



Università degli Studi di Genova

Facoltà di Medicina e Chirurgia

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

A.A. 2010 - 2011

Campus Universitario di Savona

TRAINING ECCENTRICO NEL TRATTAMENTO DELLA SPALLA DOLOROSA

Candidato:

Dott.ssa Valentina FILANNINO

Relatore: Dott. Diego ARCERI

INDICE

Abstract	pag. I
Introduzione	pag. III

Capitolo I

La spalla e il lavoro eccentrico

1.1 Cenni di anatomia funzionale dell'articolazione gleno-omeroale	pag. 1
1.2 Il lavoro eccentrico	pag. 8
1.3 Sindromi dolorose della spalla: sindrome della cuffia dei rotatori, shoulder impingement syndrome, instabilità di spalla	pag. 14
1.3.1 La contrazione eccentrica e confronto vs concentrica	pag. 14
1.3.2 Razionale per l'uso dell'esercizio eccentrico vs concentrico	pag. 16
1.3.3 Caratteristiche ed effetti positivi e potenzialmente negativi delle contrazioni eccentriche durante l'allenamento	pag.16
1.3.4 Studi sull'allenamento eccentrico nella spalla e in altri distretti del corpo	pag. 26

Capitolo II

Metodi

2.1 Materiali e metodi	pag. 31
2.2 Risultati	pag. 42

Conclusioni

pag. 53

Bibliografia

pag. V

Abstract

OBIETTIVI: lo scopo della presente revisione è ricercare, tra i vari studi della letteratura, le migliori evidenze scientifiche presenti riguardo l'efficacia del training eccentrico nel trattamento della spalla dolorosa, individuando inoltre quale possa essere la modalità e la posologia più efficace.

RISORSE DATI: la ricerca è stata condotta consultando il database elettronico PubMed e consultando mediante una ricerca manuale testi specifici che trattano l'argomento.

METODI DI REVISIONE: La selezione degli studi è avvenuta in base al titolo, all'abstract e alla lettura degli studi, ovviamente escludendo la presenza di eventuali duplicati. I criteri di esclusione sono stati il tipo di studio e l'attinenza agli obiettivi posti con la revisione. È stata svolta una ricerca sistematica della letteratura includendo le pubblicazioni di review, trial clinici randomizzati (RCT) e meta-nalisi.

LE PAROLE CHIAVE impiegate sono le seguenti: shoulder, shoulder joint, shoulder impingement, shoulder tendinopathy, eccentric training, eccentric exercise*, eccentric muscle contraction, effectiveness eccentric training, effectiveness eccentric exercise, method eccentric training, method eccentric exercise. **I limiti inseriti:** review, trial clinici randomizzati (RCT) meta-nalisi, e Clinical Trial.

RISULTATI: Dei 33 articoli trovati sulle banche, dati sono stati selezionati 4 articoli utili per condurre la revisione ed esclusi 29 articoli in base ai criteri di esclusione definiti in precedenza.

CONCLUSIONI: Viene confermata la scelta preferibile del training eccentrico nel trattamento conservativo delle patologie dolorose della spalla, tuttavia a causa della

carezza di studi di alta qualità con pochi risultati clinicamente significativi, nessuna conclusione sicura o forte raccomandazione può essere fatta. Mentre il consenso sull'allenamento muscolare eccentrico è unanime, la questione sul modo e sul dosaggio ottimale di questi esercizi eccentrici non trova ancora risposta.

Certamente per il recupero della massa muscolare, della forza e per l'adattamento muscolare elastico, un lavoro eccentrico continuativo con elevate resistenze da 6 a 12 settimane ha forti indicazioni.

Introduzione

L'interesse nei confronti dell'argomento di questa tesi nasce dalla constatazione che sempre più numerosi sono i soggetti affetti da patologie che interessano la spalla.

I disordini muscoloscheletrici della spalla, sono quelli maggiormente identificati dai professionisti della sanità [\(1,2\)](#) con un incidenza di 9,5 su 1000 pazienti (6,9% - 26%) [\(3\)](#) i quali richiedono una consulenza e si presentano all'attenzione dell'assistenza sanitaria primaria⁽⁴⁾ a causa della presenza di segni clinici e sintomi tipici di problematiche alla spalla.

La spalla è una complessa struttura articolare costituita da molteplici strutture dinamiche e passive in cui vi è la presenza di varianti anatomiche che dimostrano una variabilità intersoggettiva incredibile e che sono controllate da un sistema di propriocezione il quale entra in gioco durante l'artrocinematica dell'articolazione [\(5,6\)](#).

Proprio per questa sua complessità, la spalla, molto spesso risulta essere sede di alterazioni patologiche, di limitazioni funzionali e di disabilità che hanno incuriosito i clinici conducendoli allo studio e alla ricerca di esercizi terapeutici per il trattamento dei disturbi muscoloscheletrici affinché possano essere mantenute le normali funzioni dei tessuti della regione non compromessa, e possa essere elaborato un programma di esercizi progressivi per fare in modo che il paziente riprenda le sue attività funzionali e lavorative quotidiane. Il trattamento di prima scelta per le sindromi dolorose della spalla, spesso risulta essere la fisioterapia. Tuttavia, la sua efficacia è ancora discussa e revisioni sistematiche sottolineano la necessità di studi con metodologie di alta qualità per indagare l'efficacia degli interventi di fisioterapia.

