrarotazione

Consistono in rotazioni assiali dell'omero, ottenute grazie all'azione combinata del cingolo scapolo-omerale. Si osservano due modalità di rotazione: interna ed esterna.

La cinematica articolare durante l'extrarotazione prevede un contemporaneo rotolamento posteriore (di 1-2 mm) e scivolamento anteriore della testa dell'omero nella fossa glenoidea (qualora dovesse venire a mancare questa componente, a seguito della traslazione posteriore si otterrebbe una sublussazione di quasi 38 mm della testa omerale); mentre nell'intrarotazione questi spostamenti si osservano in direzione opposta rispetto al diametro trasversale della glenoide (pari a 25 mm).

Compiendo rotazioni complete a partenza dalla posizione anatomica[10], esse comportano movimenti associati dell'articolazione scapolo-toracica, ossia diversi gradi di protrazione (durante l'intrarotazione) e retrazione scapolare (durante l'extrarotazione).

Maggiori ampiezze di rotazione si raggiungono quando il soggetto deve portare la mano verso l'angolo inferiore della scapola opposta passando al di sopra del capo (rotazione esterna), oppure a partire dal bacino risalendo il tronco (rotazione interna).

Le rotazioni si possono valutare anche in altre posizioni, considerando poi differenti ROM massimali. Ad esempio, partendo da una posizione a braccio abdotto a 90° e gomito flesso a 90°, si raggiungono valori di rotazione interna ed esterna pari a 90°.

1.3.4 Movimenti sul Piano Orizzontale e di Circonduzione

Prevedono una posizione di riferimento diversa da quella anatomica, che corrisponde all'arto abdotto a 90° sul piano frontale. Questi spostamenti coinvolgono in maniera congrua le articolazioni GO e scapolo-toracica, consistono in:

- Flessione (o adduzione) orizzontale: in cui si osserva l'omero muoversi anteriormente rispetto all'asse di rotazione verticale; si può raggiungere un'ampiezza massimale di 140°;

[10] La posizione anatomica o di riferimento, con grado di rotazione nullo, prevede che il gomito sia flesso di 90° e rimanga addotto alla gabbia toracica con l'avambraccio disposto lungo il piano sagittale, con il palmo rivolto verso il corpo e il pollice orientato verso l'alto. In questo modo si annulla l'eventuale pronazione o supinazione dell'avambraccio. Valutando la rotazione esterna si raggiunge un'ampiezza di circa 60°-70° e la rotazione interna 75°-85°.

- Estensione (o abduzione) orizzontale: dove l'omero compie uno spostamento posteriore nei confronti dell'asse di rotazione verticale, arrivando ad un'ampiezza massima di 30°.

Il range articolare totale di questo movimento non raggiunge del tutto 180° di ampiezza.

Per ciò che concerne il movimento di circonduzione, esso è tipico delle articolazioni sferiche, condiloidee o a sella, e rappresenta il risultato della combinazione di flessione, estensione, abduzione, adduzione, rotazione interna ed esterna (sia volontaria o aggiunta, che automatica o congiunta). È realizzabile esclusivamente tramite la collaborazione di tutte le articolazioni del complesso della spalla: GO contribuisce per il 60%, AC e SC per il 20%, scapolo-toracica per il 20%.

Quando si porta alla massima ampiezza, il braccio descrive nello spazio un "*cono di circonduzione*", la cui base è data dalla traiettoria sferica delineata con la punta delle dita, il vertice è rappresentato dalla cavità articolare e l'altezza coincide con la lunghezza del braccio. Questo cono delimita un settore sferico "*di accessibilità*", ovvero una porzione di spazio in cui la mano può accedere ad oggetti senza muovere il tronco.

"*Nel momento in cui la mano descrive questa traiettoria nello spazio per ritrovarsi nella posizione e con orientamento iniziale, l'articolazione della spalla ha compiuto un ciclo ergonomico, dove in ogni istante la rotazione aggiunta, derivante dal gioco articolare e muscolare volontario, annulla la rotazione congiunta, che deriva meccanicamente dal solo gioco articolare*" (Kapandji, 2011).

1.4 Ritmo Scapolo-Omerale

Si tratta di un concetto proposto in maniera inedita da Inman, che si è visto essere fondamentale per ottenere un corretto posizionamento funzionale della mano.

Nei primi gradi di movimento (durante i primi 60° di flessione e 30° di abduzione) è poco evidente poiché l'articolazione GO svolge un ruolo motorio importante, mentre la scapola rimane nella sua posizione oppure tende a ruotare lievemente in direzione mediale o

laterale. Superate queste ampiezze, entra in gioco il ritmo scapolo-omerale (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).

Facendo riferimento al primo principio cinematico, nella spalla sana esiste un ritmo (o tempo cinematico naturale), ossia una correlazione cinematica tra abduzione GO e rotazione scapolo-toracica superiore. Dunque, se eseguita in assenza di dolore e spontaneamente, l'abduzione attiva completa della spalla in genere indica una sequenza cinematica ottimale e la cooperazione delle articolazioni nel cingolo scapolare.

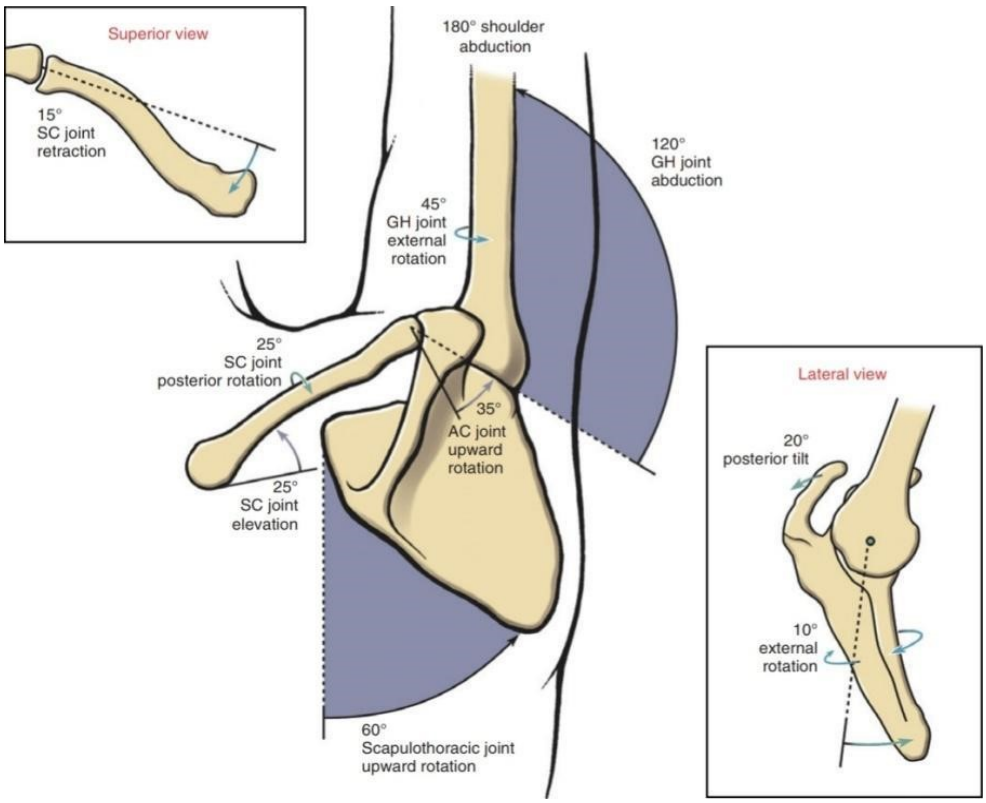


Figura 1.8 *Rappresentazione del ritmo scapolo-omerale, con dettaglio sui gradi di escursione articolare del cingolo scapolare di destra, visto posteriormente (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).*

Riassumendo quanto specificato da Inman (1944), "*In base a un ritmo scapolo-omerale generale di 2:1, un arco completo di abduzione attiva della spalla di circa 180° è il risultato di un'abduzione di 120° dell'articolazione GO che avviene contemporaneamente ad una rotazione superiore di 60° dell'articolazione scapolo-toracica.*" A seconda degli studi riportati in letteratura sono state riscontrate variazioni di

ritmo, che possono essere legate a differenti tecniche di misurazione, soggetti, velocità, piani di movimento e carichi esterni, ma si tratta di valori prossimi a quanto specificato da Inman; perciò, si reputa come assioma standard e valido ai fini della valutazione del movimento di abduzione della spalla.

Il secondo principio cinematico si focalizza sull'aspetto determinante del percorso complessivo della scapola, costituito dagli aspetti cinematici combinati a livello delle articolazioni SC e AC, che collaborano con una proporzione significativa alla rotazione scapolare superiore: "*La rotazione superiore della scapola pari a circa 60° durante l'abduzione completa della spalla è il risultato di un'elevazione simultanea della clavicola nell'articolazione SC in associazione ad una rotazione superiore della scapola a livello dell'articolazione AC*". Secondo Inman, l'articolazione SC si eleva di 30° durante l'abduzione di 180° sul piano frontale.

Il terzo principio cinematico è basato sulla clavicola, situata in posizione anatomica orizzontalmente e orientata di circa 20° posteriormente rispetto al piano frontale, per cui: "*La clavicola si retrae ulteriormente di circa 15°-20° in corrispondenza dell'articolazione SC durante l'abduzione completa della spalla*".

Inoltre, si sofferma sulle differenze tra flessione ed abduzione effettuata sul piano scapolare o rispetto al piano frontale: durante quest'ultima, la clavicola compie un movimento di retrazione ad una distanza maggiore; ciò riflette l'importante ruolo della clavicola nel posizionamento della scapola sul piano di elevazione dell'arto (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).

Il quarto principio cinematico descrive la cinematica complessiva della scapola rispetto alla superficie toracica, volta ad orientare la cavità glenoidea sul piano dell'elevazione volontaria dell'arto (cioè scapolare, frontale o sagittale) ed innalzare l'arco coraco-acromiale rispetto alla testa dell'omero che sta compiendo l'abduzione: a partire dalla posizione anatomica della scapola, in tilt anteriore di circa 10° e ruotata internamente di circa 30°-40° nel piano scapolare, "*quando la spalla raggiunge la completa abduzione, la scapola, ruotata superiormente, compie un tilt posteriore di circa 20° e, in misura meno evidente, ruota leggermente all'esterno*". Questa è una strategia per prevenire l'eventuale compressione di strutture interne allo spazio subacromiale.

Secondo il quinto principio cinematico: "*durante l'abduzione sul piano scapolare, la clavicola ruota posteriormente di circa 20°-35° rispetto al suo asse longitudinale*"; si è visto che questo movimento, che risulta essere quello predominante della clavicola, avviene per la maggiore nelle fasi intermedie e finali della abduzione della spalla; si realizza tramite un meccanismo basato sulla combinazione di cinematiche che interessano più articolazioni e forze trasferite dal muscolo ai legamenti.

Nella fase iniziale di abduzione, la scapola comincia a ruotare superiormente a livello dell'articolazione AC, provocando uno stiramento del legamento coraco-claveare, caratterizzato da una limitata capacità di allungarsi: questo ostacola la rotazione scapolare superiore. La tensione del legamento stirato si trasferisce al tubercolo conoideo nella regione della clavicola, situato posteriormente rispetto all'asse longitudinale dell'osso. L'applicazione di questa forza determina la rotazione posteriore della clavicola (si ipotizza che a questo movimento si accoppia meccanicamente il tilt posteriore dell'articolazione AC), che posiziona l'inserzione clavicolare del legamento coraco-claveare più vicina al processo coracoideo, scaricando leggermente il legamento e consentendo alla scapola di continuare i suoi ultimi gradi di rotazione superiore.

Infine, il sesto principio cinematico riguarda "*l'omero, che spontaneamente extraruota durante l'abduzione della spalla*". Ciò consente alla grande tuberosità dell'omero di spostarsi posteriormente al processo dell'acromion, e quindi di evitarne il conflitto rispettando le strutture contenute nello spazio subacromiale. L'abduzione completa attiva della spalla eseguita sul piano frontale è accompagnata da una maggiore ampiezza di extrarotazione per grado di abduzione (compresa nell'intervallo tra 25°-50°; la maggioranza si verifica prima di raggiungere i 70°-80° di abduzione) rispetto a quella sul piano scapolare (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).

CAPITOLO II: LESIONE DI CUFFIA DEI ROTATORI

Partendo da generalità, al termine "*sindrome della cuffia dei rotatori*" si associa una condizione di sofferenza a carico dei tendini dei muscoli della cuffia dei rotatori, che racchiude in sé un ampio ventaglio clinico di possibilità: da un esordio di infiammazione tendinea (tendinopatia acuta, o tendinosi) a quadri caratterizzati da una progressiva degenerazione, che può comportare differenti complicanze, quali rotture parziali dello spessore del tendine fino ad andare incontro a lesioni complete o a tutto spessore (possono costituire lo stadio evolutivo terminale di una "*sindrome da attrito, o da impingement*"), includendo tutte delle possibilità intermedie, tra cui infiammazione e presenza di aderenze capsulari, borsiti, osteo-artrosi degenerative dell'articolazione AC, dolore e debolezza generalizzati a carico della spalla (Deprés-Tremblay et al., 2016).

2.1 Epidemiologia ed Eziopatogenesi

La lesione della cuffia dei rotatori rappresenta in assoluto il disturbo muscolo-scheletrico numericamente più frequente ed importante per quanto riguarda la spalla nel suo complesso. Si è stimato che l'incidenza di questa patologia varia indicativamente dal 5% al 40%, ed è un valore che tende ad aumentare in maniera lineare con l'età, a partire da 30 anni (Graham, 2018). Inoltre, si è osservata una maggior tendenza al manifestarsi di LCR a carico dell'arto dominante in persone di età over 50 anni.

Facendo riferimento a dati statistici, i soggetti in età giovanile mostrano con alta probabilità una tendinosi (Jancuska et al., 2018).

Tutti i tendini che compongono la cuffia dei rotatori possono essere interessati da una lesione strutturale parziale o totale, in particolar modo il sovraspinoso (nell'84% dei casi circa) è il più esposto a subire fenomeni di usura (con lacerazioni < 5 cm nel 58% dei soggetti affetti), legati al processo di invecchiamento dell'individuo e alla posizione del tendine, a livello dell'inserzione sul trochite: ciò può verificarsi sia a seguito di microtraumi ripetuti durante gli anni, sia per sollecitazioni ripetute ed intense del muscolo deltoide, vicini ai range estremi di movimento (nell'arco di movimento compreso tra gli

80° e i 120° di abduzione, ad esempio in giovani atleti che compiono gesti "*overhead*" in sport quali basket, baseball, pallavolo, lancio del peso o del giavellotto, in cui il gesto di lanciare o prendere qualcosa verso l'alto determina usura importante, dolore e limitazione funzionale, degenerazione e una conseguente rottura dei tendini; oppure in categorie lavorative come imbianchino o muratore; può anche manifestarsi in soggetti relativamente sedentari), sia per restringimento patologico dello spazio coraco-acromion-omerale (Clinica Ortopedica Manuale, 2018).

Secondo studi condotti da Lewis (2009) e Gumina (2017), l'eziopatologia riguardante le lesioni della cuffia dei rotatori comprende tanti fattori da tenere in considerazione, che si possono classificare come intrinseci, estrinseci ed ambientali; talvolta, meccanismi causali possono essere dati da una combinazione di questi ultimi.

2.1.1 Fattori di Rischio Intrinseci

Tra le possibili cause che contribuiscono allo sviluppo di una tendinopatia e di conseguenza alla comparsa di una lesione della cuffia dei rotatori si sottolineano dei meccanismi prettamente intrinseci di seguito descritti:

- **Processi degenerativi e/o cronici**, legati ad un "*overuse*" della muscolatura della spalla per attività lavorativa o sportiva (con un contatto e attrito ripetuto rispetto al legamento coraco-acromiale, all'acromion o al margine della fossa glenoidea), che causa un progressivo sovraccarico meccanico, con seguente assottigliamento dei tendini. In più, nelle persone anziane si verifica un crescente calo nella vascolarizzazione e nella densità numerica di cellule in un determinato tessuto.
  Diversi studi si sono concentrati sull'importanza della matrice extracellulare per l'omeostasi dei tessuti connettivi, poiché in essa aderiscono, crescono e si differenziano i tenociti. In pazienti affetti da degenerazione tendinea si osserva uno sbilanciamento tra mediatori dell'infiammazione e sistema catabolico e anabolico, per cui si apprezza una riduzione negli inibitori tissutali dell'enzima metalloproteinasi, proteina con ruolo di rimodellamento della matrice.

Inoltre, la matrice va incontro ripetutamente a stati di stress ossidativo, che comporta apoptosi dei tenociti, interferendo di conseguenza con la sintesi delle fibre collagene, fondamentali per garantire un ottimale sostegno ai tendini. Allo stesso tempo avviene una neoformazione di fibre connettivali disorganizzate nell'orientamento, da ciò ne deriva una mancata consolidazione della matrice, e il determinarsi in serie di microtraumi all'interno della struttura di questi tendini, che li rendono deboli e vulnerabili a lesioni e rotture (Nho et al., 2008; Huegel et al., 2014; Castagna et al., 2015).

- **Fattori legati allo stile di vita**, quali: presenza di abitudine tabagica e/o alcolica; comorbidità, tra cui diabete, ipercolesterolemia, obesità, ipertensione arteriosa, che compromettono la qualità del metabolismo tendineo, portando ad un peggioramento della biomeccanica e ad un aumento della rigidità tissutale.

- **Eventi traumatici**, conseguenti a movimenti errati, carichi eccessivi (fenomeni di overload) sull'articolazione o impatti (in sport di contatto ad alta incidenza di traumatismi, come rugby oppure nel football americano, per cui i meccanismi di rottura più frequenti sono contrasti diretti o cadute a braccio esteso, che provocano una brusca compressione del tendine del muscolo sovraspinoso tra arcata coraco-acromiale e testa dell'omero);

Si è visto inoltre che alterazioni importanti a carico della borsa subacromiale sono fortemente correlate alla LCR e ai sintomi risultanti (Lewis, 2009).

2.1.2 Fattori di Rischio Estrinseci

In questa categoria di possibili cause, responsabili dal punto di vista dinamico di cambiamenti degenerativi che si osservano nelle LCR, rientrano:

- **Sindrome da conflitto o impingement subacromiale**, associata ad una frizione e compressione ripetuta e potenzialmente dannosa dei tessuti contenuti all'interno dello spazio subacromiale, che oltretutto risulta ridotto di volume (Chinesiologia

del Sistema Muscoloscheletrico, 2019). I tessuti maggiormente coinvolti sono il tendine del muscolo sovraspinoso, il tendine del capo lungo del muscolo bicipite brachiale, la porzione superiore della capsula e la borsa subacromiale.
Riprendendo l'aspetto dimensione dello spazio subacromiale, a ciascun livello del range di abduzione, è condizionata da fattori sia chinesiologici che anatomici. Alcune tra queste cause di riduzione dello spazio subacromiale originano da:

- **Artropatia dell'articolazione AC**, con formazione di osteofiti attorno ad essa oppure presenza di calcificazioni;
- **Anomalie morfologiche dell'acromion**, di cui se ne riconoscono tre tipi:
  - Tipo 1, o piatto;
  - Tipo 2, o curvo, orientato parallelamente alla direzione della testa dell'omero posta inferiormente;
  - Tipo 3, o uncinato, dalla forma caratteristica del margine anteriore ad uncino, che tende a protrarsi in direzione infero-anteriore.

In particolare, da uno studio condotto da Morelli nel 2018 è emersa l'associazione tra tipologia di acromion e prevalenza di LCR. Ne risulta che soggetti con morfologia di tipo 3 hanno probabilità tre volte maggiori di LCR atraumatica rispetto al tipo 2 o 1; questo è correlato alla tipica forma ad uncino, che tende a restringere lo spazio subacromiale, per cui lo stress dei tendini passanti in questa regione si amplifica.

- **Discinesia scapolo-toracica**, posizione o movimento anomalo della scapola che può alterare gravemente la cinematica di tutto il cingolo scapolare, riducendo quindi le normali fluidità di movimento. Caratteristica saliente di questa alterazione è data dall'eccessiva rotazione inferiore della scapola durante la prima metà della fase di abduzione della spalla. Questo potrebbe dare origine a differenti condizioni avverse a carico dell'articolazione GO, tra cui:
  - Compressione delle strutture all'interno dello spazio subacromiale.
  - Alterazione delle linee di forza dei muscoli della cuffia, sovvertendo l'artrocinematica e la stabilità dinamica associata dell'articolazione.

- Modificazione della relazione lunghezza-tensione dei muscoli scapolo-omerali, portando a debolezza o affaticamento muscolare.

- **Patologia del rachide toracico** (ad esempio ipercifosi toracica), con acquisizione di una postura scorretta delle scapole rispetto al torace; questa è spesso dovuta ad eccessiva rigidità o accorciamento del muscolo piccolo pettorale, ad affaticamento, scarso controllo o debolezza dei muscoli che controllano i movimenti a livello delle articolazioni GO o scapolo-toracica (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).

2.2 Classificazione delle Lesioni

Esistono differenti modalità per classificare le LCR sulla base di più variabili.

Innanzitutto, si fa una distinzione tra lesioni **parziali o incomplete**, che non interessano la superficie tendinea nella sua totalità, e lesioni **complete o a tutto spessore**:

- Le prime, in funzione della sede nella quale è localizzata la rottura, possono identificarsi come articolari, bursali o intratendinee. Oppure, nella classificazione secondo Ellman, si considera la dimensione del danno in termini di estensione e profondità come grado I (meno di 3 mm di spessore), grado II (tra 3 e 6 mm o meno della metà dello spessore tendineo) e grado III (maggiore di 6 mm o più di metà dell'intero spessore del tendine).

- Le seconde, per quanto riguarda l'ampiezza, possono essere descritte come piccole (meno di 1 cm di diametro), medie (da 1 a 3 cm di diametro), larghe (da 3 a 5 cm di diametro) e massive (più di 5 cm di diametro). Si distinguono ulteriormente in base al numero dei tendini coinvolti in: lesioni IB, che interessano solamente il sovraspinoso; II, riguardanti sovraspinato e una porzione di infraspinato; III, in cui si riscontrano lesioni in sovraspinato, infraspinato e sottoscapolare; IV, rottura massiva associata ad artropatia GO (Gumina, 2017).

Infine, esclusivamente in sede intra-operatoria artroscopica, viene utilizzata una classificazione in funzione della morfologia della LCR, che può presentarsi a mezzaluna o "crescent", con forma a V, ad U, ad L normale o L rovesciata, con interessamento dell'intervallo dei rotatori.

Risulta essere utile al chirurgo con lo scopo di valutare l'entità della retrazione tendinea e la sua possibilità di ritorno al "*footprint*" (Porcellini et al., 2008).

Un altro sistema di identificazione fu proposto dai francesi Patte e Goutallier, i quali mediante l'uso della TC specificano 4 stadi di avanzamento della lesione in base alla quantità di tessuto adiposo all'interno del muscolo, dalla quale si può evincere che un'elevata infiltrazione di grasso rappresenta una controindicazione alla riparazione chirurgica del tendine (Cabitza, 2013).

Un limite derivante da queste ultime classificazioni è la mancata possibilità, in fase preoperatoria, di pianificazione dell'atto chirurgico e di definizione prognostica. In termini di stadi di gravità si riconoscono:

- Grado 1: infiammazione (assenza di lesioni, con presenza di edema tissutale da sovraccarico; da trattare con tecarterapia)
- Grado 2: infiammazione e parziale degenerazione con presenza di edema
- Grado 3: degenerazione franca
- Grado 4: rottura della cuffia dei rotatori
- Grado 5: rottura massiva e irreparabile

Inoltre, occorre fare una distinzione tra lesioni acute, tipicamente associate alla comparsa improvvisa di dolore ed impotenza funzionale conseguente ad un evento traumatico (Clinica Ortopedica Manuale, 2018). Invece, le lesioni croniche, che possono persistere per tre mesi o più, possono essere correlate ad un variabile grado di debolezza e dolore.

Diversi ricercatori, tra cui Tashjian (2012), hanno realizzato una stima sulla prevalenza di lesioni a spessore parziale e a tutto spessore della cuffia dei rotatori, effettuando indagini su cadaveri e adoperando tecniche di imaging su persone sintomatiche e asintomatiche.

Considerando persone di età over 50, circa il 25% di queste e il 50% degli over 70 presenta LCR complete. Di questa tipologia di lesione, quelle asintomatiche sono le più comuni e l'incidenza aumenta all'aumentare dell'età. Per ciò che concerne le lesioni incomplete sintomatiche e asintomatiche, esse mostrano un'evoluzione meno rapida in termini di entità ed associato aumento del dolore rispetto a quelle a tutto spessore.

Classificare correttamente una LCR servendosi di un appropriato schema metodologico consentirà un miglioramento nel processo di "*decision-making*" per quanto riguarda la selezione del trattamento più idoneo in un determinato tipo di lesione (Gumina, 2017).

2.3 Valutazione Clinica della Spalla

Punto di partenza fondamentale a fini diagnostici e terapeutici, è indirizzata ad un'attenta analisi della storia clinica del paziente e seguente esame obiettivo, ed è arricchita da test funzionali e indagini strumentali specifiche (La riabilitazione post-chirurgica della spalla, 2016). Permette di ottenere una chiara visione del quadro rappresentativo della LCR, che si distingue da diversi elementi:

- **Dolore**: esordio da trauma o degenerazione per sovraccarico importante. Percepito in maniera localizzata, nella regione antero-superiore della spalla (corrispondente allo spazio subacromiale, a livello delle inserzioni dei tendini della cuffia, oppure nell'angolo antero-laterale dell'acromion), successivamente ad uno sforzo; talvolta può irradiarsi verso la regione antero-laterale del braccio e/o verso il collo. Tipicamente riferito dal paziente come una sensazione di indolenzimento in aggiunta a fitte acute in determinate posture o movimenti di rotazione e/o elevazione del braccio sopra il capo (La riabilitazione in ortopedia, 2014). Nelle forme croniche, può presentarsi dolore a riposo ad accentuazione notturna, tanto da ostacolare il sonno al paziente (si manifesta in circa l'83% delle persone, quando sono girate sul fianco della spalla dolente); è un segno evidente di sofferenza, poiché in posizione supina la testa omerale risale verso la zona acromiale, e i tendini frapposti tra acromion e testa omerale generano una compressione che si traduce in infiammazione o aumentato dolore alla spalla.

Alcuni studi osservazionali hanno riconosciuto che il dolore associato alle LCR è aspecifico, e potrebbe essere connesso ad una differente problematica di spalla, come una borsite subacromiale (Itoi et al., 2006; Sambandam et al., 2015). Altri lavori invece indicano che gran parte delle LCR sono asintomatiche. Infine, si è visto che in prevalenza, le lesioni parziali comportano maggior dolore e disabilità rispetto alle lesioni a tutto spessore (Fukuda, 2000).

- **Debolezza muscolare** (secondo uno studio condotto da Kim et al. nel 2009 si esplicita in circa il 41% dei pazienti, la maggior parte con lesioni complete oppure con assenza di sintomi o affetti da altre patologie non correlate ad una LCR), possibili scrosci articolari e limitazione funzionale dell'articolazione GO nei movimenti rotatori, di abduzione e flessione attiva, con difficoltà nel compiere azioni come pettinarsi, lavarsi o vestirsi.

2.3.1 Anamnesi

Un dettagliato colloquio anamnestico permette la discriminazione di eventuali "*red flags*[11]", e l'esecuzione di una precoce diagnosi differenziale che permetterà poi lo svolgersi del trattamento più idoneo e specifico per il paziente, favorevole al recupero della determinata condizione, e di prevenire eventuali complicanze che potrebbero interferire sul decorso della patologia e sugli esiti del trattamento (Terapia manuale dell'apparato locomotore, 2013). Siccome possono essere molteplici le cause di dolore riferito alla spalla bisogna tenere bene a mente diversi aspetti:

- Frequentemente i tendini vengono ritenuti responsabili del dolore di spalla, mentre la causa può essere dovuta a disfunzioni della catena cinetica, come un mancato equilibrio e depotenziamento della biomeccanica di spalla o della catena cinetica, per cui la mobilità attiva può subire cambiamenti fino all'instaurarsi di

[11] Si tratta di segnali di pericolo collegabili a patologie potenzialmente severe. La presenza di bandiere rosse richiede ulteriori investigazioni ed una valutazione specialistica differenziale.

compensi muscolari che se trascurati e non corretti possono portare ad infiammazione nel medio-lungo termine (Bellachioma, 2022).

- Se il dolore è prevalentemente diurno si indaga un coinvolgimento del rachide cervicale; nella maggioranza dei casi la sintomatologia è generata più nello specifico da un'ernia del disco cervicale, che comporta cervicobrachialgia con sofferenza delle radici cervicali e del plesso brachiale, oppure irradiamento alla spalla con presenza di formicolio e sensazione di spalla o braccio intorpidito e debole, importante contrattura muscolare e blocco antalgico.

- Trauma con conseguente lesione, frattura o dislocazione, potenzialmente riconoscibile dall'insorgenza di dolore alla spalla intenso ed improvviso.

- Patologie viscerali, quali disfunzioni polmonari, arteriose, pancreatiche, che potrebbero provocare dolore riferito, il quale si differenzia dal dolore intrinseco di spalla poiché non consegue al movimento e non si allevia con il riposo o durante la notte. Sono condizioni che potrebbero rispecchiare un segno di malattie infiammatorie, come artrite reumatoide o polimialgia reumatica.

- Infezione sistemica, patologia auto-immune o neoplasia in atto, i cui principali segni di allarme sono: gonfiore o edema, dolore, rossore e calore nel caso di una patologia infettiva; dolore notturno accompagnato da febbre, brividi con sudorazione e consistente calo ponderale se si tratta di un tumore.

- Terapia farmacologica: se il paziente assume farmaci antinfiammatori in condizioni di cronicità, tenderà a presentarsi dallo specialista con una sintomatologia confusa e fuorviante, che può nascondere il quadro clinico.

La clinica è molto variabile, proprio per il fatto che la sintomatologia percepita risulta influenzata da aspetti soggettivi correlati al singolo paziente, quali la soglia del dolore e la capacità di compenso muscolare, che permette di far fronte al deficit muscolare della cuffia dei rotatori (Cabitza, 2013).

2.3.2 Esame Obiettivo

La valutazione fisica e funzionale della spalla si compone delle seguenti fasi:

1. **Ispezione**, inizia con un'osservazione a riposo, dove ci si concentra sul posizionamento dell'arto superiore nello spazio, su possibili asimmetrie (differenza del rapporto di inclinazione tra clavicola e acromion; atteggiamenti antalgici, ad esempio spalla mantenuta più alta rispetto alla controlaterale, compensi con il tronco, postura di protezione in chiusura), deformità, cicatrici o tumefazioni, sul tono-trofismo muscolare, colore ed alterazioni cutanee. Successivamente si procede con un'osservazione della spalla in movimento. Questa valutazione si realizza sui piani frontale, dorsale e laterale, esaminando sempre anche la spalla controlaterale per escludere ipotesi di patologie congenite reumatologiche, neurologiche o muscolari a coinvolgimento bilaterale.
2. **Palpazione**, consiste nel saggiare tutti i distretti del complesso articolare della spalla. Permette di verificare lo stato di irritabilità dei tessuti, di scoprire punti o regioni di sofferenza superficiale e/o profonda, ed eventuali variazioni termiche.
3. **Test di orientamento**, volti ad esaminare l'articolarità, ovvero il grado di mobilità della spalla su tutti e tre i piani e assi di movimento. Inizialmente si valutano i test attivi, in cui al paziente posizionato seduto o in piedi si domanda di compiere movimenti svolti attivamente, provando prima con l'arto controlaterale, poi con l'arto colpito ed infine bilateralmente, facendo attenzione a che non metta in atto compensi attraverso la colonna o il bacino. Inoltre, si possono richiedere movimenti che riguardano la funzionalità globale della spalla, ad esempio pettinarsi oppure indossare un maglione. Dopo di che, si procede a testare l'escursione articolare passiva, durante la quale il paziente è posizionato supino, e il fisioterapista saggia "*il joint play e l'end feel*", rispettivamente gioco articolare e sensazione di fine corsa; quest'ultima rappresenta la resistenza offerta dall'articolazione a fine range di movimento svolto passivamente (La riabilitazione post-chirurgica della spalla, 2016).

4. **Test funzionali**, effettuati dallo specialista durante la visita:

    - Test di Jobe o "*Empty Can Test*": volto ad accertare l'integrità del tendine del sovraspinoso, si distingue per un'affidabilità del 68,4% (Sambandam et al., 2015). Il paziente posiziona la spalla abdotta a 90° sul piano scapolare (con gomito esteso) ed intraruotata e il pollice orientato verso il pavimento. L'esaminatore applica una forza diretta verso il basso sull'arto e chiede al paziente di opporsi ad essa. Si dimostra positività al test se durante la manovra si manifestano dolore e debolezza muscolare.

    - Test di Patte: utilizzato per valutare lo stato del tendine del sottospinoso; dalla stessa posizione di partenza del test di Jobe, l'esaminatore offre resistenza al movimento di extrarotazione effettuato dal paziente. Il test risulta positivo se si presenta debolezza muscolare (Oliva et al., 2015; Gulotta & Craig, 2015).

    - Segno del braccio cadente o "*Drop Sign*": il paziente è in posizione seduta, l'esaminatore effettua un'elevazione passiva della spalla a 90° sul piano scapolare, in extrarotazione massima del gomito flesso a 90°. Nel momento in cui l'esaminatore toglie il sostegno dal braccio, il paziente deve mantenerlo in posizione. Il segno è positivo se quest'ultimo ha difficoltà nel controllo dell'adduzione di spalla, e quindi si verifica una caduta dell'arto.

    - Test di Napoleone, o "*Belly Press Test*": impiegato per testare il tendine del sottoscapolare. Il paziente deve compiere una pressione delle mani a livello dell'addome, portando nel mentre il gomito in avanti. Se il paziente dimostra incapacità nell'attuare questo movimento o compare debolezza muscolare, il test è positivo (Oliva et al., 2015; Gulotta & Craig, 2015).

    - "*Lift-off Test*": anch'esso riguarda il tendine del muscolo sottoscapolare. Di maggiore difficoltà esecutiva rispetto alla prova precedente, in pazienti con forte dolore di spalla o limitazione nell'intrarotazione, per posizionare

il dorso della mano sulla regione lombare e allontanarlo da essa mantenendo la posizione. Si ha positività al test se al paziente risulta complesso raggiungere e/o mantenere questa posizione (Test clinici per il sistema muscolo-scheletrico, 2010).

Si evidenziano dei limiti in queste prove di funzionalità muscolare, poiché è difficoltoso valutare isolatamente un singolo muscolo, visto che nel compiere un'azione si attivano in sinergia più ventri muscolari. Il meccanismo alla base di ogni test è tale per cui l'arto, e di conseguenza le fibre muscolari, vengono posizionate correttamente in vantaggio meccanico, e l'intenzione è quella di esaminare la capacità muscolare di contrazione isometrica durante l'arco di movimento attraverso una graduale resistenza.

Oltretutto bisogna ricordare che l'esame obiettivo è consigliabile effettuarlo una volta attenuata o terminata la fase di dolore acuto, che interferisce con l'ottenimento delle informazioni necessarie al clinico per arrivare alla causa della problematica per la quale il paziente si è rivolto ad esso (ad esempio, se il dolore è dovuto a calcificazioni, infiammazioni tendinee, problemi di cuffia o dell'articolazione scapolo-toracica).

2.3.3 Indagini Strumentali

Di seguito alle fasi precedentemente descritte, lo specialista comincerà a supporre una prima ipotesi diagnostica, oltre alla quale poi deciderà, se necessario, di ricorrere all'imaging strumentale, al fine di confermare quanto messo in discussione, escludere altre condizioni cliniche che hanno suscitato sospetto (es. tumori per i quali si possono riscontrare segni indiretti di patologia articolare), oppure evidenziare eventuali rotture tendinee o calcificazioni. Gli esami principalmente usati per definire una LCR sono:

- **Radiografia convenzionale** (RX) e **tomografia computerizzata** (TC), alle quali si ricorre per esaminare i tessuti duri nel sospetto di frattura (Oliva et al., 2015);

Andando più nel dettaglio, l'RX aiuta a stabilire le caratteristiche morfologiche delle diverse superfici articolari, mettendo in evidenza la possibile presenza di riduzione dello spazio subacromiale con risalita superiore della testa omerale, speroni ossei oppure osteofiti a livello dell'acromion, tutti segni d'esordio di artrosi o sindrome da impingement. Inoltre, si possono individuare calcificazioni periarticolari e cisti ossee del trochite, possibili precursori di disturbi a carico della cuffia dei rotatori (Giannini et al., 2017; Eajazi et al., 2015).

La TC è capace di diversificare con chiarezza muscolo e tessuto adiposo, realizzando un esame quantitativo che dimostra una potenziale degenerazione del ventre muscolare (Conchiglia & Gregori, 2017).

- **Ecografia** (US, o Ultrasuoni Muscolo-Scheletrici MSK US) e **Risonanza Magnetica Nucleare** (MRI) sono specifiche per lo studio dei tessuti molli localizzati nello spazio subacromiale; forniscono dettagli utili nella programmazione preoperatoria che riguardano: tipo di lesione tendinea, estensione ed orientamento della rottura (se è in senso verticale od orizzontale), presenza di retrazioni tendinee, tono-trofismo residuo dei muscoli, grado di infiltrazione adiposa, alterazioni dell'intensità di segnale (Giannini et al., 2017).

  La US ha una valida accuratezza diagnostica nel valutare le strutture muscolari e tendinee in fase statica e dinamica, e per quantificare l'integrità di tendini e borse sinoviali (Lee & Sheehan, 2016). La MRI è l'esame di scelta (più affidabile e specifico) per evidenziare eventuali alterazioni della cuffia, specialmente per le lesioni a tutto spessore piuttosto che per quelle parziali (Oliva et al., 2015); contribuisce nella conferma della diagnosi clinica, nel caso in cui si è orientati per la terapia chirurgica.

- **Artrografia con Risonanza Magnetica** (MRI-A), consiste in una risonanza magnetica con mezzo di contrasto di livello superiore in termini di sensibilità e specificità, al fine di diagnosticare danni parziali a carico delle fibre tendinee e cambiamenti del midollo osseo, nonostante abbia una limitata accuratezza; consente di visionare la congruenza dell'articolazione ed il mantenimento dei fisiologici rapporti articolari (De Jesus et al., 2009).

- **Artrografia con TC**, si tratta di una radiografia assistita da computer con mezzo di contrasto; è molto utile per identificare eventuali alterazioni ossee e lesioni della superficie cartilaginea in pazienti che presentano controindicazioni all'analisi mediante MRI (Jarraya et al., 2016; Conchiglia & Gregori, 2017): Entrambe le precedenti due opzioni sono ottime alternative, anche se il gold standard è rappresentato dall'artroscopia, una tecnica più invasiva in confronto alle precedenti per la quale si rende necessaria un'idonea ipotesi diagnostica.

2.4 Modalità di intervento

L'impostazione del trattamento delle LCR è incentrata su una serie di fattori paziente-correlati, che includono: età e richieste funzionali specifiche della persona, severità e sintomatologia della lesione, qualità del tendine e tono-trofismo muscolare.

Le LCR non tendono a guarire spontaneamente, bensì se trascurate hanno tendenza ad estendersi nel tempo, coinvolgendo altri tendini. Man mano tendini lesionati e muscoli vanno incontro a retrazioni; quindi, con più difficoltà sarà fattibile un riposizionamento del tendine nella propria inserzione d'origine; inoltre, conseguentemente al deficit metabolico si associa un decremento di sostanza tissutale dal punto di vista qualitativo e quantitativo. I ventri muscolari vengono interessati progressivamente da infiltrazione di tessuto adiposo (fenomeno per il quale non si osserva una risoluzione dopo la riparazione tendinea), fibrosi, perdita di trofismo e funzionalità.

La degenerazione tendinea e muscolare e l'abilità di ripresa del tendine è strettamente correlata all'entità della lesione e alla quantità di tempo trascorsa dall'esordio dei primi sintomi. Questo è il motivo per cui le rotture massive di cuffia, nonostante la chirurgia, presentano un'elevata percentuale di recidiva (Castagna et al., 2015).

2.4.1 Terapia Conservativa

L'approccio terapeutico iniziale per le LCR in genere è incruento (anche chiamato conservativo), ed è consigliabile per un periodo di almeno 4 mesi prima di considerare la chirurgia (Castagna et al., 2015), soprattutto nelle lesioni cronico-degenerative e/o atraumatiche in persone non atletiche senza grandi richieste di performance funzionali.

In circa l'80% dei soggetti, questa tipologia di trattamento è mirata a diminuire o eliminare dolore ed infiammazione; il raggiungimento di questi obiettivi comporta un miglior recupero della funzionalità della spalla.

I punti chiave riguardanti questa tipologia di gestione comprendono:

- **Riposo e modificazione o limitazione dei movimenti "*overhead*"**, astenendosi da sforzi che evocano dolore alla spalla. Prescrizione di un tutore di abduzione a discrezione del medico curante per riparare la spalla e mantenerla in sede.

- **Assunzione di farmaci antiflogistici sotto consiglio medico**, partendo da un ciclo completo e successivamente uso al bisogno; i FANS permettono un miglioramento della sintomatologia algica nel breve termine ma non producono effetti che incidono sulla funzionalità articolare (Athwal & Armstrong, 2022).

- **Terapia infiltrativa**, consiste nell'iniezione locale di cortisonici cronodose nello spazio subacromiale (è la sede ideale per questo trattamento, in quanto si tratta di una zona poco vascolarizzata) laddove il dolore non abbia giovato di altre opzioni terapeutiche. Il loro utilizzo è molto discusso in letteratura, nonostante la dimostrata risposta di riduzione della dolorabilità, diversi autori hanno rilevato effetti negativi a carico della struttura muscolo-tendinea (Athwal & Armstrong, 2022). Dunque, nella pratica viene riservata a pazienti anziani con basse richieste funzionali e/o con scarsa sintomatologia clinica (Clinica ortopedica manuale, 2018). Invece, le iniezioni di acido ialuronico sembrano rappresentare una valida e temporanea soluzione per persone che in futuro potrebbero andare incontro a chirurgia. Alcuni ortopedici fanno ricorso ad infiltrazioni con PRP (Plasma Ricco

di Piastrine) anche se per il momento non ci sono evidenze scientifiche che ne supportano la validità. In caso di sola infiammazione tendinea, le infiltrazioni possono essere molto efficaci.

- **Programma fisioterapico**, i cui obiettivi includono: recupero della completa articolarità, attraverso terapia manuale, esercizi di allungamento della capsula posteriore ed anteriore ed eventuale idrokinesiterapia[12]. Si continua con esercizi di rinforzo e controllo neuromuscolare, principalmente degli stabilizzatori e depressori della testa omerale. Infine, si eseguono esercizi propriocettivi di stabilizzazione per riequilibrare la coordinazione del complesso di articolazioni, in particolare la scapolo-toracica, e rendere la spalla funzionale in assenza di dolore (Krabak et al., 2003).

- **Consigli di prevenzione ed ergonomia**, tra cui evitare carichi che possono essere causa di stress a carico delle strutture muscolo-tendinee ed articolari.
  Si suggerisce di afferrare oggetti in prossimità del tronco con gomito flesso, in modo da ridurre il carico del momento esterno del braccio e rendere minima la richiesta di sforzo per il muscolo.

I vantaggi della modalità conservativa riguardano minori rischi di incorrere in complicanze legate all'intervento, ad esempio contrazione di infezioni, effetti dell'anestesia, rigidità permanente, che comportano tempi di recupero più lunghi. Attenzione va posta al fatto che la dimensione della lesione può crescere con il tempo, per cui vanno limitate diverse attività specifiche (Athwal & Armstrong, 2022).

[12] Nel caso di impossibilità di elevazione attiva della spalla oltre i 90°, si può proporre un periodo di terapia in acqua di circa 2-3 mesi. La particolarità di questo approccio è la possibilità, data l'assenza di gravità, di eseguire movimenti con una percezione di leggerezza degli arti e una minore dolorabilità.

2.4.2 Terapia Chirurgica

Secondo le Linee Guida pubblicate dalla Società Italiana di Chirurgia della Spalla e del Gomito (SICSeG) nel 2021, nel tentativo di un periodo di approccio conservativo risultato un insuccesso, se la lesione è molto vasta, si ha persistenza dei sintomi oltre 6 mesi, oppure in giovani atleti con richieste di ritorno a performance di livello (con cuffia integra, in assenza di retrazione tendinea eccessiva e degenerazione muscolare), lo specialista può valutare il ricorso all'intervento chirurgico di reinserzione o sutura termino-terminale (in funzione della sede di lesione) dei tendini della cuffia dei rotatori interessati (Osborne et al., 2016). Si ritiene che lesioni di spessore del danno maggiori del 50% con un'esposizione dell'osso dal margine articolare maggiore di 6 mm dovrebbero essere riparate chirurgicamente; mentre è dibattuto il trattamento di scelta nelle lesioni parziali (Clinica Ortopedica Manuale, 2018).

La riparazione tendinea può essere trattata attraverso tre metodiche differenti, le quali pare non abbiano differenze significative a livello di outcomes clinici:

- **A cielo aperto, "*open*"**: continua ad essere adoperata da diversi chirurghi, principalmente in situazioni di lesioni estese o complesse (Deprés-Tremblay et al., 2016; Athwal & Armstrong, 2022). Punti a sfavore di questa tecnica comprendono: disfunzione del muscolo deltoide, aumento del dolore post-operatorio, elevata incidenza di infezioni, lesione del nervo ascellare e rigidità articolare GO (Cho et al., 2015).