Nel 1984 è stato introdotto da Stanish et al.[\(7\)](#) l'esercizio eccentrico, che per molti anni è stato usato con successo per trattare le tendinopatie, in particolare quelle del tendine d'Achille e del tendine rotuleo [\(8,9\)](#).

Successivamente, l'interesse per questo argomento ha prodotto un altro studio eseguito all'Ospedale Universitario della Svezia del Nord, dove i ricercatori hanno scoperto che un programma, della durata di 12 settimane, di esercizi di natura eccentrica e con un pesante carico per il muscolo del polpaccio era molto efficace per curare la tendinosi achillea [\(10\)](#). Anche altri studi hanno suggerito che l'allenamento del muscolo con forza eccentrica dà buoni risultati per la riabilitazione delle problematiche che interessano i tendini [\(11\)](#).

Molti studi hanno proposto l'uso di esercizi eccentrici come trattamento efficace nella cura preventiva e riabilitativa di diversi disturbi tendinei, come ad esempio per la tendinosi cronica d'Achille, per la tendinopatia laterale del gomito [\(8,12,13,14\)](#). Tuttavia, non si è in grado di conoscere con certezza il meccanismo che sottende a questi effetti positivi. Uno studio suggerisce che l'esercizio eccentrico accelera il metabolismo degli elementi costitutivi del tendine [\(13,15\)](#) e determina una neovascolarizzazione che svolge un ruolo importante nelle tendinopatie, ottenendo così buoni risultati clinici [\(16\)](#). Per quanto riguarda la spalla, sono state trovate nel tendine del sovraspinato alterazioni istologiche simili a quelle del tendine d'Achille e del tendine rotuleo [\(17\)](#), e che hanno reso interessante lo studio sull'efficacia dell'esercizio eccentrico nel trattamento delle tendinopatie della cuffia dei rotatori.

Anche se ancora scarni rispetto a quelli dell'arto inferiore, alcuni studi sono stati effettuati per il notevole interesse che ha suscitato il training eccentrico come possibile trattamento efficace per ridurre il danno e il dolore fisico degli arti superiori durante le attività quotidiane, nonché per migliorare i parametri di isocinetica in soggetti affetti da impingement syndrome.

La letteratura sostiene che il rafforzamento della muscolatura della cuffia dei rotatori, dei muscoli della scapola e l'allungamento dei tessuti molli della spalla è utile per ridurre il dolore e per ridurre la perdita funzionale nelle persone con shoulder impingement syndrome [\(18,19\)](#).

Nonostante ciò, la mancanza di studi sul training eccentrico in soggetti affetti da Shoulder Impingement Syndrome è evidente. Uno studio ha mostrato buoni risultati clinici di allenamento eccentrico per il muscolo sovraspinato e per il deltoide in shoulder impingement syndrome con dolore cronico [\(20\)](#).

Pertanto questo lavoro si pone l'obiettivo di mostrare se in letteratura sono presenti evidenze scientifiche di rilievo sull'efficacia del training eccentrico nelle patologie della spalla dolorosa e, dopo aver descritto le principali sindromi dolorose della spalla, individuare, attraverso una review della letteratura, quali sono le modalità e l'efficacia del training eccentrico per il trattamento di tali problematiche.

Capitolo I

La spalla e il lavoro eccentrico

1.1 Cenni di anatomia funzionale dell'articolazione gleno-omeroale

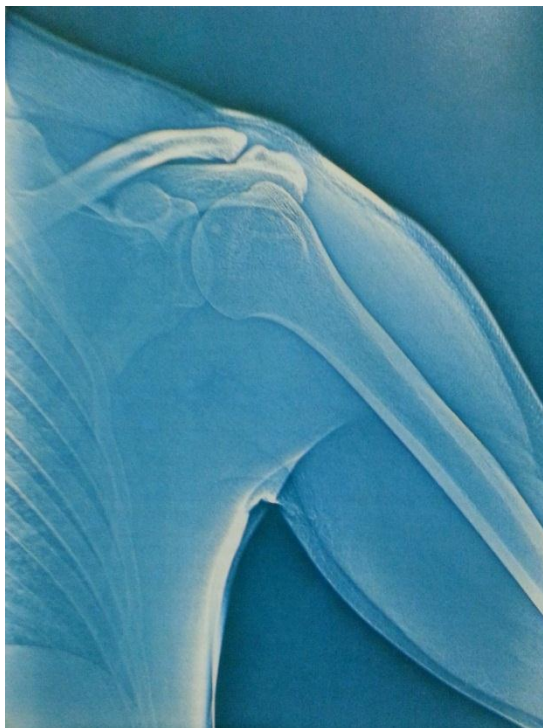


Figura. 1.1 Xeroradiografia della spalla.

Il complesso articolare della spalla rappresenta un capolavoro di ingegneria articolare umana.

L'articolazione della spalla è la più mobile di tutto il corpo, dove non c'è una vera e propria stabilità strutturale, dunque molto vulnerabile a traumi e lesioni e dipendente dalle articolazioni muscolo-scheletriche limitrofe per la stabilità e per la posizione.

A causa della sua mobilità, una eventuale ipostenia della muscolatura fissatrice può facilitare anomalie e deficit di movimento a carico dell'arto superiore, quindi mantenere un buon equilibrio della muscolatura è essenziale per la stabilità di questa regione⁽²¹⁾.