- **"*Mini-open*"**: approccio chirurgico mininvasivo assistito dall'artroscopia. Consiste nell'esecuzione di decompressione subacromiale, acromionplastica e riparazione della cuffia con punti transossei mediante split del deltoide, evitando così la sua rimozione. Si può convertire in un intervento a cielo aperto in qualsiasi momento durante la procedura in base alla dimensione della lesione e dalle abilità del chirurgo (Hata et al., 2001).

- **Artroscopia**: procedura tramite la quale, attraverso piccole incisioni per l'inserimento di cannule di circa 7-8 mm di diametro, si esaminano in un primo momento lo status dell'articolazione GO e della cuffia dal lato articolare.

  Se durante questa fase di diagnostica si riscontrano lesioni del sovraspinato e sottospinato e se il chirurgo ortopedico è presente, inizierà con uno sbrigliamento meccanico della degenerazione tendinea (per visionare al meglio la zona anatomica nella quale si effettuerà la sutura) e confronterà la distanza tra tendine residuo e cartilagine della testa omerale per valutare lo spessore della cuffia. In base a come si presenta il legamento coraco-acromiale verrà attuata una sezione, e poi se necessaria una acromionplastica[13].

Successivamente, il tessuto osseo localizzato sulla grande tuberosità omerale viene trattato per facilitare la proliferazione di cellule staminali ed accelerare il processo cicatriziale della sutura e poi si esegue la riparazione tendinea o tenorrafia, mediante sutura con ancorette, che presentano un occhiello per mezzo del quale passano i fili di sutura, che consentono una saldatura del tendine alla sede di inserzione anatomica.

Dunque, il target è ricostituire il "*footprint*", cioè la precisa e dettagliata anatomia inserzionale dei vari tendini a livello omerale; nel momento in cui si ha una degenerazione tissutale tale da ostacolare il chirurgo nel raggiungimento di questo obiettivo, si tenta di avvicinare i lembi della lesione (Porcellini et al., 2008).

Per quanto riguarda la tecnica di suturazione, essa varia a seconda della qualità del tessuto osteo-tendineo, può essere "*single row*" o a singola fila di ancorette oppure "*double row*" o a doppia fila di sutura transossea; quest'ultima è la più indicata, poiché richiama l'anatomia fisiologica (Ghodadra et al., 2009) e pare che abbia maggior successo in termini di stabilità (Sheean et al., 2018).

[13] Intervento associato specialmente nei casi cronici, consiste nella rimozione di parte della superficie antero-inferiore dell'acromion.

Spesso durante l'intervento si realizza una tenotomia (sezione tendinea che porta ad abbassamento della massa muscolare) del capo lungo del bicipite brachiale, che per la maggiore si mostra lesionato, causando instabilità e dolore (Castagna et al., 2015).

La probabilità di recidiva è simile tra le varie tecniche, ma in particolare l'artroscopia sembra che porti ad una riduzione del dolore in breve tempo, un più rapido recupero e ritorno all'esercizio fisico, e oltretutto un miglior aspetto dal punto di vista estetico (Deprés-Tremblay et al., 2016).

La percentuale di complicanze post-operatorie si aggira intorno al 10%, sono connesse alla condizione della lesione e qualità del tessuto nel preoperatorio, al rischio di contrarre infezioni, alla possibilità di lesione di un nervo (per stiramento eccessivo), ma soprattutto alla rigidità di spalla da corpo estraneo (ad esempio per il distacco di un'ancoretta).

Quest'ultima insorge specialmente in soggetti con comorbidità o storia di frozen shoulder oppure calcificazioni associate a tendiniti (George & Khazzam, 2012).

Al fine di programmare la riabilitazione sarà di fondamentale la collaborazione tra fisioterapista e chirurgo ortopedico, che fornirà informazioni riguardo le caratteristiche del tessuto, il grado di tensione delle suture effettuate e gli obiettivi che sono stati condivisi con il paziente prima dell'operazione (Clinica Ortopedica Manuale, 2018).

CAPITOLO III: RIABILITAZIONE POST-OPERATORIA

Il medico può arrivare ad una diagnosi approfondita dei meccanismi patologici sottostanti ad anomalie di postura e movimento della spalla solamente se è consapevole della modalità d'azione esercitata dai vari gruppi muscolari. È una conoscenza essenziale per pianificare un trattamento riabilitativo efficace che mira a recuperare la fisiologica funzionalità muscolare. Come evidenziato dalle Linee Guida pubblicate dal Muscles Ligaments and Tendons Journal nel 2016, il piano terapeutico deve essere sempre personalizzato al singolo paziente, e può subire variazioni in funzione della qualità dei tessuti rimasti e dei tempi biologici di riparazione dei tessuti danneggiati, dalle capacità funzionali e di motivazione del paziente, dall'estensione della lesione o dalla gravità dell'evento traumatico e dalle indicazioni del chirurgo. Questi ultimi, insieme ad altri fattori, sono determinanti sugli esiti dell'intero percorso riabilitativo.

Durante la riabilitazione, le diverse modalità di esercizio devono essere introdotte al momento giusto. Si raccomanda inoltre una graduale ripresa delle attività sportive e ricreative, solamente dopo un'adeguata rieducazione funzionale e in assenza di dolore. Articolarità e forza muscolare saranno complete e simili alla spalla controlaterale a circa 6 mesi seguenti alla riparazione chirurgica della cuffia dei rotatori (Oliva et al., 2016).

3.1 Protocollo Riabilitativo Tradizionale Post-Intervento

Il decorso successivo all'operazione è centrato sul rispetto dei tempi biologici di riparazione del tessuto trattato e, secondo le Linee Guida pubblicate dal Muscles Ligaments and Tendons Journal nel 2016, si distinguono più fasi di trattamento:

- **Fase Iniziale o Acuta**: nelle prime 3-4 settimane circa, l'arto viene immobilizzato all'interno di un tutore insieme ad un piccolo cuscino che lo posiziona in abduzione a 30°, al fine di favorire la cicatrizzazione ed evitare l'insorgenza di infiammazioni (La riabilitazione in ortopedia, 2014). Verrà rimosso un paio di volte al giorno per una graduale mobilizzazione passiva e indolore (Oliva et al., 2016). Inoltre, si raccomanda al paziente di attivare la catena cinetica prossimale,

eseguendo con costanza movimenti di polso, mano e gomito attivamente, al fine di preservare la salute delle articolazioni.

Dal primo mese dall'operazione fino al terzo mese circa, il trattamento è concentrato sul miglioramento della sintomatologia algica e sul recupero del range articolare passivo e attivo, istruendo il paziente a svolgere esercizi di auto-mobilizzazione passiva da eseguire quotidianamente anche a domicilio con l'ausilio di bastone, carrucola e asciugamano, stretching, esercizi in acqua e ripresa di utilizzo dell'arto nelle attività della vita quotidiana. Inoltre, verranno programmate visite di controllo con il chirurgo ortopedico, che valuterà e approverà un progressivo recupero dell'attività di carico (Bellachioma, 2022).

- **Fase di Recupero**: nel periodo successivo a tre mesi post-intervento, comincia un allenamento di rinforzo per cuffia dei rotatori, deltoide, bicipite brachiale e muscoli stabilizzatori della scapola, addestrando il paziente a compiere esercizi terapeutici con l'obiettivo di una ottimale ripresa della funzionalità globale della spalla. In aggiunta al lavoro di fisioterapia "*a secco*", si può associare l'idrokinesiterapia o terapia in acqua, che rappresenta una buona alleata in caso di dolore al movimento persistente. È importante che non risultino accelerate le tempistiche, bensì mantenendo il focus sui principali obiettivi del trattamento.

- **Fase Funzionale**: dal quarto al sesto mese, variabile a seconda delle aspettative del paziente, si addestrerà a strategie motorie facilitanti il recupero dell'autonomia e il ritorno allo svolgimento delle attività quotidiane, sportive e/o lavorative, motivandolo a proseguire con costanza nella propria realtà quanto appreso dal trattamento riabilitativo; inoltre tutte le attività svolte fin d'ora continuano con un graduale incremento di difficoltà, al fine di riacquistare il gesto atletico specifico (La riabilitazione in ortopedia, 2014).

3.2 Obiettivi

Le finalità prestabilite dal programma di riabilitazione post-operatoria sono:

- Controllo e riduzione del dolore e della flogosi;
- Contenimento dell'edema e miglioramento dello stato della cicatrice;
- Ripristino del completo range di escursione articolare passivo e attivo;
- Ripresa di forza muscolare, flessibilità e resistenza allo sforzo;
- Incremento dell'autonomia nelle attività di vita quotidiana (ADL);
- Addestramento del paziente al corretto svolgimento autonomo degli esercizi;
- Recupero della capacità di propriocezione, di un'ottimale funzionalità dell'arto e di un adeguato allineamento posturale (Bellachioma, 2022);
- Ottimizzazione del gesto lavorativo e/o atletico-sportivo specifico;
- Correzione di una eventuale discinesia scapolo-toracica.

La graduale gestione da parte del fisioterapista delle varie tipologie di carico deve avvenire anche sotto supervisione del chirurgo ortopedico. Perciò sono da evitare:

- Carichi di trazione (supportando pesi con l'arto addotto al corpo);
- Carichi di compressione;
- Esercizi a leva lunga (sfavorevole);
- Overstretching in fase acuta, superando i 90° di elevazione e abduzione;
- Esercizi provocanti eccessiva fatica muscolare;
- Esercizio pendolare di Codman in mancanza di un sostegno d'appoggio.

3.3 Meccanismi di Stabilizzazione GO

Nel programma riabilitativo post-operatorio, in concomitanza al lavoro di recupero della mobilità articolare della spalla, deve essere necessariamente accompagnata una rieducazione al corretto reclutamento muscolare, che consentirà poi il raggiungimento di una maggiore stabilità articolare in tutto il complesso (Oliva et al., 2016).

Partendo da esercizi eseguiti in isometria per riattivare i diversi gruppi muscolari si arriva ad esercizi isotonici, a mano a mano poi si aggiungono resistenze (manuali da parte del fisioterapista oppure elastiche) e pesi, in modo che il paziente si abitui nuovamente a sforzi di maggiore entità e ad un graduale aumento del carico.

Durante l'esecuzione di tali esercizi di rinforzo si richiede la massima ampiezza di movimento possibile, pur sempre rispettando la soglia del dolore ed evitando che vengano svolti in maniera errata con meccanismi di compenso.

Il paziente dovrà essere informato che nel corso dei primi mesi della sua riabilitazione sarà necessario interrompere o ridurre l'impegno in determinate attività sportive. Inoltre, dovrà evitare tutto ciò che può esacerbare il dolore, inclusi carichi di lavoro eccessivi. Non è raccomandato l'utilizzo di metodi come massaggi connettivali profondi, scollamenti scapolari, trigger point, shock termici e/o elettrostimolazioni.

3.3.1 Esercizi Isometrici

Ricordando il principio di contrazione isometrica, esso consiste nel ricercare un accurato coinvolgimento muscolare senza che si realizzi una variazione di lunghezza del tessuto contrattile con spostamento del segmento osseo interessato. Questa tipologia di esercizio permette un iniziale ricondizionamento della forza muscolare, soprattutto nella fase acuta in cui è presente in maniera significativa il dolore alla spalla.

In primo luogo, sono consigliati esercizi in isometria a basso carico e resistenza, in decubito laterale e in posizione prona per prendere coscienza della corretta attivazione dei gruppi muscolari e ovviare possibili meccanismi di compenso o atteggiamenti antalgici durante lo svolgimento degli esercizi, per poi passare alla gestione dell'esercizio da seduto ed infine in stazione eretta.

Il programma di esercizi isometrici è orientato ai seguenti gruppi muscolari:

- **Muscoli stabilizzatori GO**: reclutabili in posizione seduta, esercitando con entrambi gli arti superiori estesi lungo i fianchi una pressione verso la superficie

d’appoggio; con la stessa modalità, si possono coinvolgere i muscoli gran pettorale (portando le braccia in avanti rispetto ai fianchi) e gran dorsale (portando le braccia indietro rispetto ai fianchi). Per quanto riguarda i fasci anteriori, medi e posteriori del muscolo deltoide, la loro attivazione isometrica si può compiere in stazione eretta rivolti ad una parete, con il gomito flesso a 90°.

A seconda del gruppo di fasci muscolari che si intende reclutare maggiormente, si applicherà una spinta rivolta al muro rispettivamente con il pugno, con il gomito o con l’avambraccio.

- **Muscoli abbassatori della testa omerale**: da seduto con l’ausilio di un bastone posizionato al centro vicino l’addome, con il quale il paziente dovrà attuare delle spinte direzionate verso il pavimento.

- **Muscoli rotatori esterni ed interni**: in piedi, di fronte alla parete, con il gomito aderente al fianco e flesso a 90° e l’avambraccio (rispettivamente la superficie esterna ed interna) posato al muro; si imprime una pressione (rispettivamente orientata verso l’esterno e l’interno). Focalizzando l’attenzione sul muscolo sottoscapolare, può essere reclutato in stazione eretta, richiamando i movimenti testati attraverso il “*Belly Press Test*” e il “*Lift-off Test*” ma con l’interposizione di un oggetto (cuscino o asciugamano) tra mano e addome o tra mano e schiena.

- **Muscoli stabilizzatori scapolari**: in posizione distesa in decubito prono con entrambe le braccia lungo i fianchi, il paziente deve portare verso l’alto le braccia e mantenerle sospese per qualche secondo. Lo stesso esercizio si può eseguire con i pollici rivolti verso l’alto oppure con le braccia disposte a 45° o 90°.

  Per coinvolgere maggiormente i muscoli romboidi, sempre da prono, si mantengono entrambe le braccia sospese con i gomiti flessi a 90° e i pollici orientati verso il soffitto. Invece, nella stessa posizione di partenza, il muscolo dentato anteriore si può reclutare portando un braccio fuori dal lettino e interponendo un oggetto (pallone, cuscini, libri) tra pavimento e mano, il paziente dovrà applicare una pressione diretta verso il basso; mentre per coinvolgere i fasci superiori e medi del muscolo trapezio bisogna effettuare un movimento a partenza

dal basso verso l'alto del braccio fuori dal lettino, variando il suo orientamento rispetto al tronco (rispettivamente obliquo verso l'alto e in linea con la spalla con il pollice verso l'alto).

L'esecuzione di ciascun esercizio è mirata oltre che al recupero del movimento attivo e del tono muscolare, anche alla presa di coscienza della postura atteggiata in apertura di spalle congiunta alla retroposizione scapolare (Guida pratica al trattamento riabilitativo della spalla, 2007). Si evidenzia inoltre che il lavoro di recupero articolare e muscolare per la rotazione interna ed esterna verrà intrapreso gradualmente, passato circa almeno 1 mese dall'intervento e una volta attenuata la sintomatologia dolorosa.

3.3.2 Esercizi di Mobilità Passiva e Attiva

Innanzitutto, con il termine mobilità si intende la capacità di muovere gli arti in tutte le direzioni con la maggiore ampiezza possibile. Rappresenta un elemento di qualità, in quanto se mantenuta costante nel tempo, riveste un ruolo fondamentale nella prevenzione dagli infortuni e permette sempre più un'accurata esecuzione degli esercizi.
Specialmente nel distretto spalla, acquisire una mobilità ottimale significa avere una migliore funzionalità e agevolare lo svolgimento dei gesti quotidiani.

Punto cardine della riabilitazione post-operatoria nelle LCR, è sempre consigliata inizialmente sul piano scapolare (in elevazione e abduzione, evitando i movimenti di rotazione) a due settimane dall'intervento chirurgico, svolta dal fisioterapista con una frequenza di almeno tre volte a settimana. A distanza di un mese, si prosegue con le stesse mobilizzazioni passive fino al completo recupero dell'articolarità (in aggiunta, il fisioterapista effettua una mobilizzazione scapolare sul paziente in decubito laterale), e man mano si inizia con le mobilizzazioni attive-assistite e attive, introducendo poi il lavoro sulle rotazioni. A 5 settimane dall'operazione, il paziente può cominciare mobilizzazioni auto-passive con i galleggianti in acqua (esercizi attivi per i depressori omerali) almeno due volte a settimana, finalizzate al graduale recupero del ROM attivo.

Tra i principali esercizi di auto-mobilizzazione utilizzati in riabilitazione si evidenziano:

- **Elevazione anteriore**, partendo da una posizione distesa supina, con ginocchia flesse e piedi appoggiati al tappeto o lettino; si può eseguire incrociando le mani a gomiti estesi accompagnando la spalla operata, oppure con l'aiuto di un bastone regolando la distanza tra le due mani, distanziandole gradualmente. Lo stesso movimento è realizzabile in stazione eretta con differenti modalità: rivolti verso un tavolo, portando il braccio disteso in avanti lungo la superficie; di fronte alla parete, facendo scorrere la mano gradualmente verso l'alto; con l'ausilio di una carrucola per cui, abbassando il braccio controlaterale si eleva il braccio interessato a gomito esteso, mantenendo nel mentre la spalla abbassata.

- **Abduzione**, a partire dalla posizione seduta, impugnando un bastone con le mani distanziate tra loro verso le estremità, tramite il quale spingendo con il braccio opposto si eleva lateralmente il braccio con la spalla operata. Identico meccanismo come nell'elevazione si può compiere alla carrucola, appoggiando la schiena alla porta, oppure di fianco alla parete.

- **Rotazione esterna ed interna**, iniziando da una posizione supina con ginocchia flesse e piedi a contatto col lettino o tappeto: con le mani incrociate dietro la testa, allontanare lateralmente i gomiti per poi successivamente riavvicinarli; altra variante con braccio addotto al fianco e gomito flesso a 90°, si porta in rotazione esterna aiutandosi con un bastone; oppure con le braccia abdotte e i gomiti flessi entrambi a 90°, impugnando il bastone alle estremità, si portano le braccia alla massima ampiezza possibile in extrarotazione ed intrarotazione.

- **Adduzione in retroposizione**, aiutandosi per esempio con un asciugamano, la spalla interessata dall'operazione viene trascinata dal braccio controlaterale verso il lato opposto. Invece il movimento di adduzione in anteposizione consiste nel portare il gomito della spalla operata verso di sé.

- **Presa di coscienza del movimento di retrazione scapolare**, per cui il paziente in piedi o seduto avvicina le scapole tra loro mantenendole per qualche secondo.

Nell'addestramento a questa sequenza di esercizi, sarà compito del fisioterapista osservare e correggere eventuali compensi messi in atto dal paziente, per fare in modo che quest'ultimo li possa eseguire correttamente in autonomia a domicilio. Infine, è di necessaria importanza ricordare che devono essere svolti in assenza di dolore (Guida pratica al trattamento riabilitativo della spalla, 2007).

3.3.3 Rinforzo Muscolare

Dopo una prima fase in cui il paziente ha preso confidenza con gli esercizi isometrici, il trattamento si concentrerà sul progressivo incremento di carico e controllo neuromuscolare, sulla tonificazione e allo stesso tempo sulla rieducazione posturale.
Si passerà dunque ad una modalità di esercizio che prevede una contrazione isotonica, ovvero quando i segmenti ossei sui quali si inseriscono i muscoli si spostano e si viene a creare una forza o tensione contrattile costante. Quest'ultima si suddivide in due fasi:

1. **Concentrica**: nel momento in cui la muscolatura tende all'accorciamento producendo forza, per esempio quando si alza un peso.
2. **Eccentrica**: ogni volta che il muscolo subisce un allungamento generando forza, per esempio abbassando lentamente lo stesso carico.

In generale, l'esercizio fisico rappresenta una terapia efficace per il dolore alla spalla e in particolare per le LCR. Secondo il modello di trattamento definito da Cook nel 2013, è il trattamento chiave per questa patologia, poiché è in grado di produrre cambiamenti cellulari e strutturali. Tuttavia, non è noto quale programma di esercizio basato sullo sviluppo muscolare rappresenti il gold standard per la LCR a causa dell'ampia varietà di metodi di esercizio attualmente utilizzati (Dominguez-Romero et al., 2021).

Ancora una volta, sulla base del modello proposto da Cook, si è stabilito che ciascun paziente è dotato di una specifica tolleranza al carico, valutata con un determinato test di carico. Questo ha dato luogo a spunti di riflessione sul fatto che si dovrebbero ricercare maggiori prove scientifiche sulla valutazione e gestione del carico appropriato, piuttosto che la modalità di esercizio terapeutico più adeguata.

L’esercizio darà benefici o meno a seconda di quanto al paziente risulti faticoso, e ciò potrebbe essere uno tra i motivi per cui non si riscontrano differenze ogni volta che si confrontano diversi tipi di esercizio fisico. Oltretutto, la maggioranza degli studi riportati in letteratura scientifica che prendono in analisi l’esercizio terapeutico lo combinano con altri trattamenti, il che rende difficile riconoscere con esattezza la sua efficacia.

In particolar modo, esercizi isotonici con l’applicazione di un carico extra, come ad esempio bande elastiche, resistenze e/o pesi rispettivamente di durezza e chili progressivamente crescenti, sono specifici e fondamentali per il recupero graduale della forza dei gruppi muscolari interessati dalla patologia: in primo luogo abbassatori omerali e stabilizzatori scapolari, per poi proseguire con il recupero di un corretto equilibrio muscolare tra deltoide e cuffia dei rotatori.

Altre modalità di lavoro mirate al rinforzo muscolare possono essere:

- Esercizi a catena cinetica aperta (dove mani e/o piedi sono in contatto con una superficie e non si possono muovere), oppure a catena cinetica chiusa (in cui le estremità degli arti superiori ed inferiori non sono vincolate ad una superficie);
- Esercizi con una co-contrazione della muscolatura GO agonista-antagonista;
- Esercizi con elevati carichi eccentrici;
- Esercizi compiuti sotto supervisione del terapista;
- Esercizi da svolgere in autonomia a domicilio;
- Esercizi pliometrici a massimo impegno e controllo neuromuscolare: si tratta di una tipologia di esercizio dinamico che comporta una prima contrazione eccentrica seguita da un movimento esplosivo (noto anche come contrazione concentrica) da parte dello stesso muscolo.

È da tenere in considerazione che tutti gli esercizi rivolti allo sviluppo della forza muscolare devono essere necessariamente svolti in assenza di dolore. Inoltre, si è osservato che nessuna di queste modalità di esercizio ha maggior efficacia l’una più dell’altra nel trattamento post-chirurgico delle LCR, bensì tutte tendono a migliorare dolore e funzionalità della spalla in modo similare (Guida pratica al trattamento riabilitativo della spalla, 2007).

Come accennato precedentemente, è di fondamentale importanza intraprendere un lavoro globale per mezzo di tecniche di rieducazione posturale mirate alla presa di coscienza di una postura idonea e al rinforzo dei muscoli stabilizzatori del rachide e del tratto lombo-pelvico (può essere utile svolgere in un primo momento esercizi al tappeto, per poi provare esercizi di rinforzo abbinati a destabilizzazioni del tratto lombo-pelvico, focalizzandosi sull'attivazione del core), che consentono di correggere o controllare eventuali disequilibri posturali correlati, ad esempio rigidità a carico del rachide cervicale, ipercifosi dorsale, spalle e di conseguenza scapole anteposte ed elevate, talvolta associate a contrattura del muscolo piccolo pettorale.

Infatti, in soggetti con limitazione dei movimenti della spalla si apprezza una postura caratterizzata da una spalla più bassa, anteposta e con omero intraruotato rispetto alla spalla controlaterale.

Pertanto, si crea una rotazione compensatoria del rachide cervicale con conseguente cervicalgia e durante il cammino si osserva una perdita del pendolarismo e sincronia braccia-gamba, con sofferenza e ripercussione funzionale sul tratto lombare.

Infine, si mettono in evidenza i vantaggi del coinvolgimento attivo dell'utente nella fisioterapia, al fine di garantire una maggiore aderenza al trattamento.

3.4 Stretching e Tecniche di Terapia Manuale

Gli esercizi di stretching, congiuntamente alle mobilizzazioni passive effettuate dal fisioterapista, verranno intrapresi nella fase iniziale. Poi, tramite una costante progressione nell'esercizio fisico, il paziente recupererà l'articolarità autonomamente. Sempre restando sulla stessa linea degli esercizi di auto-mobilizzazione passiva, si consiglierà al paziente di eseguire con perseveranza delle sequenze da supino oppure in piedi di fronte o a fianco della parete, con o senza l'ausilio di un bastone o una carrucola, che comportino l'allungamento delle strutture muscolari e periarticolari.

Questi esercizi devono essere ripetuti mantenendo il braccio in massimo allungamento nelle varie direzioni del cono articolare, per assicurare uno stretching ottimale di tutte le strutture. Si ricorda che la posizione deve essere tenuta per pochi secondi, senza movimenti bruschi ed evitando molleggi, bensì effettuando una leggera e prolungata pressione per poi ritornare gradualmente in posizione di partenza.

Dunque, all'esordio del trattamento riabilitativo sono da considerare e mettere in atto tecniche di terapia manuale e di allungamento, in quanto la perdita del completo ROM articolare può essere legata all'insorgenza di forte dolore o all'instaurarsi di possibili aderenze capsulari, che comportano una limitazione funzionale del distretto spalla.

Gli interventi di terapia manuale sono stati definiti dalla International Federation of Orthopaedic Manipulative Physical Therapist (IFOMPT) come la capacità di compiere movimenti manuali da parte di un terapeuta.

In particolare, attraverso la terapia manuale si cerca di riattivare il meccanismo artrocinematico di rotolamento e scivolamento gleno-omerale ("*roll e slide*") e di scivolamento subacromiale, allo stesso tempo bloccando la scapola durante i vari movimenti nei piani dello spazio, al fine di evitare e risolvere compensi scapolari.

La terapia manuale e l'esercizio fisico, solitamente somministrati insieme come componenti di un intervento fisioterapico, sono comunemente utilizzati nella gestione della patologia della cuffia dei rotatori (Page et al., 2016).

La terapia manuale comprende qualsiasi movimento applicato dal terapista alle articolazioni e ad altre strutture, ad esempio la mobilizzazione o la manipolazione (ne esistono diversi tipi, tra cui Kaltenborn, 1976; Maitland, 1977; Mulligan, 1989).

Si è ipotizzato che gli interventi di terapia manuale ed esercizio fisico producano una serie di effetti fisiologici e biomeccanici benefici a favore di una migliore guarigione. La terapia manuale è impiegata per ridurre il dolore stimolando i meccanocettori periferici e inibendo i nocicettori, e per aumentare il range di escursione articolare migliorando gli scambi tra il liquido sinoviale e la matrice cartilaginea.

L’esercizio fisico mira al rafforzamento dei muscoli indeboliti e alla correzione dello squilibrio nella funzione stabilizzatrice della cuffia dei rotatori, ripristinando mobilità, propriocezione e funzionalità della spalla.

Quando somministrati insieme, non è chiaro se gli effetti della terapia manuale con l’esercizio rappresentino gli effetti della sola terapia manuale, o del solo esercizio oppure un’interazione tra i due. Si è suggerito che gli effetti analgesici a breve termine della terapia manuale possano consentire a pazienti affetti da altre patologie muscolo-scheletriche di eseguire esercizi progettati per produrre cambiamenti a lungo termine nella funzione muscolare e nel range di movimento. Un simile meccanismo d’azione potrebbe verificarsi nelle persone affette da patologia della cuffia dei rotatori.

Recentemente sono state pubblicate revisioni sistematiche sull’efficacia della terapia manuale e degli esercizi per il trattamento delle LCR, per cui gli autori hanno concluso sulla base di evidenze di livello da basso a moderato che la terapia manuale utilizzata da sola o in combinazione con altri interventi riduce significativamente il dolore nei soggetti affetti da LCR e questo effetto può essere o meno clinicamente importante. Mentre sulla base di evidenze di basso livello, non risulta chiaro se la terapia manuale possa migliorare la funzionalità nel trattamento della LCR.

3.5 Cenni di Fisiologia della Propriocezione

Il corpo umano, al fine di accompagnare la persona nelle attività della vita quotidiana, ripone la sua fiducia in una “*sinfonia*” di input sensoriali, che mandano frequenti informazioni riguardo a situazioni che si stanno affrontando (Ager et al., 2020). Spesso, trattandosi di fonti di potenziale pericolo, è necessaria una cooperazione tra i cosiddetti “*sensi primari*”, distinti nel seguente schema.

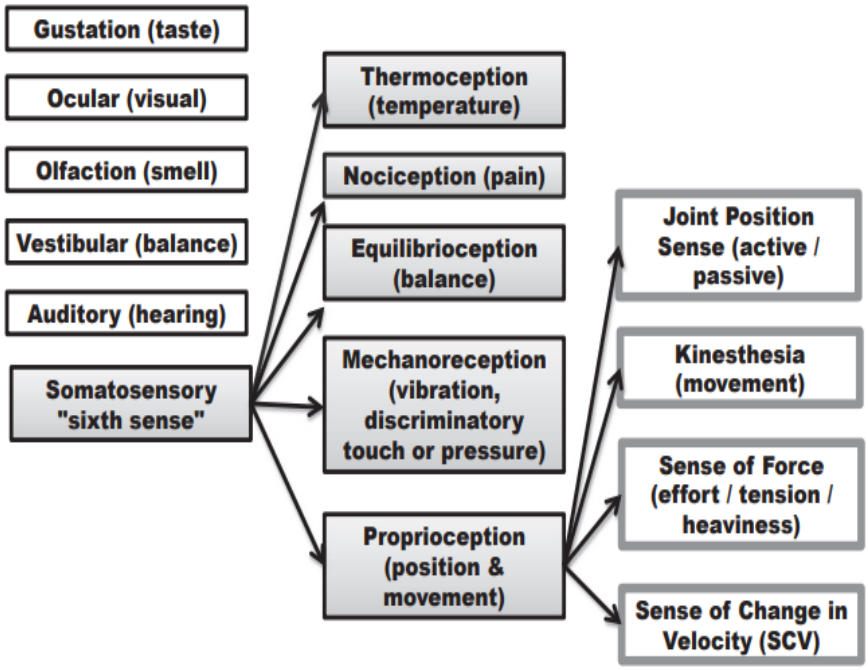


Figura 3.1 *Diagramma di flusso riguardante il sistema sensoriale multimodale del SNC e SNP, con dettaglio sulle componenti della propriocezione (Ager et al., 2020).*

Di questi, viene considerato come "*sesto senso*" la sfera somatosensoriale, che racchiude diverse componenti, tra cui la propriocezione.

Il termine propriocezione viene definito da Charles Sherrington nel 1906 come "*la capacità di percezione del movimento e del posizionamento delle articolazioni e degli arti nello spazio, rispetto al corpo e all'ambiente circostante, in assenza di feedback visivo*" (Ager et al., 2017), che comprende quattro domini di sopra riportati.

Questo concetto si riflette sulla stabilità dinamica dell'articolazione GO, che richiede l'integrità di entrambi i sistemi di controllo neuromuscolare (o sensomotorio) e muscoloscheletrico. Questi ultimi sono coinvolti da un punto di vista funzionale nell'attività dei meccanorecettori o propriocettori, localizzati nei tessuti muscolari e connettivi periarticolari, che convertono gli stimoli meccanici in potenziali d'azione per la trasmissione di afferenze (informazioni sensoriali) al sistema nervoso centrale (SNC) tramite due vie:

- **Via "*cosciente*"**: a partire dal corno dorsale del midollo spinale decorre la via lemnisco mediale diretta verso il talamo (dove avviene l'integrazione di tutti gli input sensoriali), poi le proiezioni talamo-corticali salgono all'area

somatosensoriale primaria della corteccia cerebrale consentendo l'acquisizione di consapevolezza della posizione del braccio e del suo movimento nello spazio;

- **Via "*inconscia*"**: tramite le vie spinocerebellari arriva fino al cervelletto.

Dopo un processo di elaborazione delle informazioni propriocettive, avviene l'invio di una risposta efferente (informazione motoria) che dà origine ad un comando motorio di feedback e ad un movimento volontario dell'articolazione.

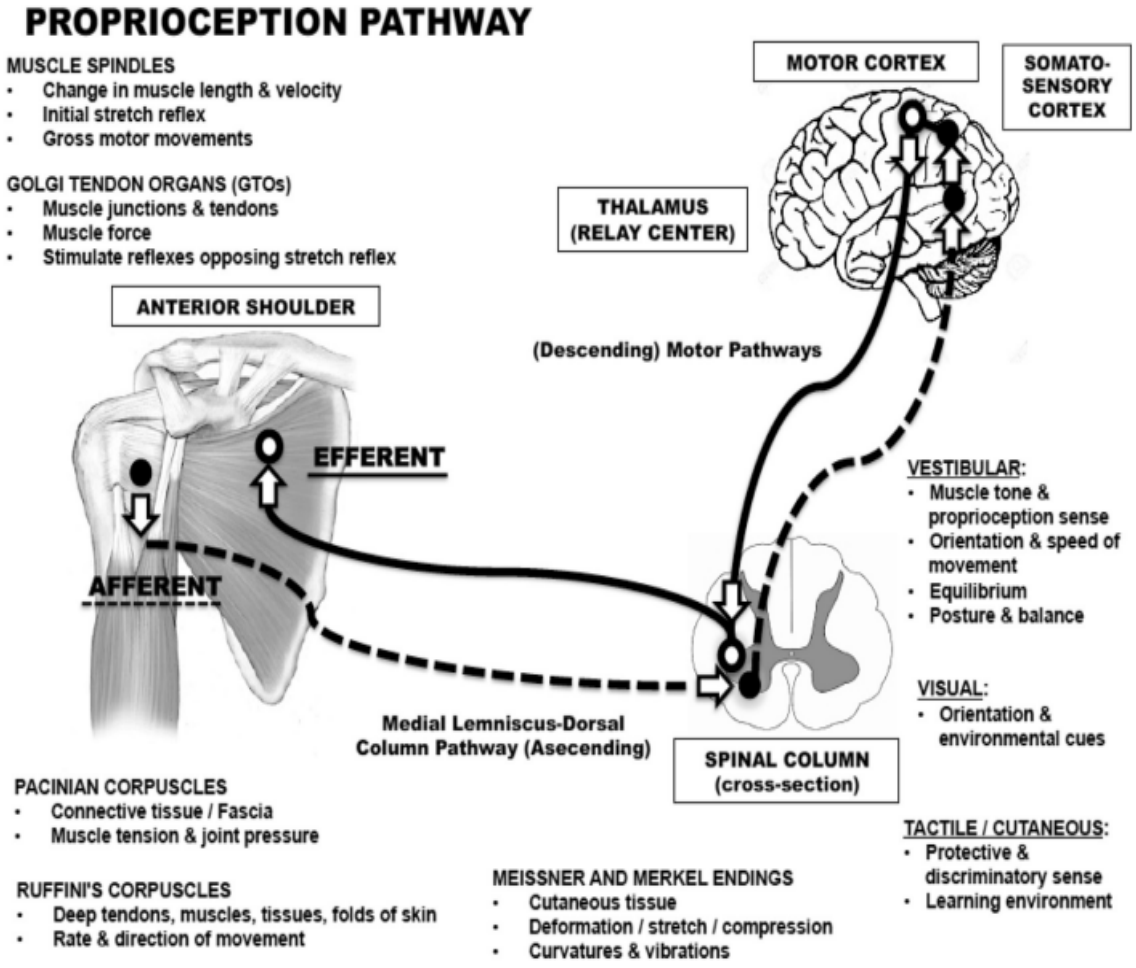


Figura 3.2 *Rappresentazione grafica dell'afferenza ed efferenza della via propriocettiva della spalla. Si può notare come le informazioni propriocettive provenienti dal lato destro del corpo vengono elaborate nella corteccia somatosensoriale dell'emisfero sinistro (Ager et al., 2017).*

Attraverso la complessa interazione tra sistemi periferici e centrali di sopra descritta, si riflette il ruolo chiave della propriocezione nel controllo sensomotorio: durante i movimenti risulta importante sia per il controllo a feedback (reattivo) che per il controllo

a feedforward (preparatorio), ma anche per la regolazione della rigidità muscolare al fine di ottenere movimenti coordinati ed equilibrati, e per la postura e stabilità dell'articolazione. Come già spiegato, la spalla è l'articolazione più mobile ed intrinsecamente instabile del corpo umano, per cui la necessità di un sistema di stabilizzazione attivo, forte e coordinato è imprescindibile (Sutton et al., 2022).

Ciò che ne consegue è che qualsiasi evento che influisce negativamente sulla propriocezione può potenzialmente ridurre la stabilità, la coordinazione e la precisione dell'articolazione, indipendentemente dal fatto che la causa sia rappresentata da malattie, dolori, versamenti, traumi o affaticamento (Sutton et al., 2022). Diversi studi hanno documentato un'alterazione del senso di propriocezione della spalla in soggetti con lassità articolare, atleti che praticano sport ad elevata frequenza di movimenti overhead, in concomitanza con il dolore alla spalla, nelle LCR ed atleti affaticati.

Rimane incerto però il meccanismo specifico alla base della disfunzione propriocettiva: è stato suggerito che potrebbe essere legata ad un danno localizzato ai nervi o ai tessuti, alla desensibilizzazione del sistema nervoso, compresi i meccanorecettori localizzati, a modifiche della rappresentazione cerebrale (che portano ad un'alterata elaborazione centrale delle afferenze), alla presenza di dolore (per cui l'apprezzamento cosciente degli input propriocettivi potrebbe essere soppresso da forti segnali nocicettivi; oppure potrebbe anche esserci un'interferenza con un comando propriocettivo discendente, che è stato sistematicamente sovrascritto dal feedback nocicettivo), di versamento o affaticamento, o ad una combinazione di questi fattori.

Per quanto riguarda le dimensioni delle LCR, si è riscontrato che la compromissione della propriocezione della spalla è correlata alla gravità della lacerazione stessa (Gumina et al., 2019). Questo potrebbe essere spiegato dal fatto che le lacerazioni massive della cuffia comportano un danno maggiore al tessuto periferico e ai suoi recettori.

Infine, la relazione tra acuità propriocettiva e dolore alla spalla è importante da comprendere poiché ha implicazioni cliniche dirette, specialmente nello sviluppo di piani di trattamento riabilitativi individualizzati, in quanto un deficit propriocettivo può causare uno schema motorio patologico (Ager et al., 2020).

3.5.1 Esercizi Propriocettivi

Il lavoro di stimolazione del meccanismo propriocettivo tramite esercizi funzionali è una componente cruciale dei programmi di riabilitazione per soggetti affetti da problematiche di spalla (Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico, 2019).

In letteratura scientifica sono presenti dati a testimonianza del fatto che l'allenamento propriocettivo può condurre verso miglioramenti significativi nella funzione somatosensoriale e sensomotoria, e che può indurre un processo di riorganizzazione corticale, rafforzando la teoria che si tratti di un metodo utile e praticabile nella riabilitazione della spalla (Aman et al., 2015).

L'essenziale meccanismo di feedback e feedforward sensorimotorio dei propriocettori è finalizzato all'ottenimento di una stabilità posturale in presenza di perturbazioni dell'ambiente circostante; è fondamentale per pianificare ed affinare in termini di coordinazione il movimento in situazioni di deviazione della traiettoria.

Nel corso di un allenamento del senso di propriocezione si propongono esercizi a progressivo incremento di difficoltà: iniziando da facilitazioni propriocettive, ovvero esercizi ad occhi aperti davanti allo specchio, proponendo un sostegno statico del peso, esercizi di bilanciamento degli arti superiori, disegnando o seguendo numeri, forme o traiettorie, ed esercizi al muro o in posizione quadrupedica di stabilizzazione scapolare dinamica (Ager et al., 2020). Si può rendere più complicata la loro esecuzione svolgendoli ad occhi chiusi, oppure utilizzando tavole di equilibrio o "*balance boards*" di varie forme (quadrata, rettangolare, rotonda), palla bobath, pallina da tennis, disco di gomma skimmy, bosu ball, trampolino elastico (rebounder) ecc.

In particolar modo si è osservato che un training dell'arto superiore con ausilio di superfici instabili è in grado di migliorare nello specifico l'acuità propriocettiva della spalla in persone con una disabilità propriocettiva nota (Ager at al., 2020).

CAPITOLO IV: CONTRIBUTO SPERIMENTALE

4.1 Disegno di Studio

Studio clinico randomizzato controllato, mirato a valutare l'efficacia di uno specifico trattamento integrato nel percorso riabilitativo in regime ambulatoriale di dieci pazienti.

In base ad un sorteggio svolto con randomizzazione, i partecipanti sono stati inseriti nel gruppo sperimentale o nel gruppo di controllo senza considerare altri fattori, il che ha permesso la creazione di due gruppi con variabili indipendenti distribuite in modo equo.

Il criterio di "*allocazione celata*", che significa tenere nascosto al paziente (portandolo dunque a "*cecità*") a quale dei due gruppi sia stato casualmente assegnato, è stato utilizzato al fine di aggirare l'effetto placebo, che è spesso è la causa dei pensieri di sfiducia verso la tipologia di trattamento alla quale si va incontro.

4.1.1 Obiettivi dello Studio Sperimentale

Il fine che si intende perseguire in questo progetto di studio è valutare e verificare l'efficacia di un protocollo di esercizi propriocettivi nella diminuzione del dolore e della paura legata al movimento (anche detta kinesiofobia), e nel recuperare un'ottimale articolarità e funzionalità della spalla in una popolazione di soggetti che sono stati sottoposti ad intervento chirurgico di riparazione dei tendini della cuffia dei rotatori.

4.2 Materiali e Metodi

A partire da febbraio 2023 fino a settembre 2023, sono state inserite nel progetto di studio 10 persone di entrambi i sessi, con un range di età tra i 50 e i 70 anni, tutte sottoposte ad intervento di chirurgia artroscopica di sutura dei tendini della cuffia dei rotatori e tenotomia del capo lungo del bicipite brachiale, tramite tecnica artroscopica.

Invece, sono stati esclusi soggetti di età superiore ai 70 anni, con sospetto di red flags (presenza di fratture, neoplasie, processi infettivi e/o infiammatori in atto) oppure con deficit cognitivi importanti o che assumono farmaci tendenti a deprimere le funzioni sensoriali, viste le competenze necessarie per la tipologia di trattamento proposta.

In totale, sono stati raccolti e analizzati i dati di 10 soggetti presso il centro ambulatoriale, e sono stati suddivisi in due gruppi, formati da 5 persone ciascuno:

- **Gruppo sperimentale**, che comprende 2 donne e 3 uomini, di cui 2 sono stati operati alla spalla destra e 3 sono stati operati alla spalla sinistra.
- **Gruppo di controllo**, che comprende 2 donne e 3 uomini, di cui 3 sono stati operati alla spalla destra e 2 sono stati operati alla spalla sinistra.

Al tempo T_0, dopo circa un mese di immobilità con il tutore, alla popolazione presente in entrambi i gruppi è stata realizzata una valutazione nel corso della quale sono state adoperate le seguenti scale: Numeric Pain Rating Scale per quantificare l'intensità del dolore percepito dal paziente a riposo, durante la notte e durante le attività che compie nella propria quotidianità; Tampa Scale of Kinesiophobia per stimare questo aspetto; Range Of Motion per misurare i gradi di escursione articolare della spalla; Disability of the Arm, Shoulder and Hand per analizzare la funzionalità dell'arto superiore.

A circa 35-40 giorni post-chirurgia è iniziata la prima fase del protocollo riabilitativo sia del gruppo sperimentale che di controllo, per cui ogni paziente ha intrapreso un percorso di riabilitazione secondo linee guida precedentemente citate (Oliva et al., 2016), presso l'Unità Operativa di Medicina Fisica e Riabilitazione a Pesaro in Via Redipuglia. Le sedute nel centro ambulatoriale si sono svolte a cadenza bisettimanale, della durata di 60 minuti, dove si è lavorato sugli obiettivi descritti nel terzo capitolo.

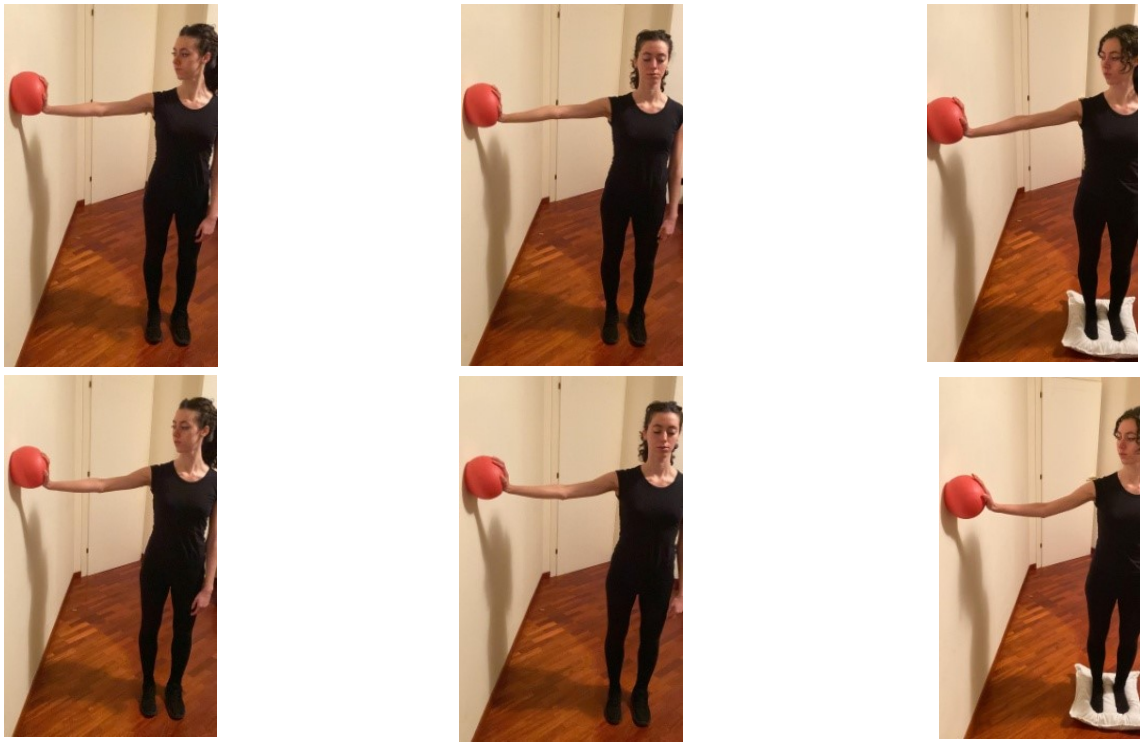
Successivamente, a 4-5 mesi dall'intervento e al termine dei cicli di sedute riabilitative, è stata avviata la seconda fase del gruppo sperimentale, che prevedeva l'esecuzione di una sequenza di 6 esercizi propriocettivi in autonomia a domicilio con la frequenza di almeno 2 volte al giorno. Ai 5 pazienti coinvolti è stata inoltre assegnata una brochure comprensiva di spiegazioni, foto e video esplicativi di ciascun esercizio, per agevolare lo svolgimento di tale programma in maniera corretta e costante.