Il *complesso articolare della spalla* è formato da *cinque* articolazioni (Figura 1.2) che si dividono in due gruppi:

1. Il primo gruppo è costituito da tre articolazioni “*vere*” in senso anatomico (contatto di due superfici di scivolamento cartilagineo) :
 - Articolazione Gleno-omeroale
 - Articolazione Acromion-claveare
 - Articolazione Sterno-clavicolare
2. Il secondo gruppo è costituito da una “*pseudo*” articolazione (articolazione in senso fisiologico):
 - Articolazione scapolo-toracica, associata all’articolazione acromion-claveare ed all’ articolazione sterno-clavicolare.

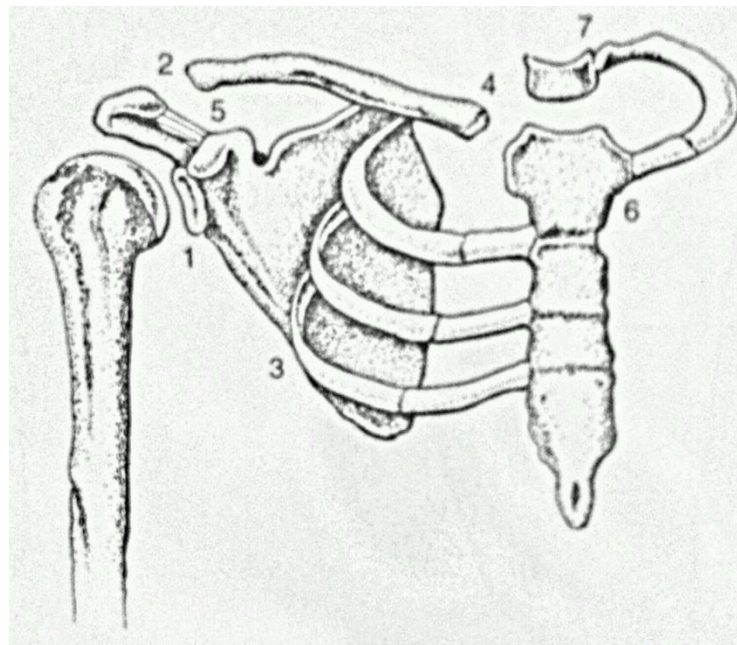


Figura. 1.2 Le sette articolazioni del cingolo scapolare (da Cailliet, modificata). **1**, articolazione gleno-omeroale; **2**, articolazione acromio-clavicolare; **3**, articolazione scapolo-toracica (pseudo articolazione); **4**, articolazione sterno-clavicolare; **5**, articolazione sopraomeroale (pseudo articolazione); **6**, articolazione costo-sternale; **7**, articolazione costo-vertebrale.

L'articolazione *glenoidea* è costituita dalla *cavità glenoidea della scapola* e dalla *testa omerale*. In posizione anatomica la faccia della glena non è piatta, ma lievemente inclinata verso l'alto e in avanti, con un orientamento antero- supero-laterale. Naturalmente, vista la posizione della glena, anche la testa ha un orientamento postero- supero- mediale (naturale retroversione) proprio per garantire reciprocità⁽²²⁾ .

Le più importanti prominenze ossee della testa omerale per le inserzioni dei muscoli periarticolari sono: la *grande tuberosità*, la *piccola tuberosità* poste anteriormente e lateralmente subito sotto al collo anatomico e separate dal *solco intratubercolare* dove scorre il tendine del capo lungo del bicipite.

Importante è la conoscenza del piano scapolare, ovvero il piano della scapola il quale è anteposto anteriormente di 30-35° c.a rispetto al piano frontale. Per far sì che ci sia corrispondenza tra la cavità della glenoide e la testa dell'omero, anche quest'ultima prossimalmente ha un angolo di retroversione di 30° c.a rispetto all'asse transepicondiloideo dell'omero distale che associato ai 30-35° della disposizione rispetto al piano frontale della scapola fa sì che glena e testa omerale arrivino ad essere reciproci.

La presenza di piccole varianti anatomiche che interessano la forma, la curvatura, l'orientamento e le dimensioni della fossa stessa, dimostrano una variabilità intersoggettiva incredibile. Anche se alcune fosse glenoidee sono ovali o ovoidali (Figura 1.3), la maggior parte delle scapole presenta una superficie articolare, per la testa omerale, a forma di pera o di virgolette^(5,6) .

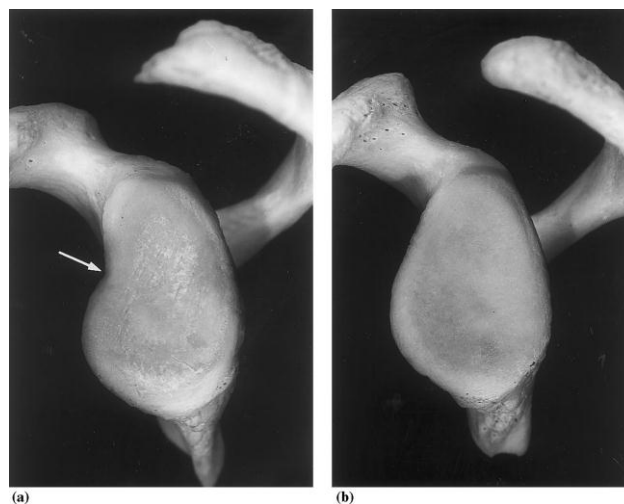


Figura 1.3 a) fossa glenoidea a forma di pera o di virgolette; b) fossa glenoidea a forma ovoidale.