In primis, l'intento di questo piano di esercizi è affinare la propriocezione, per acquisire maggior consapevolezza sulle numerose capacità e modalità di movimento del proprio corpo, per poi rendere quanto più possibile ottimale il recupero delle attività funzionali, ridurre la dolorabilità e la paura associati al movimento e ripristinare mobilità, forza e destrezza nello svolgimento delle azioni di vita quotidiana.

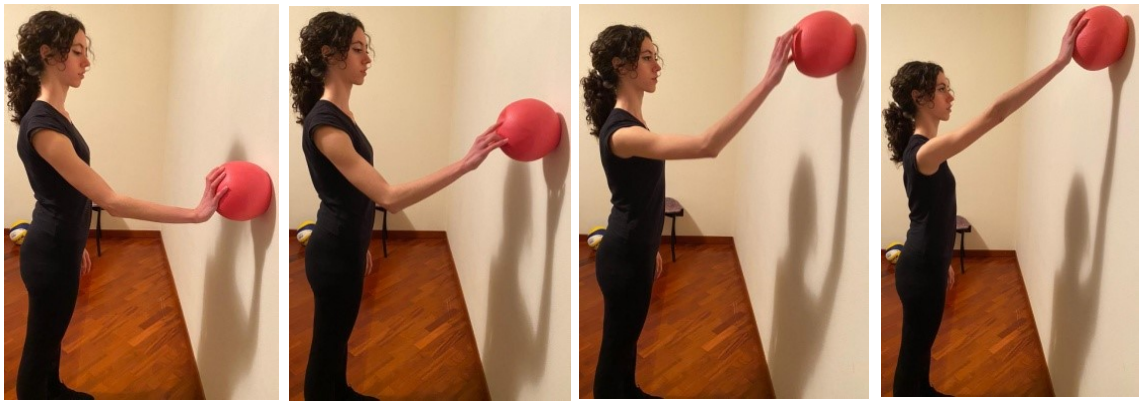
In tutti gli esercizi di seguito riportati si raccomanda di:

- Concentrarsi sul movimento che si sta compiendo e su come sono posizionati corpo e arti nello spazio;
- Esecuzione lenta e controllata, senza forzare il movimento;
- Ascoltare il proprio corpo e non andare oltre la comparsa del dolore.

Inoltre, per ogni esercizio sono state proposte tre varianti a livello di difficoltà crescente, in modo tale che i pazienti una volta presa confidenza nell'esecuzione possano allenare e migliorare in maniera graduale il loro senso di propriocezione.



Esercizio 1. Pressione della palla al muro*: in piedi a fianco della parete, braccio esteso in appoggio su una palla o un cuscino posato al muro. Premere la palla mantenendo la spinta per dieci secondi e poi rilasciare. Da eseguire ad occhi aperti, sopra una superficie instabile o ad occhi chiusi per dieci volte, alternando destra e sinistra.*



Esercizio 2. Scorrimento della palla sul muro*: in piedi di fronte la parete, con una mano in appoggio su una palla posata al muro. Far scorrere verticalmente la palla sul muro, mantenendo la spalla abbassata e il gomito in asse con la spalla durante il movimento. Da eseguire ad occhi aperti, sopra una superficie instabile o ad occhi chiusi per dieci volte, alternando destra e sinistra.*



Esercizio 3. Rotazioni della palla al muro*: in piedi a fianco della parete, braccio esteso in appoggio su una palla posata al muro. Fare una pressione in movimento sulla palla, facendola roteare e mantenendola alla stessa altezza della spalla. Eseguire ad occhi aperti, sopra una superficie instabile o ad occhi chiusi per 10 ripetizioni in senso orario e 10 antiorario, alternando destra e sinistra.*



Esercizio 4. Spostamenti della palla in posizione quadrupedica in appoggio sul muro*: in posizione quadrupedica in appoggio sulla parete. Mantenendo la posizione di partenza, spostare un oggetto (pallina, fazzoletto, ecc.) staccando una mano dall'appoggio sul muro. Eseguire 10 ripetizioni, alternando destra e sinistra.*



Esercizio 5. Esercizio del cameriere*: in piedi con un braccio posizionato in avanti, con in appoggio sul palmo rivolto verso l'alto un piccolo vassoio con una pallina posizionata al centro. Compiere movimenti di flessione, estensione, intrarotazione, extrarotazione ed elevazione, cercando di mantenere la pallina in asse al centro del vassoio. Eseguire ad occhi aperti o chiusi dieci ripetizioni, alternando destra e sinistra.*



Esercizio 6. Palleggi al muro*: in piedi, fronte rivolta alla parete con una palla. Lanciare la palla verso il muro per poi riprenderla. Eseguire 20 ripetizioni se si lancia con 2 braccia, 10 ripetizioni alternando destra e sinistra se si lancia solo con un braccio o con due braccia sopra una superficie instabile.*

Per quanto riguarda la seconda fase del gruppo di controllo, i 5 pazienti non sono stati istruiti a svolgere il protocollo di esercizi propriocettivi, bensì sono stati invitati a proseguire l'esecuzione degli esercizi previsti dal programma standard (soprattutto di mobilità e rinforzo muscolare, descritti specificamente nel terzo capitolo) a domicilio durante i 3 mesi successivi al periodo di riabilitazione in regime ambulatoriale.

In conclusione, al tempo T_1 (dopo circa 7-8 mesi dall'intervento) è stata attuata la valutazione dei pazienti di entrambi i 2 gruppi, impiegando le stesse misure di outcome.

4.2.1 Criteri di Inclusione

- Età compresa tra 50 e 70 anni
- Intervento chirurgico di riparazione dei tendini della cuffia dei rotatori
- Tecnica chirurgica artroscopica

4.2.2 Criteri di Esclusione

- Età superiore ai 70 anni
- Presenza di stato infiammatorio articolare
- Malattia infettiva o neurologica (sistemica o locale)
- Neoplasie o fratture in atto
- Disfunzioni cognitive o disordini della sfera psichica
- Uso di farmaci che influenzano i processi sensoriali (antidepressivi, ansiolitici)

4.2.3 Indicatori di Risultato

Per ciascun paziente che ha soddisfatto i criteri di inclusione ed esclusione allo studio è prevista una valutazione in termini di: funzionalità (articolarità passiva e attiva, difficoltà nel compiere attività di vita quotidiana), presenza di dolore notturno, a riposo e durante le attività, kinesiofobia (in termini di evitamento delle attività e concezione del paziente riguardo alla presenza di dolore durante i vari movimenti) mediante somministrazione di questionari, test clinici e scale di valutazione, con l'obiettivo di raccogliere informazioni utili per impostare un adeguato piano di trattamento e identificare funzioni che potrebbero mostrare deficit.

4.2.4 Misure di Outcome

A tutti i pazienti sono state somministrate le seguenti scale di valutazione, per misurare in modo oggettivo i parametri valutati con lo studio, valutando il loro cambiamento in termini di eventuali miglioramenti e progressi dei pazienti nell'arco di tempo.

- **Numeric Pain Rating Scale (NPRS)**: scala numerica rivolta a stimare l'entità del dolore percepito dalla persona di notte, in situazione di riposo e durante le attività, con un intervallo di valori che spazia da un minimo di 0 (assenza totale di dolore) ad un massimo di 10 (percezione di un dolore fortissimo).

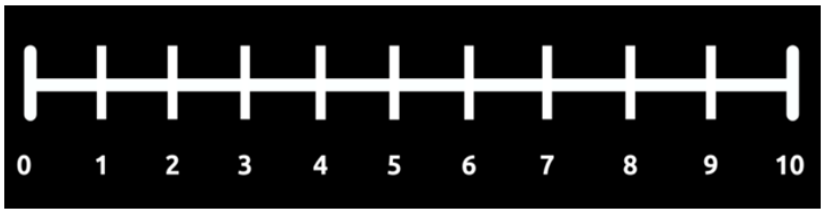


Figura 4.1 *Numeric Pain Rating Scale (NPRS).*

- **Range Of Motion (ROM)**: test oggettivo orientato alla misurazione con goniometro dell'articolarità attiva (AROM, dove i movimenti richiesti dall'operatore sono effettuati dal paziente) e passiva (PROM, in cui la mobilizzazione dell'arto del soggetto viene svolta dal terapista) della spalla. Durante il bilancio articolare della flesso-estensione, la base del goniometro viene posizionata a livello dell'acromion, nell'abduzione e adduzione il repere anatomico è rappresentato dalla testa omerale, mentre nei movimenti di rotazione interna ed esterna viene posto sulla superficie dell'olecrano.

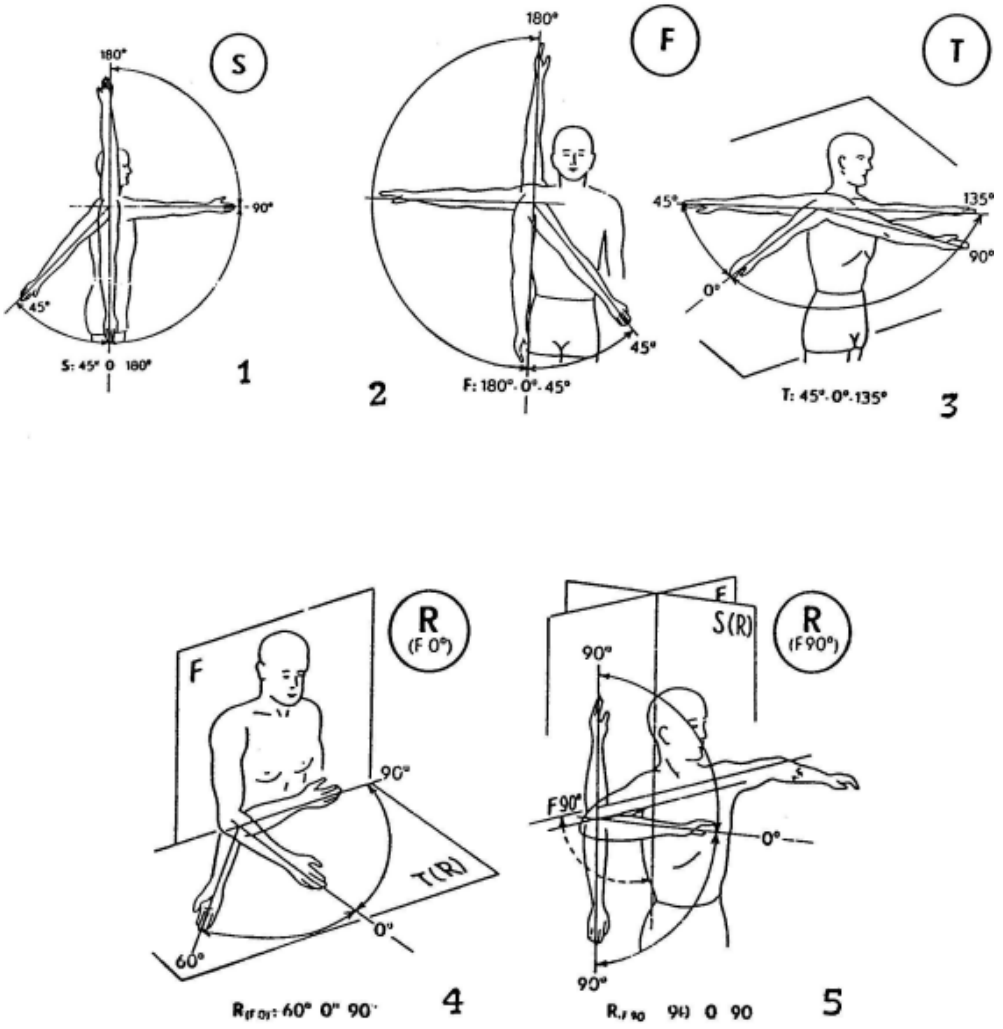


Figura 4.2 *Illustrazione dei" valori standard" di escursione articolare della spalla: flessione ed estensione sul piano sagittale (**1**); abduzione e adduzione sul piano frontale (**2**); flessione ed estensione sul piano orizzontale (**3**); intrarotazione ed extrarotazione sul piano orizzontale (**4**), e sagittale (**5**).*

- **Tampa Scale of Kinesiophobia (TSK)**: questionario compilabile autonomamente dal paziente, volto ad analizzare le convinzioni personali sul sintomo dolore e la paura del movimento legata alla sua percezione.

  È composta da 13 items e si suddivide in 2 sottoscale, che consentono di riconoscere il tipo di convinzione che prevale nel pensiero del paziente: il punteggio TSK 1 riguarda la presenza di un meccanismo di evitamento delle attività, mentre il punteggio TSK 2 consiste nell'associazione del dolore alla presenza di un danno fisico (focus somatico).

In questi tempi, caratterizzati da una medicina ad alto contenuto tecnologico, manca spesso nella Sua cartella clinica una delle più importanti fonti di informazione: le Sue sensazioni riguardo a cosa sta accadendo al Suo corpo.
Le informazioni che Le chiediamo hanno lo scopo di colmare questa lacuna.
Per favore risponda alle seguenti domande mettendo una crocetta sulle risposte che descrivono meglio il suo modo di sentire, e non secondo quanto altri ritengono che Lei debba credere. Questa non è una prova per verificare le Sue conoscenze mediche; noi intendiamo conoscere il Suo punto di vista.

		Completo disaccordo (1)	**Parziale disaccordo** (2)	**Parziale accordo** (3)	**Completo accordo** (4)
1	Se svolgessi attività fisica temo che potrei farmi male	☐	☐	☐	☐
2	Se cercassi di fronteggiare il dolore che provo, esso aumenterebbe	☐	☐	☐	☐
3	Il mio corpo mi informa che ho qualche cosa di seriamente compromesso	☐	☐	☐	☐
5	Le persone non stanno considerando il mio problema come si dovrebbe	☐	☐	☐	☐
6	Il mio problema costituisce un rischio per il mio corpo per gli anni a venire	☐	☐	☐	☐
7	Provare dolore significa sempre che ho danneggiato il mio corpo	☐	☐	☐	☐
9	Temo di farmi del male accidentalmente	☐	☐	☐	☐
10	Il modo più sicuro per evitare che il mio dolore aumenti è assicurarmi di non fare movimenti superflui	☐	☐	☐	☐
11	Non avrei così tanto dolore se non ci fosse in me qualcosa di potenzialmente pericoloso	☐	☐	☐	☐
13	Il mio dolore mi avverte quando interrompere l'attività fisica in modo da non danneggiarmi	☐	☐	☐	☐
14	Per una persona nelle mie condizioni non è salutare svolgere attività fisica	☐	☐	☐	☐
15	Non posso fare tutto ciò che le persone normali fanno perché con grande facilità mi faccio male	☐	☐	☐	☐
17	Nessuno dovrebbe fare attività fisica quando prova dolore	☐	☐	☐	☐

Totale:_____

TSK 1 (1, 2, 10, 14, 15, 17):_____
TSK 2 (3, 5, 6, 7, 9, 11, 13):_____

Figura 4.3 *Tampa Scale of Kinesiophobia (TSK)*

- **Disability of the Arm, Shoulder and Hand (DASH)**: strumento valutativo della funzionalità dell'intero arto superiore in diverse attività della vita quotidiana.

Istruzioni: Il presente questionario riguarda i Suoi sintomi e la Sua capacità di compiere alcune azioni. Risponda a **ogni domanda** facendo riferimento al Suo stato durante **l'ultima settimana**. Se non ha avuto l'opportunità di eseguire una delle azioni durante l'ultima settimana, risponda alla domanda **provando a immaginare** come avrebbe potuto eseguirla. Non importa con quale mano o braccio Lei esegue l'azione; risponda in base alla Sua capacità di compierla e senza tenere conto del modo in cui la compie.

Valuti la sua capacità di eseguire le seguenti azioni durante **l'ultima settimana.**

(Indichi un numero)

	Nessuna difficoltà	Lieve difficoltà	Discreta difficoltà	Notevole difficoltà	Non ci sono riuscito
1. Svitare il coperchio di un barattolo ben chiuso o nuovo.	1	2	3	4	5
2. Scrivere	1	2	3	4	5
3. Girare una chiave	1	2	3	4	5
4. Preparare un pasto	1	2	3	4	5
5. Aprire spingendo una porta pesante	1	2	3	4	5
6. Posare un oggetto su uno scaffale al di sopra della propria testa	1	2	3	4	5
7. Fare lavori domestici pesanti (es. lavare i pavimenti o i vetri)	1	2	3	4	5
8. Fare lavori di giardinaggio	1	2	3	4	5
9. Rifare il letto	1	2	3	4	5
10. Portare la borsa della spesa o una ventiquattrore	1	2	3	4	5
11. Portare un oggetto pesante (oltre 5 Kg)	1	2	3	4	5
12. Cambiare una lampadina posta al di sopra della propria testa	1	2	3	4	5
13. Lavarsi o asciugarsi i capelli	1	2	3	4	5
14. Lavarsi la schiena	1	2	3	4	5
15. Infilarsi un maglione	1	2	3	4	5
16. Usare un coltello per tagliare del cibo	1	2	3	4	5
17. Attività ricreative che richiedono poco sforzo (es. giocare a carte, lavorare a maglia)	1	2	3	4	5
18. Attività ricreative nelle quali si fa forza o si prendono colpi sul braccio, sulla spalla o sulla mano (es. usare il martello, giocare a tennis o a golf, ecc.)	1	2	3	4	5
19. Attività ricreative che richiedono un movimento libero del braccio (es. giocare a frisbee, a badminton, ecc.)	1	2	3	4	5
20. Far fronte alle necessità di spostamento (andare da un posto ad un altro)	1	2	3	4	5
21. Attività sessuale	1	2	3	4	5

Durante **la settimana passata**, in che misura il suo problema al braccio, alla spalla o alla mano ha interferito con le normali attività sociali con la famiglia, gli amici, i vicini di casa i gruppi di cui fa parte?

(Indichi un numero)

	Per nulla	Molto poco	Un po'	Molto	Moltissimo
22.	1	2	3	4	5

Durante **la settimana passata** è stato limitato nel suo lavoro o in altre attività quotidiane abituali a causa del suo problema al braccio, alla spalla o alla mano?

(Indichi un numero)

	Non mi ha limitato per nulla	Mi ha limitato leggermente	Mi ha limitato discretamente	Mi ha limitato molto	Non ci sono riuscito
23.	1	2	3	4	5

Valuti l'intensità dei seguenti sintomi durante **l'ultima settimana**.

(Indichi un numero per ogni riga)

	Nessuno	Lieve	Discreto	Forte	Estremo
24. Dolore al braccio, alla spalla o alla mano	1	2	3	4	5
25. Dolore al braccio, alla spalla o alla mano nel compiere una qualsiasi attività specifica	1	2	3	4	5
26. Formicolio (sensazione di punture di spillo) al braccio, alla spalla o alla mano	1	2	3	4	5
27. Debolezza al braccio, alla spalla o alla mano	1	2	3	4	5
28. Rigidità del braccio, della spalla o della mano	1	2	3	4	5

Durante **l'ultima settimana** quanta difficoltà ha incontrato nel dormire a causa del dolore al braccio, alla spalla o alla mano?

(Indichi un numero)

	Nessuna difficoltà	Lieve difficoltà	Discreta difficoltà	Notevole difficoltà	Non sono riuscito a dormire
29.	1	2	3	4	5

Mi sento meno capace, meno fiducioso o meno utile a causa del mio problema al braccio, alla spalla o alla mano

(Indichi un numero)

	Non sono assolutamente d'accordo	Non sono d'accordo	Non saprei	Sono d'accordo	Sono assolutamente d'accordo
30.	1	2	3	4	5

Figura 4.4 *Disability of the Arm, Shoulder and Hand (DASH)*

4.2.5 Timing

Il percorso riabilitativo di ogni paziente all'interno del centro ambulatoriale è durato all'incirca dai 3 ai 4 mesi. È stata effettuata una valutazione clinica prima di iniziare i cicli di fisioterapia, a circa 1 mese post-intervento chirurgico (T_0).

Poi a distanza di tre mesi dal termine del trattamento ambulatoriale, dopo la fase esecutiva del protocollo di esercizi propriocettivi in ambiente domiciliare, è stato svolto un follow-up in cui sono stati valutati nuovamente gli indicatori di sopra descritti (T_1).

4.3 Analisi dei Risultati

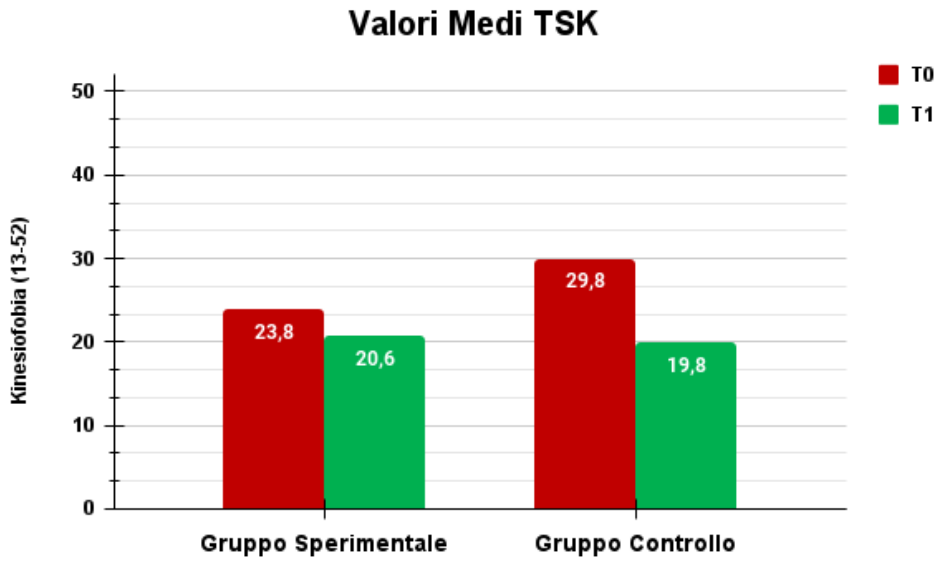
Come descritto nei paragrafi precedenti, si è realizzata una raccolta dati riguardante 10 pazienti, suddivisi in maniera casuale in 2 gruppi. Si riportano rispettivamente tabelle e grafici contenenti informazioni personali, quali genere ed età, ed i punteggi che fanno riferimento alle scale di valutazione sopra citate ed utilizzate in questo studio.

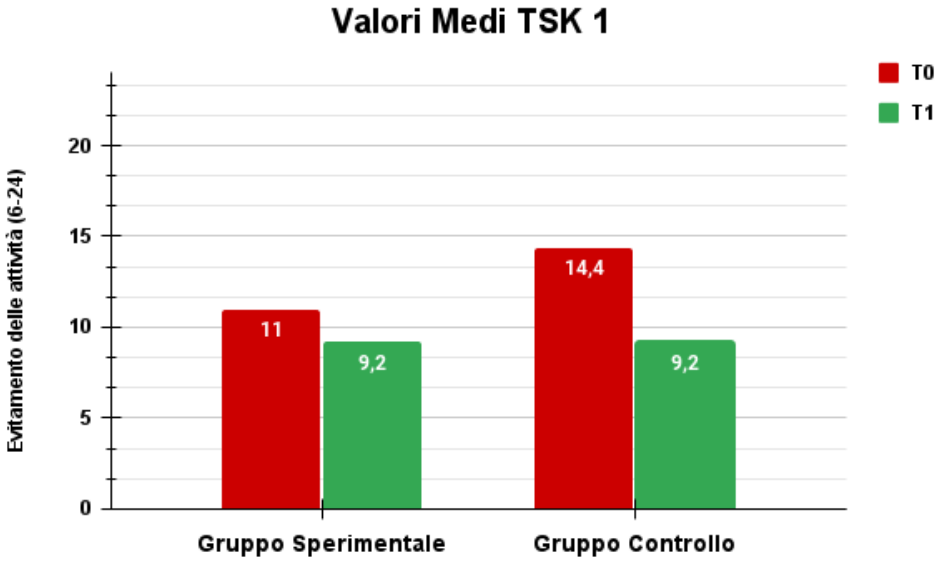
TABELLA 1.A – GRUPPO SPERIMENTALE

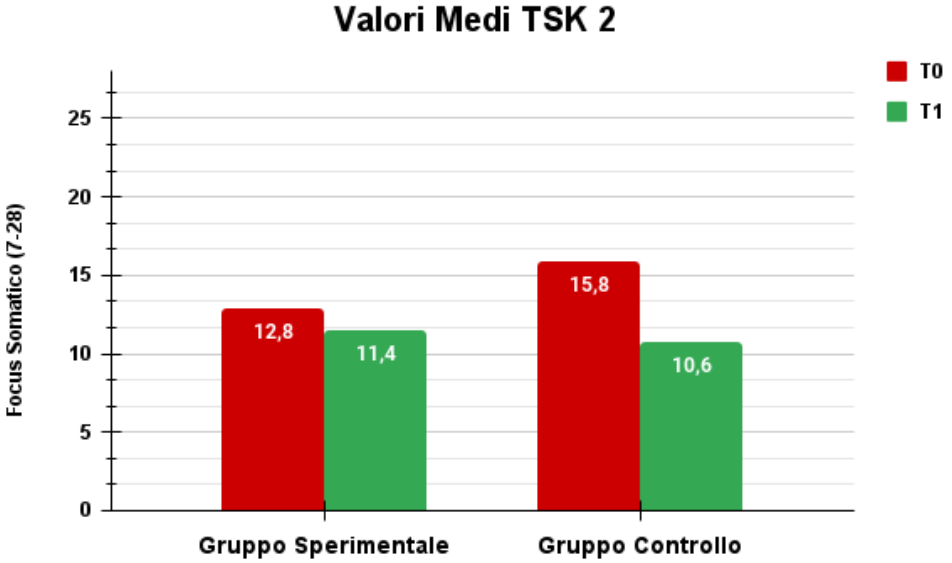
Paziente	Genere	Età	TSK		TSK 1		TSK 2	
			T_0	T_1	T_0	T_1	T_0	T_1
B.C.	F	59	21	15	6	6	15	9
M.I.	M	51	15	15	8	7	7	8
M.G.	M	56	35	26	18	11	17	15
B.M.	M	67	24	29	14	14	10	15
C.M.R.	F	66	24	18	9	8	15	10
Valori Medi		**59,8**	**23,8**	**20,6**	**11**	**9,2**	**12,8**	**11,4**

TABELLA 1.B – GRUPPO CONTROLLO

Paziente	Genere	Età	TSK		TSK 1		TSK 2	
			T_0	T_1	T_0	T_1	T_0	T_1
H.A.	F	52	30	21	14	10	16	11
V.C.F.	M	59	31	20	16	9	17	11
R.D.	M	54	34	19	17	9	17	10
S.L.	F	60	25	15	12	6	13	9
M.B.	M	63	29	24	13	12	16	12
Valori Medi		**57,6**	**29,8**	**19,8**	**14,4**	**9,2**	**15,8**	**10,6**


Valori Medi TSK
T0
T1
Kinesiofobia (13-52)
50
40
30
20
10
0
23,8
20,6
29,8
19,8
Gruppo Sperimentale
Gruppo Controllo


Valori Medi TSK 1
T0
T1
Evitamento delle attività (6-24)
20
15
10
5
0
11
9,2
14,4
9,2
Gruppo Sperimentale
Gruppo Controllo


Valori Medi TSK 2
T0
T1
Focus Somatico (7-28)
25
20
15
10
5
0
12,8
11,4
15,8
10,6
Gruppo Sperimentale
Gruppo Controllo

Dall'osservazione dei dati riguardanti la scala TSK si può notare in media in entrambi i gruppi un miglioramento della kinesiofobia, in particolar modo il gruppo di controllo con una differenza di ben 10 punti rispetto ai 3,2 punti del gruppo sperimentale.

Invece, analizzando i grafici specifici dei punteggi medi TSK 1 e TSK 2, si osservano valori T_0 e T_1 abbastanza sovrapponibili nei due gruppi, mentre le differenze risultano essere maggiori nel gruppo di controllo (di 5,2 punti in entrambe le sottoscale) piuttosto che nel gruppo sperimentale (di 1,8 punti nel TSK 1 e di 1,4 punti nel TSK 2).

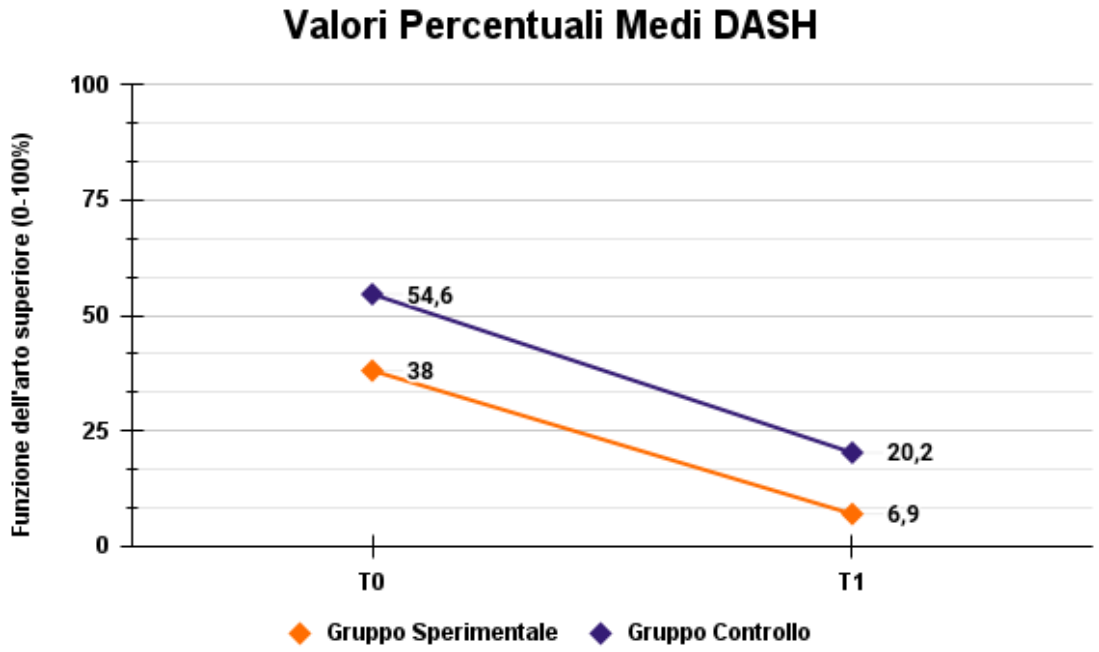
In linea generale è presente variazione minima clinicamente importante nei tre punteggi medi del gruppo di controllo, mentre nel gruppo sperimentale vi è solamente nella sottoscala correlata alla paura del movimento con conseguente evitamento delle attività.

TABELLA 2.A – GRUPPO SPERIMENTALE

Paziente	Genere	Età	DASH	
			T_0	T_1
B.C.	F	59	32,5	0,8
M.I.	M	51	14,2	0,8
M.G.	M	56	31,7	5,8
B.M.	M	67	47,5	15
C.M.R.	F	66	64,2	12,5
Valori Medi		**59,8**	**38**	**6,9**

TABELLA 2.B – GRUPPO CONTROLLO

Paziente	Genere	Età	DASH	
			T_0	T_1
H.A.	F	52	65,8	15
V.C.F.	M	59	44,2	15
R.D.	M	54	48,3	5,8
S.L.	F	60	53,3	15
M.B.	M	63	61,7	50
Valori Medi		**57,6**	**54,6**	**20,2**



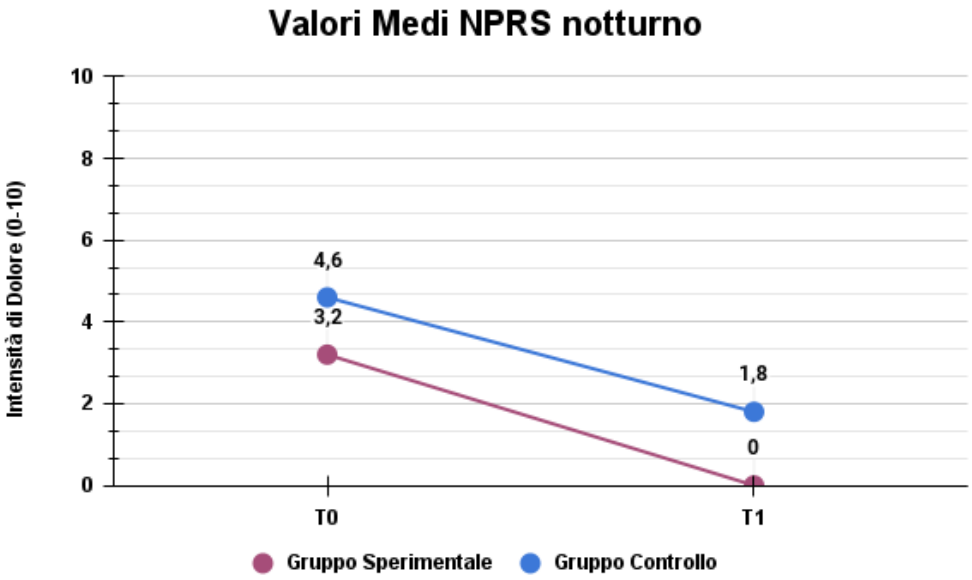
Per ciò che riguarda l'evoluzione nel tempo del parametro funzionalità dell'arto superiore valutato attraverso la scala DASH, nel grafico soprastante si può innanzitutto notare quanto i due gruppi abbiano valori percentuali medi di partenza molto differenti: si calcolano 16,6 punti in più nel gruppo di controllo. Contrariamente a questo, è apprezzabile una pendenza pressoché parallela delle due rette; ciò sta a significare un miglioramento alquanto omogeneo. Infatti, tra le due misurazioni T_0 e T_1 emerge una differenza di 31,1 punti nel gruppo sperimentale e di 34,4 punti nel gruppo di controllo; dunque, in entrambi i gruppi si riscontra una differenza minima clinicamente importante. Confrontando i punteggi finali a T_1 tra gruppo sperimentale e gruppo di controllo, essi presentano rispettivamente una difficoltà di grado lieve e discreto nello svolgimento delle attività di vita quotidiana, in maniera particolare nelle azioni che prevedono movimenti overhead (ad esempio nel portare un oggetto su uno scaffale in alto o cambiare una lampadina al di sopra della propria testa), in lavori domestici pesanti (tra cui lavaggio di pavimenti e/o vetri, lavori di giardinaggio e trasporto di oggetti con un peso maggiore a 5 kg, come per esempio una borsa della spesa), nella cura personale (specialmente per lavarsi la schiena) e in attività ricreative di forza, o dove avvengono movimenti liberi del braccio (giocare a tennis o a golf, lanciare un frisbee, ecc.).

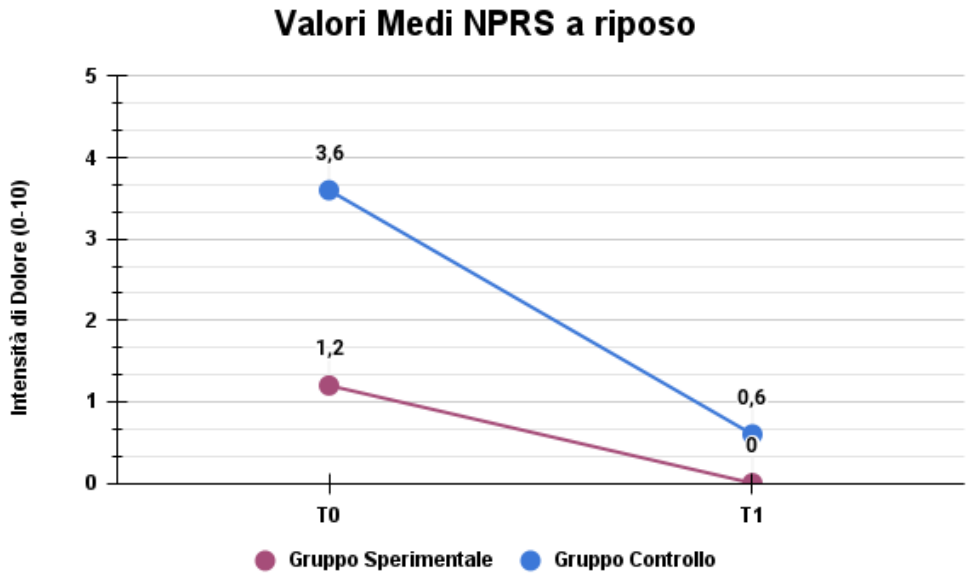
TABELLA 3.A – GRUPPO SPERIMENTALE

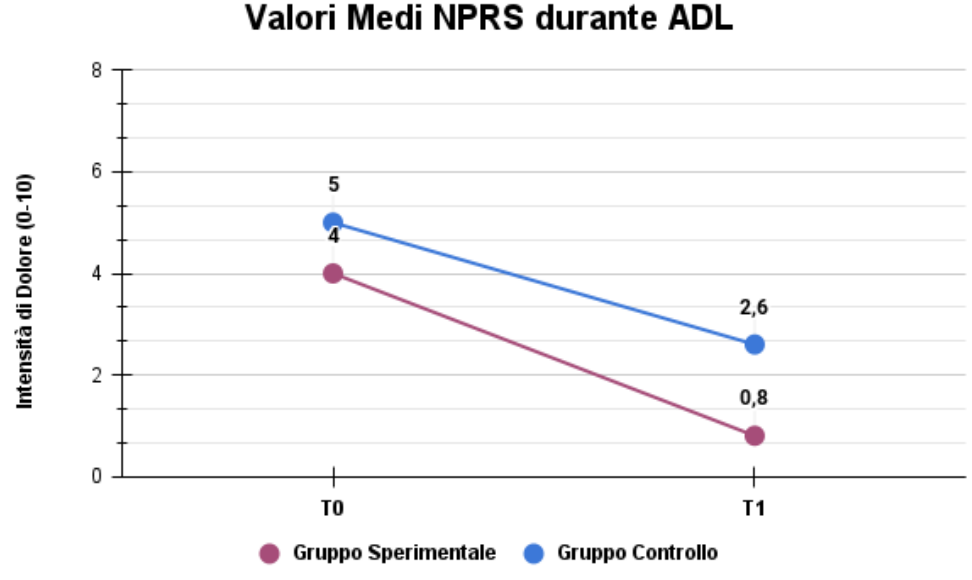
Paziente	Genere	Età	NPRS notte		NPRS riposo		NPRS ADL	
			T_0	T_1	T_0	T_1	T_0	T_1
B.C.	F	59	0	0	2	0	4	1
M.I.	M	51	6	0	0	0	3	0
M.G.	M	56	3	0	0	0	4	0
B.M.	M	67	3	0	3	0	5	3
C.M.R.	F	66	4	0	1	0	4	0
Valori Medi		**59,8**	**3,2**	**0**	**1,2**	**0**	**4**	**0,8**

TABELLA 3.B – GRUPPO CONTROLLO

Paziente	Genere	Età	NPRS notte		NPRS riposo		NPRS ADL	
			T_0	T_1	T_0	T_1	T_0	T_1
H.A.	F	52	7	4	4	1	7	3
V.C.F.	M	59	5	0	5	0	4	2
R.D.	M	54	4	0	1	0	3	1
S.L.	F	60	0	0	3	0	4	2
M.B.	M	63	7	5	5	2	7	5
Valori Medi		**57,6**	**4,6**	**1,8**	**3,6**	**0,6**	**5**	**2,6**


Valori Medi NPRS notturno
Intensità di Dolore (0-10)
10
8
6
4
2
0
4,6
3,2
1,8
0
T0
T1
Gruppo Sperimentale
Gruppo Controllo


Valori Medi NPRS a riposo
Intensità di Dolore (0-10)
5
4
3
2
1
0
3,6
1,2
0,6
0
T0
T1
Gruppo Sperimentale
Gruppo Controllo


Valori Medi NPRS durante ADL
Intensità di Dolore (0-10)
8
6
4
2
0
5
4
2,6
0,8
T0
T1
Gruppo Sperimentale
Gruppo Controllo

Analizzando l'andamento dei dati attinenti alla stima dell'intensità del dolore tramite la scala NPRS, si osservano notevoli miglioramenti in entrambi i gruppi. In tutte e tre le misurazioni, il gruppo sperimentale è caratterizzato da un punteggio di partenza (T_0) inferiore di almeno un punto rispetto al gruppo di controllo, soprattutto l'entità di dolore a riposo è nettamente minore. Oltre a questo, tutti i valori medi a T_1 del gruppo studio sono uguali o prossimi allo zero e sono indice di una totale assenza di dolore; invece, il gruppo controllo presenta dolore notturno lieve e in alcune azioni di vita quotidiana.

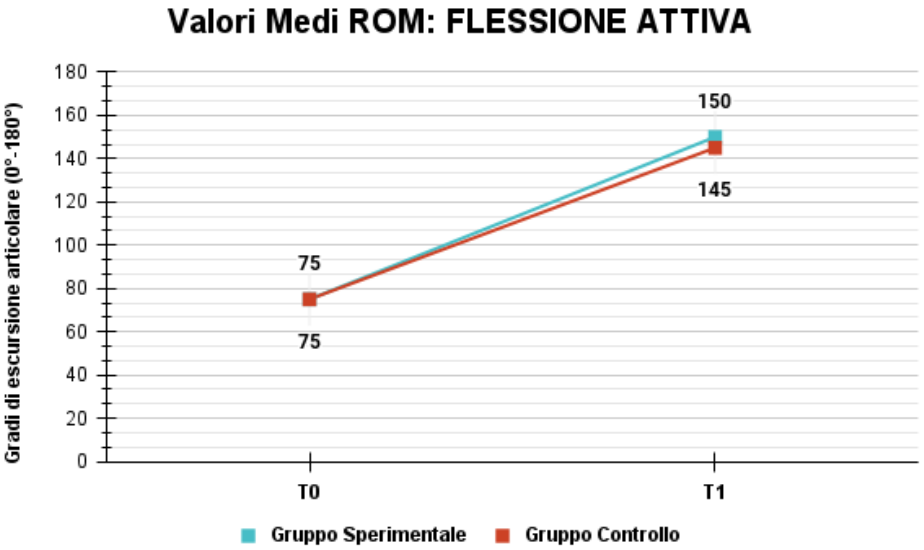
Prendendo singolarmente i tre grafici, si è verificata una risoluzione totale del dolore durante la notte di 3,2 punti nel gruppo sperimentale, e una diminuzione parziale di 2,8 punti nel gruppo di controllo; mentre a riposo si nota una differenza di rispettivamente 1,2 punti e 3 punti. Infine, l'intensità di dolore durante ADL specifiche è presente una variazione di 3,2 punti nel gruppo studio e di 2,4 punti nel gruppo controllo. Nel primo e nel terzo grafico, infatti, si denota una pendenza piuttosto omogenea, differentemente nel secondo grafico in cui la discesa è molto più accentuata nel gruppo di controllo.