Ci sono cavità glenoidee particolarmente strette e al contrario ci sono fosse glenoidee un po' più ampie. Tutte queste variabili possono incidere sulla stabilità articolare: la

reciprocità tra cavità glenoidea e testa omerale può quindi essere inficiata da una cavità glenoidea particolarmente stretta, e al contrario una fossa glenoidea un po' più ampia garantisce una stabilità maggiore che è intrinseca nell'articolazione.

A ricostruire la congruenza delle superfici articolari vi è il *labbro glenoideo* (Figura 1.4) che rende un po' più profonda la cavità glenoidea e allo stesso tempo rende più ampia la superficie di appoggio.

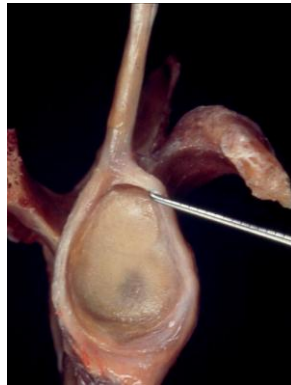


Figura 1.4 Labbro glenoideo.

Il labbro glenoideo aiuta tutti i legamenti ad ancorarsi nei pressi della glena e determina il fenomeno del “*concavity compression*”, cioè l'azione di ventosa che effettua la glena sulla testa omerale.

Tante strutture giunte in prossimità della glenoide vanno a fondersi con il labbro glenoideo. Ad esempio il capo lungo bicipite arriva in prossimità della porzione superiore del labbro glenoideo. Il legamento gleno omerale superiore invece è in contatto con la porzione superiore del labbro glenoideo, mentre il legamento gleno omerale medio arriva in prossimità della porzione mediale. La porzione inferiore (o ascellare) da cui si origina il legamento gleno omerale inferiore, invece si divide in anterior band e posterior band. Ed infine vi è anche la porzione posteriore del labbro glenoideo.

Un elemento di rinforzo dell'articolazione gleno-omerale è la capsula articolare che l'avvolge, inserendosi prossimalmente sul contorno della cavità e distalmente al margine inferiore del collo anatomico. Uno studio del '94 (Massengill) ha dimostrato che tanto più l'inserzione della capsula è prossimale al labbro glenoideo tanto più questa capsula concorre a stabilizzare l'articolazione. Più l'inserzione della capsula si sposta al di là del collo della scapola e quindi si allontana dal margine glenoideo, più questa non aiuta la stabilità passiva della spalla.

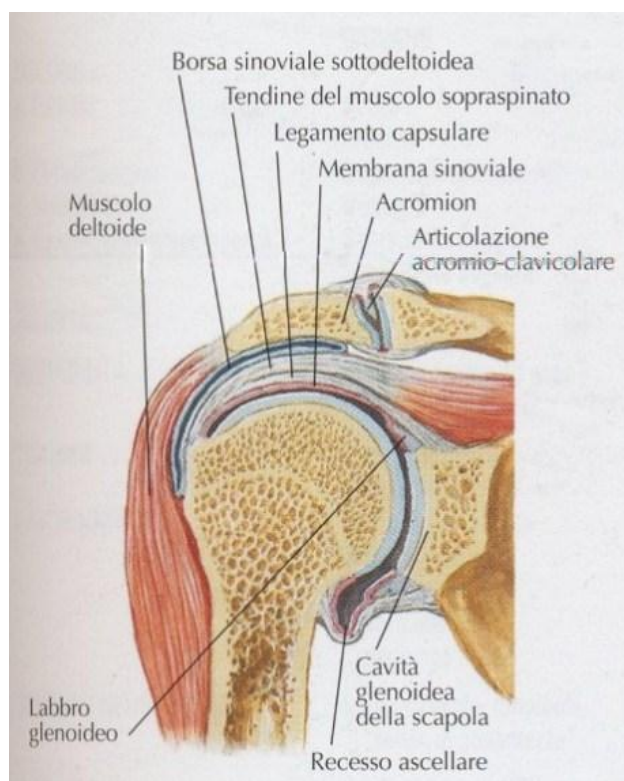


Figura. 1.5 Articolazione della spalla destra sezionata secondo un piano frontale.

Altri fattori importanti di rinforzo sono i legamenti:

- legamento coraco-omeroale
- legamenti gleno-omerali
- legamento coraco-acromiale.

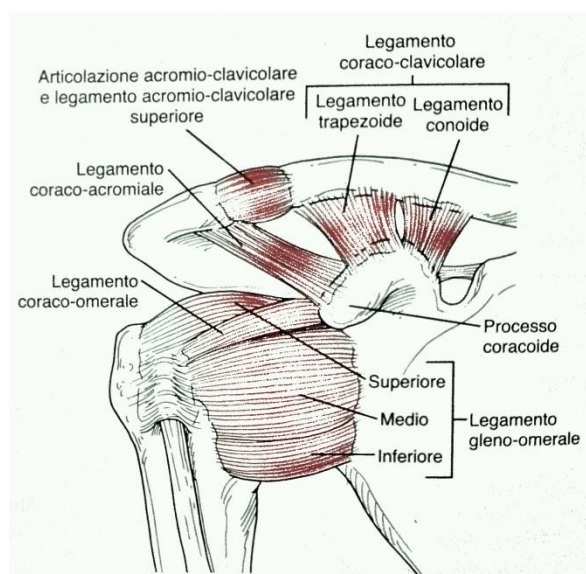


Figura 1.6 Legamenti delle articolazioni gleno-omerali ed acromio-clavicolari.