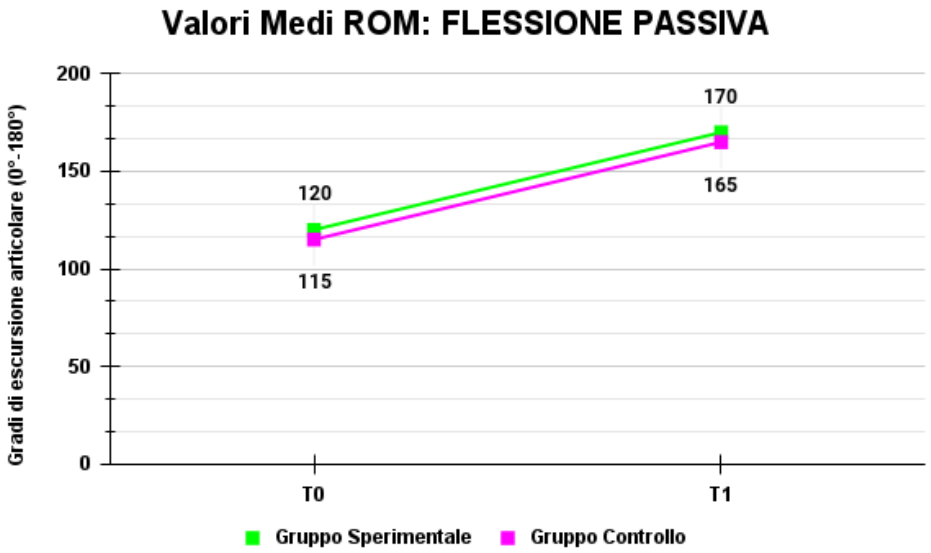
TABELLA 4.A – GRUPPO SPERIMENTALE

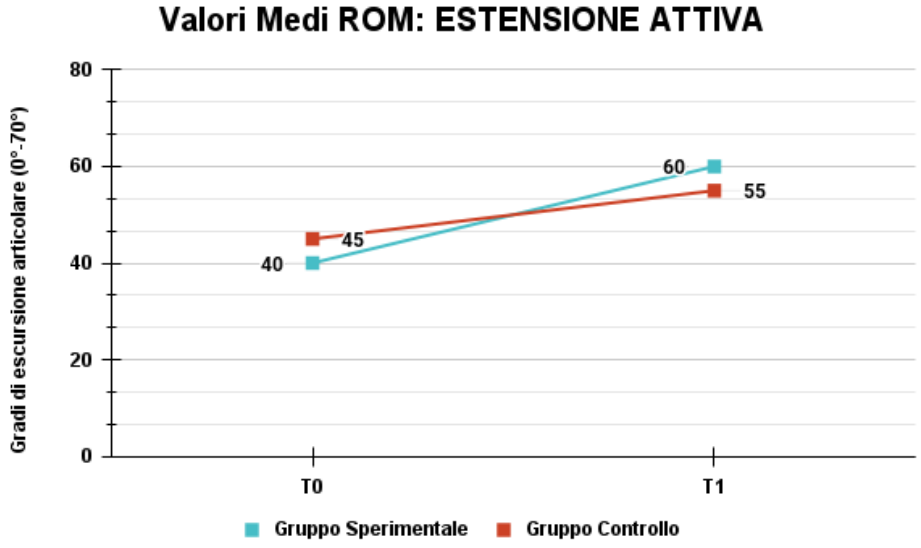
Paziente	Genere	Età	FLESSIONE ATTIVA		FLESSIONE PASSIVA		ESTENSIONE ATTIVA		ESTENSIONE PASSIVA	
			T_0	T_1	T_0	T_1	T_0	T_1	T_0	T_1
B.C.	F	59	110°	140°	140°	160°	35°	55°	50°	70°
M.I.	M	51	100°	150°	140°	180°	40°	60°	50°	70°
M.G.	M	56	55°	170°	105°	175°	35°	60°	40°	70°
B.M.	M	67	80°	145°	130°	170°	40°	60°	50°	65°
C.M.R.	F	66	40°	145°	90°	160°	40°	70°	45°	90°
Valori Medi		**59,8**	**75°**	**150°**	**120°**	**170°**	**40°**	**60°**	**45°**	**70°**

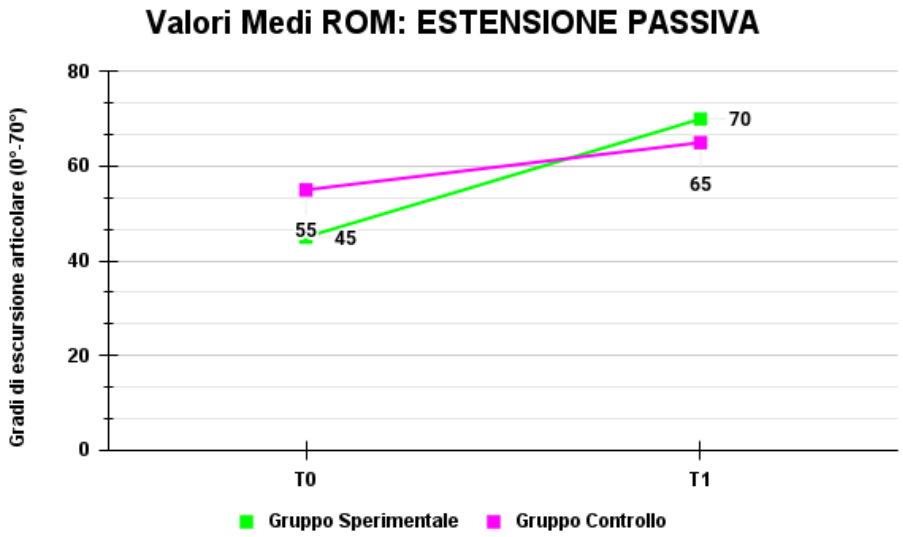
TABELLA 4.B – GRUPPO CONTROLLO

Paziente	Genere	Età	FLESSIONE ATTIVA		FLESSIONE PASSIVA		ESTENSIONE ATTIVA		ESTENSIONE PASSIVA	
			T_0	T_1	T_0	T_1	T_0	T_1	T_0	T_1
H.A.	F	52	95°	140°	120°	170°	30°	50°	35°	60°
V.C.F.	M	59	70°	145°	120°	170°	55°	60°	65°	70°
R.D.	M	54	60°	160°	140°	170°	50°	70°	70°	70°
S.L.	F	60	40°	155°	60°	175°	45°	60°	60°	70°
M.B.	M	63	120°	120°	140°	150°	45°	40°	50°	50°
Valori Medi		**57,6**	**75°**	**145°**	**115°**	**165°**	**45°**	**55°**	**55°**	**65°**


Valori Medi ROM: FLESSIONE ATTIVA
Gradi di escursione articolare (0°-180°)
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
150
145
75
75
T0
T1
Gruppo Sperimentale
Gruppo Controllo


Valori Medi ROM: FLESSIONE PASSIVA
Gradi di escursione articolare (0°-180°)
200
150
100
50
0
170
165
120
115
T0
T1
Gruppo Sperimentale
Gruppo Controllo


Valori Medi ROM: ESTENSIONE ATTIVA
Gradi di escursione articolare (0°-70°)
80
60
40
20
0
60
55
45
40
T0
T1
Gruppo Sperimentale
Gruppo Controllo



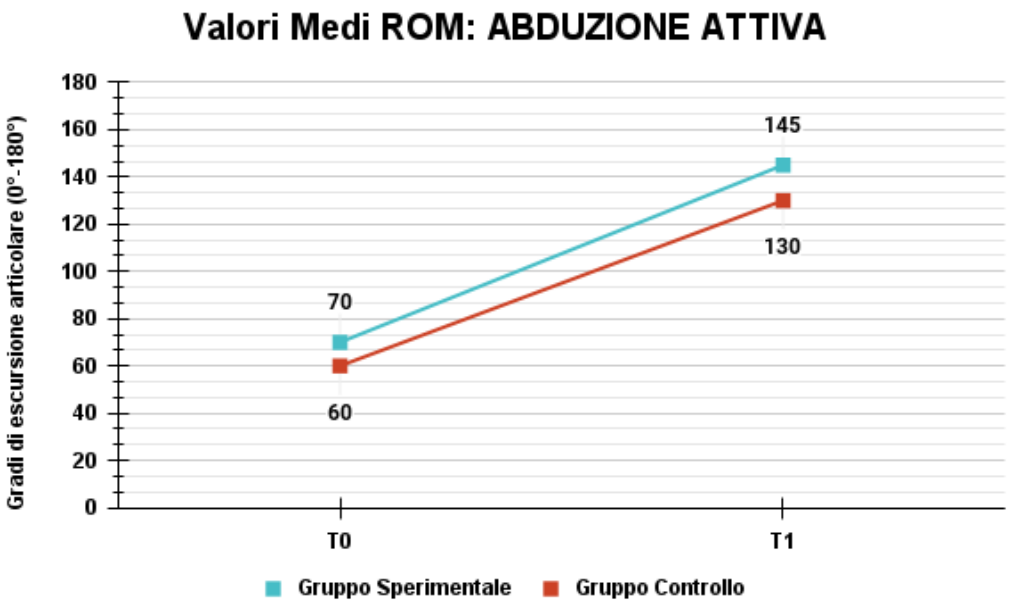
Dai grafici relativi al movimento di flessione eseguito in modalità attiva e passiva si evidenziano valori medi di partenza sovrapponibili. L'andamento della retta è pressoché identico: nella flessione attiva si ha un leggero distacco di 5° da parte del gruppo sperimentale rispetto al gruppo di controllo, mentre nella flessione passiva si osservano due linee parallele, con una differenza di 5° a T_0 e a T_1 tra i due campioni di pazienti. Per quanto riguarda il movimento di estensione attiva e passiva, sono presenti valori medi iniziali leggermente diversi, per cui il gruppo di controllo supera il gruppo studio di 5° nella modalità attiva e di 10° nella modalità passiva. Come si può ben osservare dai grafici, anche la pendenza varia tra i due gruppi: in entrambi si nota la formazione di un incrocio tra le due rette. I valori medi finali di questi ultimi due grafici mostrano una differenza di 5° tra gruppo sperimentale e gruppo di controllo. In linea generale, i pazienti del gruppo sperimentale hanno guadagnato circa 75° di flessione e 20° di estensione, mentre i pazienti del gruppo di controllo di 70° flessione e 10° di estensione.

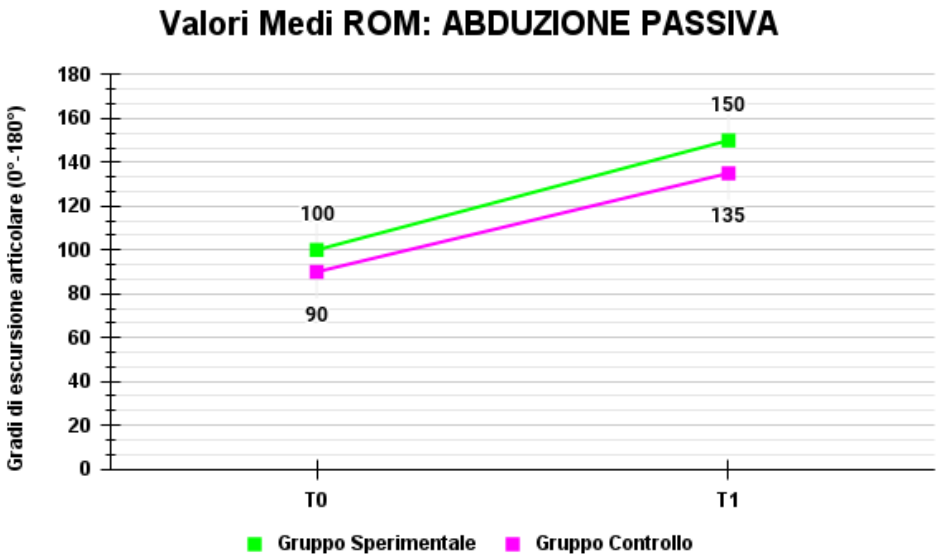
TABELLA 5.A – GRUPPO SPERIMENTALE

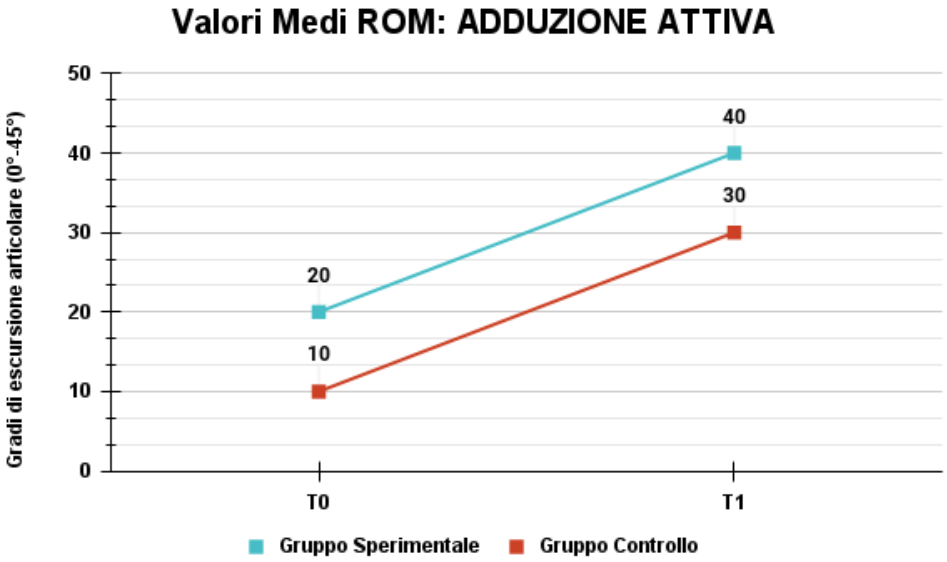
Paziente	Genere	Età	ABDUZIONE ATTIVA		ABDUZIONE PASSIVA		ADDUZIONE ATTIVA		ADDUZIONE PASSIVA	
			T_0	T_1	T_0	T_1	T_0	T_1	T_0	T_1
B.C.	F	59	75°	140°	90°	140°	35°	30°	40°	30°
M.I.	M	51	110°	150°	150°	150°	50°	40°	70°	50°
M.G.	M	56	45°	150°	95°	150°	0°	30°	35°	30°
B.M.	M	67	70°	125°	90°	130°	20°	40°	30°	40°
C.M.R.	F	66	50°	165°	80°	170°	0°	60°	30°	65°
Valori Medi		**59,8**	**70°**	**145°**	**100°**	**150°**	**20°**	**40°**	**40°**	**45°**

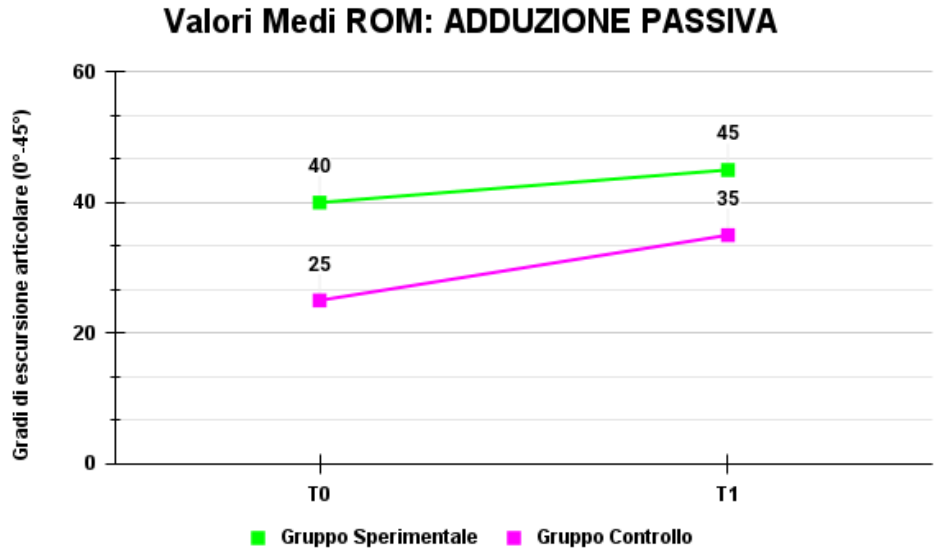
TABELLA 5.B – GRUPPO CONTROLLO

Paziente	Genere	Età	ABDUZIONE ATTIVA		ABDUZIONE PASSIVA		ADDUZIONE ATTIVA		ADDUZIONE PASSIVA	
			T_0	T_1	T_0	T_1	T_0	T_1	T_0	T_1
H.A.	F	52	60°	150°	95°	150°	0°	30°	25°	30°
V.C.F.	M	59	55°	140°	90°	140°	10°	40°	30°	45°
R.D.	M	54	60°	135°	90°	140°	15°	30°	20°	40°
S.L.	F	60	50°	140°	90°	140°	0°	25°	20°	35°
M.B.	M	63	70°	95°	90°	100°	25°	30°	35°	30°
Valori Medi		**57,6**	**60°**	**130°**	**90°**	**135°**	**10°**	**30°**	**25°**	**35°**




Valori Medi ROM: ABDUZIONE PASSIVA
Gradi di escursione articolare (0°-180°)
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
150
100
135
90
T0
T1
Gruppo Sperimentale
Gruppo Controllo


Valori Medi ROM: ADDUZIONE ATTIVA
Gradi di escursione articolare (0°-45°)
50
40
30
20
10
0
40
30
20
10
T0
T1
Gruppo Sperimentale
Gruppo Controllo


Valori Medi ROM: ADDUZIONE PASSIVA
Gradi di escursione articolare (0°-45°)
60
40
20
0
45
40
35
25
T0
T1
Gruppo Sperimentale
Gruppo Controllo

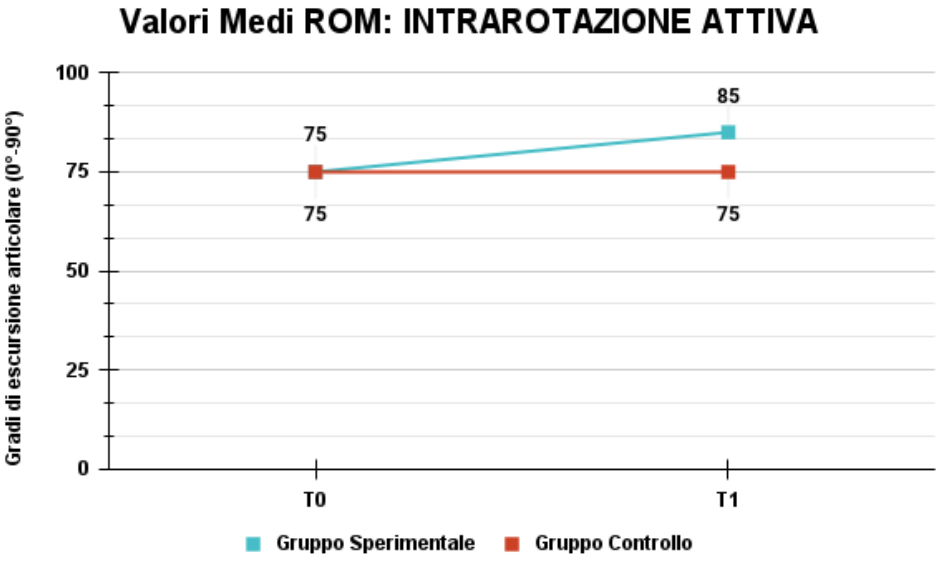
Osservando come si sviluppano i grafici del movimento di abduzione attiva e passiva, si nota che i valori medi iniziali si differenziano di 10° tra i due gruppi in entrambe le modalità, l'andamento delle rette è quasi lineare e simmetrico; infatti, i valori medi finali del gruppo studio confrontati con il gruppo di controllo sono distanti fra loro di 15°. Analizzando il movimento di adduzione svolto attivamente, si è visto in tutti e due i campioni di pazienti un eguale miglioramento, anche se tra i valori medi sia iniziali che finali vi è un distacco di 10°; mentre nell'adduzione passiva si denota un valore medio a T_0 del gruppo di controllo minore di 15° in confronto al gruppo sperimentale, nonostante ciò, a T_1 risulta una differenza di 10°. Infine, i pazienti di entrambi i gruppi hanno recuperato 20° di adduzione, mentre per quanto riguarda l'abduzione, i pazienti del gruppo studio e di controllo hanno riacquistato rispettivamente 75° e 70°.

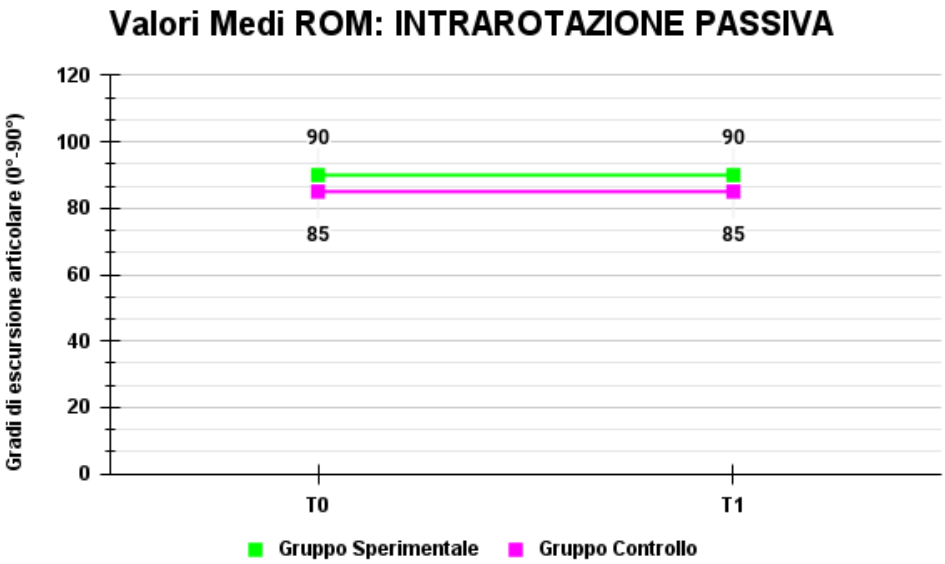
TABELLA 6.A – GRUPPO SPERIMENTALE

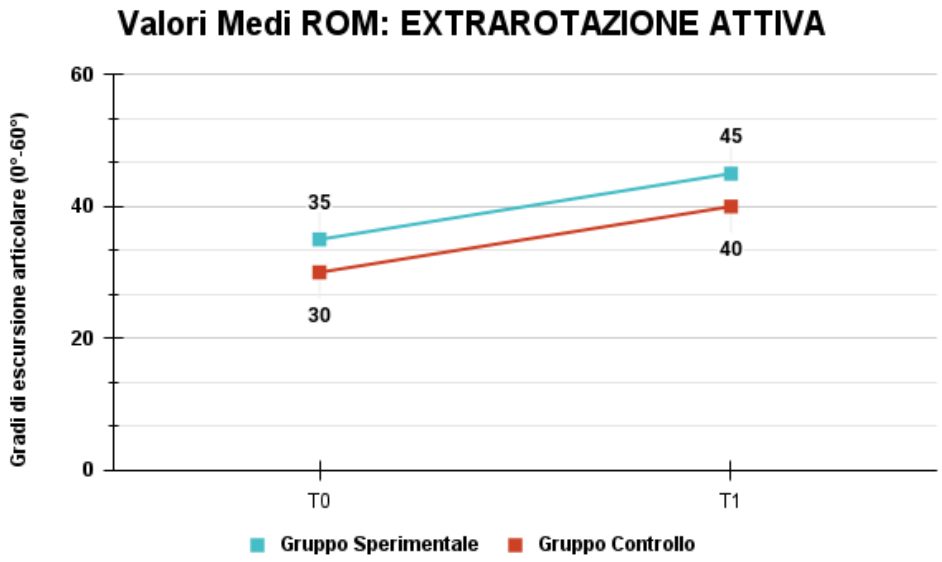
Paziente	Genere	Età	IR ATTIVA		IR PASSIVA		ER ATTIVA		ER PASSIVA	
			T_0	T_1	T_0	T_1	T_0	T_1	T_0	T_1
B.C.	F	59	55°	75°	90°	90°	30°	40°	30°	55°
M.I.	M	51	85°	90°	90°	90°	45°	45°	60°	60°
M.G.	M	56	60°	85°	90°	90°	30°	35°	35°	50°
B.M.	M	67	80°	80°	85°	90°	40°	50°	50°	60°
C.M.R.	F	66	85°	90°	90°	90°	20°	55°	35°	70°
Valori Medi		**59,8**	**75°**	**85°**	**90°**	**90°**	**35°**	**45°**	**40°**	**60°**