Gli elementi attivi, stabilizzatori dell'articolazione, sono i muscoli. Questi si possono dividere in muscoli che impediscono la lussazione verso il basso, (principalmente è il muscolo deltoide), e in muscoli che impediscono la lussazione verso l'alto. I muscoli preposti a quest'ultimo compito sono i muscoli della cuffia dei rotatori e il loro obiettivo primario è quello di centralizzare e di comprimere la testa omerale nella cavità glenoidea⁽²³⁾ .

La cuffia dei rotatori è un complesso muscolo-tendineo costituito dall'insieme di quattro tendini e dai rispettivi muscoli:

superiormente troviamo il tendine del muscolo sovraspinato, anteriormente quello del muscolo sottoscapolare e posteriormente i tendini dei muscoli sottospinato e piccolo rotondo. La loro disposizione anatomica è fondamentale per potenziare il compito delle strutture periarticolari e per migliorare la stabilità complessiva dell'articolazione⁽⁶⁾ .

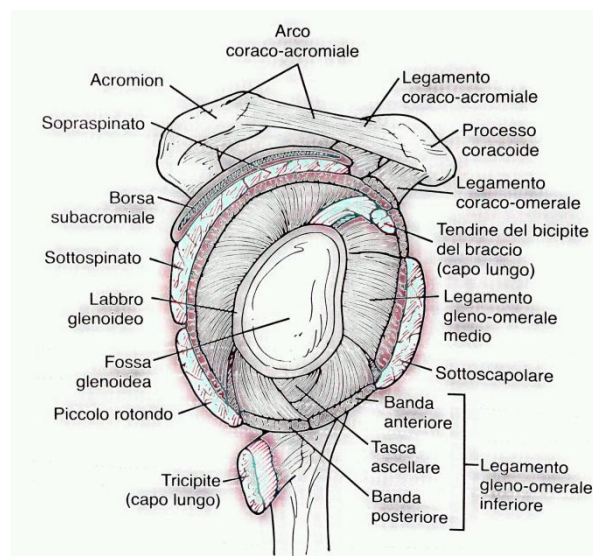


Figura 1.7 Faccia laterale della fossa glenoidea (visione inferiore), che mostra gli attacchi del labbro della glenoide, della capsula, dei legamenti, ed i loro rapporti con la muscolatura della cuffia dei rotatori e del capo lungo del bicipite.

I tendini e la cuffia dei rotatori si armonizzano con la glenoide e i legamenti nei loro punti di inserzione, cosicché, quando il muscolo si contrae, promuovono stabilità dinamica tirando gli ancoraggi statici. La risposta coordinata dei muscoli della cuffia e la tensione nei legamenti forniscono vari gradi di sostegno a seconda della posizione e del movimento dell'omero. Il controllo neuro muscolare, comprese la percezione dei movimenti e la risposta motoria, è alla base del coordinamento degli ancoraggi dinamici^(21,24) .

I muscoli della spalla agiscono come coppia di forze: il loro obiettivo primario, in particolar modo della struttura della cuffia, è quella di centraggio e di compressione della testa omerale nella glena.

Quindi per ogni muscolo la cui linea di forza è diretta da una parte ci si aspetta sempre che ci sia un altro muscolo la cui linea di forza è diretta dalla parte opposta. Ciò è valido per tutto l'arco di movimento ed è fondamentale che questo accada. Sul piano frontale, la linea di azione del sovraspinoso determina una forza rotatoria abduktoria costante per l'intero range di movimento e un'importante forza longitudinale coattante (grazie alla disposizione orizzontale delle sue fibre) che permette il centramento e la stabilizzazione della testa omerale nella cavità glenoide(25,26) .

Le linee d'azione del sottoscapolare, del sottospinoso e del piccolo rotondo sono tali per cui ogni tendine esercita una forza con una componente rotatoria, abduktoria per i primi due muscoli e adduktoria per il terzo.

La loro componente longitudinale determina il centramento della testa omerale nella fossa glenoidea, la neutralizzazione dell'azione di traslazione superiore della testa omerale, esercitata dal deltoide, e la facilitazione del movimento artrocinematico di scivolamento inferiore tra la superficie articolare convessa della testa omerale sulla superficie concava della cavità glenoidea. Inoltre, durante l'abduzione sul piano frontale, il sottospinoso e il piccolo rotondo ruotano esternamente l'omero, così da facilitare la clearance tra la grande tuberosità e l'acromion, prevenendo contatti tra le due strutture.

In conclusione il ruolo delle strutture attive è quello di evitare lo squilibrio/incoordinazione dei muscoli della spalla, i quali possono influenzare negativamente la traslazione della testa omerale.

Quando si muove una spalla entrano in gioco molteplici strutture dinamiche e passive per garantire soprattutto il centraggio. Tutte le patologie, infatti, mostrano un centraggio non perfetto della testa omerale nella glena: nell'instabilità la testa omerale esegue movimenti antero-posteriori, mentre in caso di impingement movimenti craniali.

1.2 Sindromi dolorose della spalla: sindrome della cuffia dei rotatori, shoulder impingement syndromes, instabilità di spalla.

La scarsa coordinazione di uno qualunque dei muscoli deputati alla stabilizzazione, può dar luogo a delle disfunzioni dei movimenti dell'articolazione gleno-omeroale.

Sono queste situazioni piuttosto comuni e debilitanti conseguenza dell'interruzione della funzione dei stabilizzatori statici e dinamici del complesso articolare della spalla che possono dar luogo alle “ *sindromi dolorose della spalla* ” .

La compressione meccanica e l'irritazione dei tessuti molli (cuffia dei rotatori e borsa sub-acromiale) a livello dell'*outlet* (spazio sovra-omeroale fra la testa dell'omero e l'arco coraco-acromiale) è chiamata *shoulder impingement syndromes* ed è la causa più comune del dolore alla spalla^(27,28). Vari fattori di rischio sono stati identificati ed hanno portato a parecchi sistemi di classificazione, che sono riassunti nella Tabella 1.

Tabella 1.2.1

Categoria delle sindromi dolorose della spalla

Le sindromi da collisione e le altre condizioni dolorose della spalla hanno svariate eziologie e pertanto possono essere raccolte nosograficamente in vari modi.

Basandosi sul grado o stadio dell'alterazione patologica della cuffia dei rotatori (classificazione di Neer)⁽²⁹⁾ .

- **Stadio I.** Edema, emorragia (paziente in genere <25 anni)
- **Stadio II.** Tendinite /borsite e fibrosi (paziente in genere 25-40 anni)
- **Stadio III.** Speroni ossei e rotture del tendine (paziente di solito >40)

Basandosi sul tessuto alterato⁽³⁰⁾ .

- **Tendinite del sovraspinato**
 - **Tendinite del sottospinato**
 - **Tendinite del bicipite**
 - **Borsite sottodeltoidea (subacromiale)**
 - **Altre distorsioni muscolotendinee (specifiche per il tipo di lesione o trauma)**
 - a) **Anteriore:** da uso eccessivo con sport con racchetta (piccolo pettorale, sottoscapolare, coracobrachiale, capo corto del bicipite)
 - b) **Inferiore:** da trauma con veicolo a motore (capo lungo tricipite, dentato
-

anteriore)

Basandosi sulla rottura meccanica e la direzione di instabilità o sublussazione

- Instabilità multidirezionale da capsula lassa con o senza collisione
- Instabilità unidirezionale (anteriore, posteriore o inferiore) con o senza collisione
 - a) Traumatica con lacerazione della capsula e/o del labbro
 - b) Atraumatica (insidiosa) da microtrauma ripetitivo
 - c) Lassità intrinseca

Basandosi sulla progressione del microtrauma (classificazione di Jobe)⁽³¹⁾.

- Gruppo 1. Collisione pura
- Gruppo 2. Collisione associata con lesione, instabilità del labbro e/o della capsula e collisione secondaria
- Gruppo 3. Tessuti molli iperelastici con instabilità anteriore o multidirezionale e collisione
- Gruppo 4. Instabilità anteriore senza collisione associata

Basandosi sul grado e la frequenza

- Instabilità → sublussazione → lussazione
- Acuta, ricorrente, fissa

Le cause della collisione sono multifattoriali, coinvolgendo sia alterazioni strutturali sia meccaniche. I sintomi che derivano dalla collisione sono di solito provocati da attività eccessive o ripetitive sopra la testa, che caricano l'articolazione della spalla particolarmente nel range medio. Le shoulder impingement syndromes sono generalmente classificate come *primarie* o *secondarie*.

Altri tipi di stiramento muscolo-tendineo nella regione della spalla possono essere determinati da uso eccessivo o da trauma, come nella regione pettorale anteriore con sport che prevedono l'uso della racchetta o nel capo lungo del tricipite e nel dentato anteriore per un trauma da urto, come un urto contro il volante in un incidente automobilistico.

Si ritiene che la “*shoulder impingement syndrome*” *primaria* sia la risultante di un'usura meccanica della cuffia contro il terzo inferiore dell'acromion nello spazio sovraomero durante le attività con elevazione dell'omero.

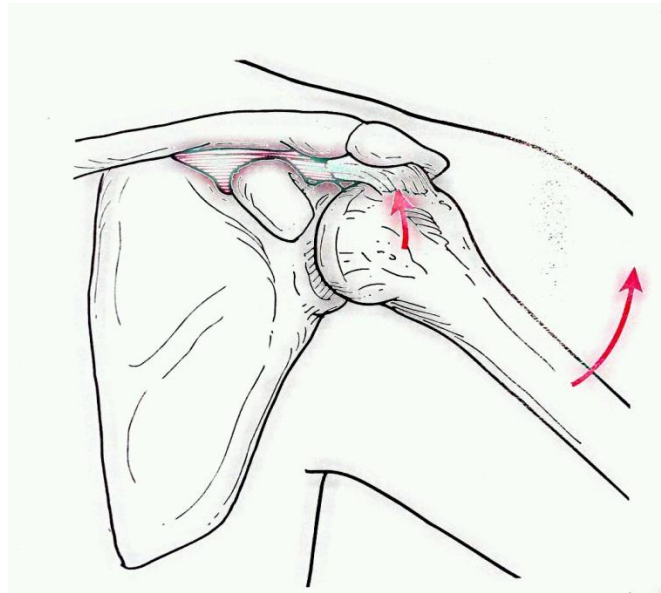


Figura 1.2.1 La diminuzione dello spazio sovraomeroale durante ripetute attività di elevazione porta a sintomi di collisione.