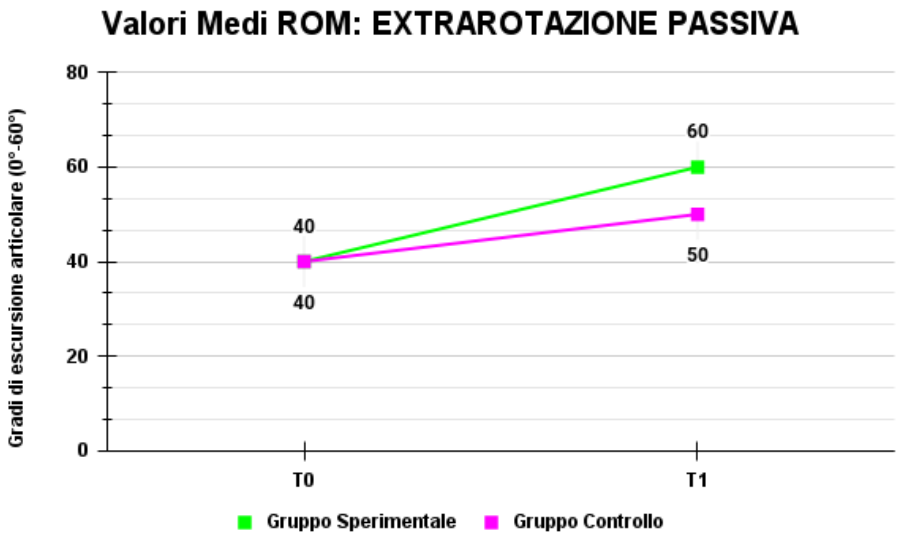
TABELLA 6.B – GRUPPO CONTROLLO

Paziente	Genere	Età	IR ATTIVA		IR PASSIVA		ER ATTIVA		ER PASSIVA	
			T_0	T_1	T_0	T_1	T_0	T_1	T_0	T_1
H.A.	F	52	80°	85°	90°	90°	35°	50°	35°	60°
V.C.F.	M	59	70°	70°	90°	85°	35°	40°	55°	60°
R.D.	M	54	80°	85°	90°	90°	30°	30°	40°	40°
S.L.	F	60	75°	75°	80°	90°	25°	30°	35°	40°
M.B.	M	63	70°	70°	80°	80°	35°	40°	40°	40°
Valori Medi		**57,6**	**75°**	**75°**	**85°**	**85°**	**30°**	**40°**	**40°**	**50°**


Valori Medi ROM: INTRAROTAZIONE ATTIVA
Gradi di escursione articolare (0°-90°)
100
75
50
25
0
75
85
75
75
T0
T1
Gruppo Sperimentale
Gruppo Controllo


Valori Medi ROM: INTRAROTAZIONE PASSIVA
Gradi di escursione articolare (0°-90°)
120
100
80
60
40
20
0
90
90
85
85
T0
T1
Gruppo Sperimentale
Gruppo Controllo


Valori Medi ROM: EXTRAROTAZIONE ATTIVA
Gradi di escursione articolare (0°-60°)
60
40
20
0
35
45
30
40
T0
T1
Gruppo Sperimentale
Gruppo Controllo



In questi ultimi grafici vengono monitorati nel dettaglio i movimenti rotazionali attivi e passivi: iniziando dai valori medi di partenza, nell'intrarotazione attiva sono coincidenti e successivamente a T_1 il gruppo studio si separa di 10° dal gruppo controllo, mentre nell'intrarotazione passiva sono distanti di 5° e questa differenza si mantiene perfettamente costante, tanto che non si osservano cambiamenti tra T_0 e T_1.

Dal grafico riguardante la rotazione esterna attiva si evidenzia un andamento identico per entrambi i gruppi, con una distanza di 5° tra i valori medi iniziali e finali; nell'extrarotazione passiva a T_0, i due gruppi mostrano lo stesso grado di escursione articolare e le loro rette tendono al miglioramento, infine a T_1 risulta esserci un intervallo di 10° tra gruppo sperimentale e gruppo di controllo.

4.4 Discussione

Ricordando la finalità del progetto di studio, alla luce dei risultati ottenuti è emerso che il gruppo che ha eseguito il protocollo sperimentale non ha raggiunto variazioni significative nel punteggio totale TSK e nei punteggi parziali TSK 1 e TSK 2, in quanto partiva da valori T_0 inferiori; contrariamente, il gruppo controllo ha avuto cambiamenti importanti per quanto riguarda questo parametro.

Il motivo è spiegabile dal fatto che si tratta di una misura molto soggettiva; infatti, ogni paziente ha un livello unico e personale di timore correlato all'attuare movimenti, con il pensiero che questi possano evocare dolore o addirittura causare un danno al proprio corpo, per cui può instaurarsi una somatizzazione del dolore come potenziale pericolo oppure una tendenza ad evitare determinate attività.

Portando l'attenzione sull'outcome funzionalità dell'arto superiore, sono stati conseguiti esiti molto positivi in entrambi i gruppi, ad indicare una buona riuscita sia dell'intervento che del trattamento riabilitativo, elementi fondamentali e complici di una graduale ripresa della persona allo svolgimento delle proprie attività quotidiane domestiche, di cura personale, socio-ricreative, sportive e/o lavorative.

Considerando inoltre i punteggi NPRS, a T_1 si sono osservati notevoli risultati in entrambi i gruppi, soprattutto il gruppo sperimentale ha dichiarato una totale assenza di dolore durante la notte, a riposo e nell'esecuzione delle ADL. Ciò nonostante, bisogna tenere a mente che spesso la soglia di percezione del dolore di ogni singolo paziente può differire dalla reale entità del sintomo algico, dunque non è possibile garantire una completa oggettività dei dati ottenuti.

Per quanto riguarda la misurazione del ROM, in generale nei due gruppi si sono registrati progressi in tutti i movimenti della spalla, in maniera rilevante nella flessione e abduzione (segno di un'ottima ripresa della forza ed equilibrio muscolare durante il movimento artrocinematico), mentre si è verificato un recupero minore nell'intrarotazione, ed è rimasta invariata nel gruppo di controllo.

Durante il processo di rivalutazione dei pazienti del gruppo studio, si è apprezzata inoltre una migliore percezione del movimento scapolare e della sua corretta postura; mentre nei pazienti del gruppo di controllo si è notata una maggiore messa in atto di compensi (ad esempio rialzo della spalla, spostamenti laterali o rotazioni del tronco) durante i movimenti dell'arto superiore. Alla luce di quanto osservato, si può considerare l'utilità dell'esercizio propriocettivo nel miglioramento della consapevolezza nel paziente del ruolo posturale svolto dalla muscolatura periscapolare.

Ragionando sui diversi aspetti costituenti un limite allo studio si indica che il campione di popolazione è abbastanza contenuto e non sono stati condotti ulteriori follow-up a medio e lungo termine, che non consentono di arrivare a determinare una significatività del progetto sperimentale dal punto di vista statistico.

Oltre a questi ultimi, è da tenere in considerazione che i pazienti partivano da condizioni pre e post-intervento differenti, diversi pazienti presentavano rigidità articolare e/o posture antalgiche in protezione, oppure debolezza muscolare più o meno marcata con compenso posturale della scapola; invece altri soggetti mostravano già una buona mobilità e tono-trofismo muscolare.

Altra componente che può causare una limitazione è data dal fatto che i pazienti del gruppo studio potrebbero non aver svolto con costanza il protocollo di esercizi propriocettivi a domicilio: ciò può dipendere da fattori personali oltre alla presenza di una predisposizione o meno per l'attività fisica, ad esempio da una mancata motivazione e aderenza nei confronti dell'esercizio terapeutico, da impegni familiari o dal carico d'impegno lavorativo che quindi possono influenzare le componenti stanchezza fisica e mancanza di tempo a disposizione.

Infine, come accennato in precedenza, si evidenzia l'alta soggettività di due misure di outcome, tra cui soglia personale del dolore, presenza di kinesiofobia, e anche aspettative riguardo agli esiti del trattamento: per esempio i pazienti del gruppo studio erano soddisfatti della funzionalità acquisita nonostante un non completo recupero del ROM in diversi movimenti.

4.5 Conclusioni

In conclusione, è possibile affermare che l'esercizio propriocettivo rappresenta un valido alleato da integrare maggiormente nella riabilitazione post-chirurgica ai tendini della cuffia dei rotatori, ma allo stesso tempo non deve essere di sostituzione rispetto al trattamento standard secondo Linee Guida.

Nonostante questa affermazione, i miglioramenti osservati non sono riconducibili con certezza al trattamento aggiuntivo che ha effettuato il gruppo sperimentale, bensì potrebbero essere dovuti alla globalità del percorso riabilitativo, oppure ad ulteriori attività svolte dai pazienti.

Siccome i risultati conseguiti sono favorevoli, si apre la possibilità di una reinterpretazione da parte di futuri laureandi attraverso il proseguimento di tale progetto sperimentale, per cui si invita ad ampliare il quantitativo di persone partecipanti allo studio per ottenere un campione di popolazione e di conseguenza un database più consistenti, al fine di raggiungere una significatività statistica.

Infine, sarebbe molto utile ed interessante effettuare più rivalutazioni a medio e lungo termine e prolungare il monitoraggio di ciascun paziente nel tempo tramite tecnologie di teleriabilitazione, per osservarne l'andamento in termini di stabilità o progressi, per fare in modo che il paziente mantenga una continuità e si senta più motivato e seguito nel suo percorso (anche aggiornando gradualmente il piano di esercizi), allo stesso tempo per riscontrare eventuali benefici o criticità relative al trattamento riabilitativo proposto.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Abate M, Di Carlo L, Salini V, Schiavone C. *Risk factors associated to bilateral rotator cuff tears*. Orthopaedics & traumatology, surgery & research 2017; 103 (6): 841-845.

Ager AL, Roy JS, Roos M, Belley AF, Cools A, Hébert LJ. *Shoulder proprioception: How is it measured and is it reliable? A systematic review*. Journal of hand therapy: official journal of the American Society of Hand Therapists, 2017. 30 (2): 221–231.

Ager AL, Borms D, Bernaert M, Brusselle V, Claessens M, Roy JS, Cools A. *Can a Conservative Rehabilitation Strategy Improve Shoulder Proprioception? A Systematic Review*. Journal of sport rehabilitation, 2020. 30 (1): 136–151.

Ager AL, Borms D, Deschepper L, Dhooghe R, Dijkhuis J, Roy JS, Cools A. *Proprioception: How is it affected by shoulder pain? A systematic review*. Journal of hand therapy: official journal of the American Society of Hand Therapists, 2020. 33 (4): 507–516.

Aman JE, Elangovan N, Yeh IL, Konczak J. *The effectiveness of proprioceptive training for improving motor function: a systematic review*. Frontiers in human neuroscience, 2015. 8, 1075.

Anastasi G, AA. VV. (2010). *Trattato di Anatomia Umana*. Quarta Edizione, Volume 1. Milano, Edi Ermes.

Athwal GS, Armstrong AD. Rotator Cuff Tears. [https://orthoinfo.aaos.org/en/diseases--conditions/rotator-cuff-tears/] Accesso il 2 agosto 2023.

Bellachioma S. Patologie della cuffia dei rotatori. [https://sbfisio.com/patologie-della-cuffia/]. Accesso il 2 agosto 2023.

Brotzman SB, Manske RC (2014). *La Riabilitazione in Ortopedia*. Terza Edizione. Edra Masson.

Buckup Klaus (2010). *Test clinici per il sistema muscolo-scheletrico*. Seconda Edizione. CIC Edizioni Internazionali.

Cabitza P (2013). *Ortopedia*. Seconda Edizione. Esculapio.

Castagna A, Borroni M, Garofalo R. *La rottura della cuffia dei rotatori*. Giornale Italiano di Ortopedia e Traumatologia 2015. 41: 6-14

Cho NS, Cha SW, Rhee YG. *Alterations of the Deltoid Muscle After Open Versus Arthroscopic Rotator Cuff Repair.* The American journal of sports medicine, 2015. 43 (12): 2927–2934.

Conchiglia A, Gregori LM. CT and CT Arthrography (CTA). In: Gumina S, editor. *Rotator Cuff Tear: Pathogenesis, Evaluation and Treatment*. Springer International Publishing, 2017. P. 185-191.

Cook CE. *Terapia manuale dell'apparato locomotore. Un approccio basato sull'evidenza*. 2013. Seconda edizione italiana a cura di Giovanni Barassi, Rosa G. Bellomo, Raoul Saggini. Padova, Piccin Nuova Libraria S.p.A.

Curl LA, Warren RF. *Glenohumeral joint stability: selective cutting studies on the static capsular restraints.* Clinical Orthopaedics and Related Research 1996; 330: 54-65.

Di Giacomo G, Bellachioma S (2016). *La riabilitazione post-chirurgica della spalla*. Prima Edizione, Griffin.

De Jesus JO, Parker L, Frangos AJ, Nazarian LN. *Accuracy of MRI, MR arthrography, and ultrasound in the diagnosis of rotator cuff tears: a meta-analysis.* American journal of roentgenology, 2009. 192 (6): 1701–1707.

Deprés-Tremblay G, Chevrier A, Snow M, Hurtig MB, Rodeo S, Buschmann MD. *Rotator cuff repair: a review of surgical techniques, animal models, and new technologies under development*. Journal of Shoulder and Elbow Surgery 2016; 25 (12): 2078–2085

Dominguez-Romero JG, Jiménez-Rejano JJ, Ridao-Fernández C, Chamorro-Moriana G. *Exercise-Based Muscle Development Programmes and Their Effectiveness in the Functional Recovery of Rotator Cuff Tendinopathy: A Systematic Review*. Diagnostics, 2021. 11 (3): 529.

Eajazi A, Kussman S, LeBedis C, Guermazi A, Kompel A, Jawa A, Murakami AM. *Rotator Cuff Tear Arthropathy: Pathophysiology, Imaging Characteristics, and Treatment Options*. American journal of roentgenology, 2015. 205 (5): 502–511.

Escamilla RF, Yamashiro K, Paulos L, Andrews JR. *Shoulder muscle activity and function in common shoulder rehabilitation exercises. Sports medicine.* 2009; 39 (8): 663-685.

Fukuda H. *Partial-thickness rotator cuff tears: a modern view on Codman's classic*. Journal of shoulder and elbow surgery, 2000. 9 (2): 163–168.

George MS, Khazzam M. *Current concepts review: revision rotator cuff repair*. Journal of shoulder and elbow surgery, 2012. 21 (4): 431–440.

Ghodadra NS, Provencher MT, Verma NN, Wilk KE, Romeo AA. *Open, mini-open, and all-arthroscopic rotator cuff repair surgery: indications and implications for rehabilitation*. The Journal of orthopaedic and sports physical therapy, 2009. 39 (2): 81–89.

Giannini S, Assako Ondo EP, Sabino G. *Instrumental Evaluation: X-Rays, MRI*. In: Gumina S, editor. *Rotator Cuff Tear: Pathogenesis, Evaluation and Treatment*. Springer International Publishing, 2017. P. 169-183

Gulotta LV. *History and Physical Exam*. In: Gulotta LV, Craig EV, editors. *Massive Rotator Cuff Tears: Diagnosis and Management*. Springer Science, 2015. P. 23-29.

Gumina S, Borroni M. *Classifications of the Rotator Cuff Tears*. In: *Rotator Cuff Tear: Pathogenesis, Evaluation and Treatment*. Roma, Springer International Publishing; 2017. P. 123-131.

Gumina S. *Etiopathogenesis of the Cuff Tear*. In: *Rotator Cuff Tear: Pathogenesis, Evaluation and Treatment*. Roma, Springer International Publishing; 2017. P. 61-63.

Gumina S, Camerota F, Celletti C, Venditto T, Candela V. *The effects of rotator cuff tear on shoulder proprioception*. International orthopaedics, 2019. 43 (1): 229–235.

Hata Y, Saitoh S, Murakami N, Seki H, Nakatsuchi Y, Takaoka K. *A less invasive surgery for rotator cuff tear: mini-open repair*. Journal of shoulder and elbow surgery, 2001. 10 (1): 11–16.

Huegel J, Williams AA, Soslowsky LJ. *Rotator cuff biology and biomechanics: a review of normal and pathological conditions*. Current Rheumatology Reports, 2015. 17 (1): 476-484

Inglese F, Di Giacomo S. Guida pratica al trattamento riabilitativo della spalla, 2007.

Inman VT, Saunders JB, Abbott LC. *Observations of the function of the shoulder joint*. Clinical Orthopaedics and Related Research 1996; 330: 3-12.

Itoi E, Minagawa H, Yamamoto N, Seki N, Abe H. *Are pain location and physical examinations useful in locating a tear site of the rotator cuff?* The American journal of sports medicine, 2006. 34 (2): 256–264.

Jancuska J, Matthews J, Miller T, Kluczynski MA, Bisson LJ. *A systematic summary of systematic reviews on the topic of the rotator cuff*. Orthop J Sports Med 2018; 6 (9).

Jarraya M, Roemer FW, Gale HI, Landreau P, D'Hooghe P, Guermazi A. *MR-arthrography and CT-arthrography in sports-related glenolabral injuries: a matched descriptive illustration*. Insights into imaging, 2016. 7 (2): 167–177.

Kapandji IA (2011). *Anatomia funzionale. Arto superiore*. Sesta Edizione, Maloine-Monduzzi editore.

Kibler WB, Ludewig PM, McClure PW, Michener LA, Bak K, Sciascia AD. *Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the 'Scapular Summit'*. British Journal of Sports Medicine 2013; 47 (14): 877-885.

Kim HM, Teefey SA, Zelig A, Galatz LM, Keener JD, Yamaguchi K. *Shoulder strength in asymptomatic individuals with intact compared with torn rotator cuffs*. The Journal of bone and joint surgery, 2009. American volume, 91 (2): 289–296.

Krabak BJ, Sugar R, McFarland EG. *Practical nonoperative management of rotator cuff injuries*. Clinical Journal of Sport Medicine, 2003. 13 (2): 102–105.

Lädermann A, Burkhart SS, Hoffmeyer P, Neyton L, Collin P, Yates E, Denard PJ. *Classification of full-thickness rotator cuff lesions: a review*. EFORT Open Reviews 2016; 1 (12): 420-430.

Lee MH, Sheehan SE, Orwin JF, Lee KS. *Comprehensive Shoulder US Examination: A Standardized Approach with Multimodality Correlation for Common Shoulder Disease*. Radiographics: a review publication of the Radiological Society of North America, Inc, 2016. *36* (6): 1606–1627.

Lewis JS. *Rotator cuff tendinopathy*. British Journal of Sports Medicine 2009; 43 (4): 236–241.

Longo UG, Berton A, Papapietro N, Maffulli N, Denaro V. *Biomechanics of the rotator cuff: European perspective.* Medicine and sport science 2012; 57: 10-17.

Myers JB, Lephart SM. *The role of the sensorimotor system in the athletic shoulder*. Journal of Athletic Training 2000; 35 (3): 351–363.

Morelli KM, Martin BR, Charakla FH, Durmisevic A, Warren GL. *Acromion morphology and prevalence of rotator cuff tear: a systematic review and meta-analysis*. Clinical Anatomy 2018; 32 (1): 122–130.

Morlacchi C, Mancini A (2018). *Clinica Ortopedica Manuale – Atlante*. V Edizione a cura di Franceschi F e Mancini F. Padova, Piccin Nuova Libraria S.p.A.

Neumann DA (2019). *Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico: Fondamenti per la riabilitazione*. Edizione italiana sulla terza in lingua inglese a cura di Elena Donetti. Padova, Piccin Nuova Libraria S.p.A.

Nho SJ, Yadav H, Shindle MK, Macgillivray JD. *Rotator cuff degeneration: etiology and pathogenesis*. The American Journal of Sports Medicine, 2008. 36 (5): 987-993

Oliva F, Piccirilli E, Bossa M, Via AG, Colombo A, Chillemi C, Gasparre G, Pellicciari L, Franceschetti E, Rugiero C, Scialdoni A, Vittadini F, Brancaccio P, Creta D, Buono AD, Garofalo R, Franceschi F, Frizziero A, Mahmoud A, Merolla G, Nicoletti S, Spoliti M, Osti L, Padulo J, Portinaro N, Tajana G, Castagna A, Foti C, Masiero S, Porcellini G, Tarantino U, Maffulli N. *I.S.Mu.L.T - Rotator Cuff Tears Guidelines*. Muscles Ligaments and Tendons Journal, 2016; 5 (4): 227-263.

Osborne JD, Gowda AL, Wiater B, Wiater JM. *Rotator cuff rehabilitation: current theories and practice*. The Physician and sportsmedicine, 2016. 44 (1): 85–92.

Padua R, Zanoli G. *Linee Guida SICSeG: Il trattamento chirurgico delle rotture della cuffia dei rotatori in età adulta*. Giornale Italiano di Ortopedia e Traumatologia, 2021. 47: 6-25.

Page MJ, Green S, McBain B, Surace SJ, Deitch J, Lyttle N, Mrocki MA, Buchbinder R. *Manual therapy and exercise for rotator cuff disease*. The Cochrane database of systematic reviews, 2016. (6): 10-28.

Porcellini G, Campi F, Paladini P, Saporito M. *Il trattamento artroscopico*. Lo Scalpello-OTODI Educational, 2008. 22 (1): 36-41

Sambandam SN, Khanna V, Gul A, Mounasamy V. *Rotator cuff tears: An evidence based approach*. World Journal of Orthopedics, 2015. 6 (11): 902-918.

Seitz AL, McClure PW, Finucane S, Boardman ND 3rd, Michener LA. *Mechanisms of rotator cuff tendinopathy: intrinsic, extrinsic, or both?* Clinical Biomechanics 2011; 26 (1): 1-12.

Sheean AJ, Hartzler RU, Burkhart SS. *Rotator cuff repair: single row repair versus double row repair and superior capsular reconstruction*. Sports Med Arthrosc Rev. 2018. 26 (4):171-175.

Sutton P, Lund Ohlsson M, Röijezon U. *Reduced shoulder proprioception due to fatigue after repeated handball throws and evaluation of test–retest reliability of a clinical shoulder joint position test*. Shoulder & Elbow, 2022.

Tashjian RZ. *Epidemiology, natural history, and indications for treatment of rotator cuff tears*. Clinics in Sports Medicine. 2012; 31 (4): 589-604.

Wilk KE, Yenchak AJ, Arrigo CA, Andrews JR. *The advanced throwers ten exercise program: a new exercise series for enhanced dynamic shoulder control in the overhead throwing athlete*. The Physician and Sportsmedicine 2011; 39 (4): 90-97.