L'invasione può essere il risultato di *fattori strutturali* o *funzionali*.

I *fattori strutturali* sono quelli che sono associati direttamente con l'invasione dello spazio subacromiale. Essi comprendono cambiamenti vascolari nei tendini della cuffia dei rotatori, variazioni strutturali dell'acromion, dismorfismi da degenerazione ipertrofica dell'articolazione acromio-clavicolare, o altri cambiamenti trofici dell'arco coracoacromiale o della testa dell'omero. Tutti questi fattori riducono lo spazio sopra l'omero e spesso richiedono trattamenti chirurgici^(5,6,32). Neer⁽³³⁾ ha proposto per primo che nei pazienti sottoposti ad intervento chirurgico per sindrome da collisione le dimensioni e la forma delle strutture che costituiscono l'arco coracoacromiale siano correlate con la collisione della cuffia dei rotatori. In studi successivi sono state identificate e classificate variazioni della forma e dello spessore dell'acromion.

Una tale classificazione, basata sulla forma della faccia antero-inferiore dell'acromion, ne identifica tre forme: tipo I (piatta), tipo II (curva), tipo III (ad uncino).

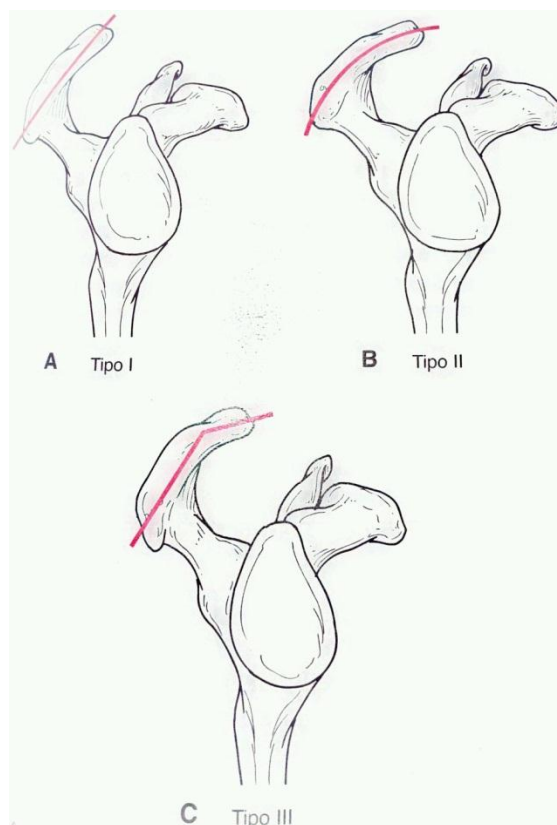


Figura 1.2.2 Classificazione dell'acromion in base alla sua forma: (A) tipo I (piatto); (B) tipo II (curvo); (C) tipo III (ad uncino).

Le alterazioni patologiche della cuffia dei rotatori sono spesso associate con le forme di acromion di tipo II e III, ma non di tipo I^(34,35).

I *fattori funzionali* sono quei fattori che determinano una diminuzione dell'outlet e determinano i traumi ripetuti ai tessuti molli durante il sollevamento del braccio. Essi sono: la tensione della capsula posteriore, lo scarso controllo neuro-muscolare della cuffia dei rotatori e dei muscoli della scapola, la *slouched posture* (aumento della cifosi toracica, la testa portata in avanti, la scapola abdotta e puntata in avanti), o una lacerazione parziale o completa dei tessuti nello spazio sopra l'omero (avvenuta durante una situazione traumatica o degenerativa)^(36,27,37,28,29,38).

Neer ha descritto tre stadi patologici di collisione che dimostrano la natura potenzialmente progressiva nel tempo dell'alterazione patologica⁽²⁹⁾.

Neer ha identificato la tendinopatia della cuffia dei rotatori, come uno stadio secondario della shoulder impingement syndrome, ma la patogenesi della tendinopatia della cuffia dei rotatori, non è conosciuta nei dettagli ed è in qualche modo controversa. Tuttavia è probabile un'eziologia multifattoriale.

I meccanismi proposti per la tendinite del sovraspinato comprendono una riduzione anatomica nello spazio disponibile al disotto dell'arco coracoacromiale o entro l'area di uscita dal sovraspinoso che porta all'impingement subacromiale; la tendinite dell'infraspinato può presentarsi come danno da decelerazione (eccentrico) causato da sovraccarico durante le attività ripetitive o di lancio con forza, inoltre ischemia, invecchiamento e alterazioni del movimento scapolare o omerale possono compromettere tutti i tessuti della cuffia dei rotatori attraverso impingement subacromiale o interno.

Se la muscolatura della cuffia dei rotatori o del capo lungo del bicipite si affaticano per il troppo uso, non forniscono più le forze di stabilizzazione dinamica, compressione e traslazione che sostengono l'articolazione e non controllano il normale meccanismo articolare. Si ritiene che questo sia un fattore precipitante nella “*shoulder impingement syndrome secondaria*”, termine usato per descrivere i sintomi determinati da una meccanica sbagliata causata dall'ipermobilità o dall'*instabilità* dell'articolazione gleno-omerale con aumento dello spostamento della testa dell'omero.

Il “Concavity compression” è un importante meccanismo dipendente da:

- integrità della glenoide e dell'arco coracoacromiale;
- funzione compressiva muscolare;
- funzione di rinforzo legamentosa.

Quando qualcosa di questo sistema viene a mancare ci sono tutte le condizioni per cui si possa realizzare un'instabilità articolare.

L'instabilità può essere *multidirezionale* o *unidirezionale*.

L'*instabilità multidirezionale* interessa taluni individui che hanno dei tessuti connettivi fisiologicamente lassi che danno luogo ad eccessiva mobilità delle articolazioni. Nell'articolazione gleno-omerale, la testa omerale si sposta più della norma in tutte le direzioni^(40,41,42). Molti individui, in particolare gli atleti *overhead*, hanno una certa lassità inerente o sviluppata della capsula ed instabilità, per il continuo sottomettere la capsula a forze di stiramento^(5,31). Un'articolazione ipermobile può essere sostenuta soddisfacentemente da muscoli forti della cuffia dei rotatori; ma quando i muscoli si affaticano, la scarsa stabilizzazione della testa omerale porta ad un meccanismo omerale errato, a traumatismo ed infiammazione dei tessuti sopra-omerale^(31,39).

Analogamente, in individui con una cuffia debole, i legamenti sono sottoposti a stress con l'uso ripetuto e l'ipermobilità, e ne risulta una collisione. La collisione del tessuto nello spazio sovraomerale è l'effetto secondario dell'instabilità⁽⁵⁾.

L'ipermobilità può causare altri problemi oltre alla collisione, come sublussazione, lussazione, o tendinite della cuffia dei rotatori, che con i microtraumi ripetuti possono portare a cambiamenti degenerativi quali speroni ossei, rottura di tendine, o restrizioni capsulari e spalla congelata. Jobe ha sviluppato un sistema di classificazione che incorpora la progressione della collisione e dell'instabilità nell'atleta con attività sopra la testa, basate su microtraumi progressiva⁽³¹⁾.

L'*instabilità unidirezionale* (anteriore, posteriore o inferiore) può essere il risultato di tessuti connettivi lassi, ma comunemente è conseguente a trauma e implica strappi della cuffia dei rotatori. Gli strappi possono essere classificati come acuti, cronici, degenerativi, oppure parziali o a tutto spessore. Spesso sono riscontrabili danno del labbro glenoideo e rottura di qualche legamento di sostegno.

Per quanto riguarda i sintomi, vi è una grande variabilità che passa da sintomatologie lievi a sintomatologie più severe: improvviso dolore acuto paralizzante, sensazione di sublussazione associata a debolezza, intorpidimento e formicolio che caratterizzano le "dead arm syndrome". Queste ultime sono situazioni che il paziente non riesce a gestire in quanto il braccio del soggetto sembra morto. Sono eventualità che si possono verificare in condizioni di instabilità di spalla davvero molto importanti. Sono talmente tanti i meccanismi che sottendono un'instabilità che classificarla con certezza in un modo univoco rischia di far perdere altri aspetti i quali potrebbero risultare fondamentali per il trattamento di quella patologia.

1.3 Il lavoro eccentrico

1.3.1 La contrazione eccentrica e confronto vs concentrica

Il muscolo è un tessuto altamente mutevole che, sia nella sua struttura che nella sua funzione, si adatta alle richieste ricevute. Come tutti i tessuti biologici, le modificazioni prodotte da un determinato livello di stress fisico sul muscolo comportano risultati prevedibili. Un classico esempio di risposta muscolare ad un alto dosaggio di stress fisico che contempla sia la possibilità di infortunio che di adattamento benefico, è l'attività muscolare elevata di tipo eccentrica⁽⁴³⁾.

Da molti anni, ormai, l'utilizzo dell'*esercizio con carico*, definito anche allenamento con carico^(44,45,46,47), rappresenta un intervento terapeutico appropriato per migliorare l'uso integrato di forza, potenza e resistenza muscolare durante i movimenti funzionali. L'esercizio con carico rappresenta un elemento essenziale nei programmi di riabilitazione per le persone con funzioni motorie carenti ed è inoltre una componente integrale nei programmi di allenamento per coloro che intendono potenziare o mantenere sano il loro stato fisico, aumentando la performance delle capacità motorie, finendo così con il prevenire o diminuire il rischio di lesioni o disfunzioni^(44,48,49).

Uno dei primi obiettivi per la forza e per il condizionamento, è quello di aumentare la produzione di forza muscolare del soggetto (intesa come produzione di potenza :forza x velocità). Se pensiamo agli sportivi durante il lancio (nel baseball) o nel salto in lungo, una serie di contrazioni eccentriche sia nelle estremità superiori, sia in quelle inferiori precedono le contrazioni concentriche.



Figura 1.3.1 Fasi del lancio nel baseball.

Durante le fasi del lancio il tronco e le estremità inferiori, si coordinano con i rotatori interni della spalla, immagazzinando energia elastica di tensione attraverso un allungamento eccentrico in un primo momento, passando poi in una fase di accelerazione concentrica in accorciamento⁽⁴³⁾.

Questo ci fa notare che così come nello sport di alto livello, anche nelle attività della vita quotidiana, si verificano contrazioni muscolari concentriche ed eccentriche che determinano un movimento e un'escursione articolare di un segmento corporeo.

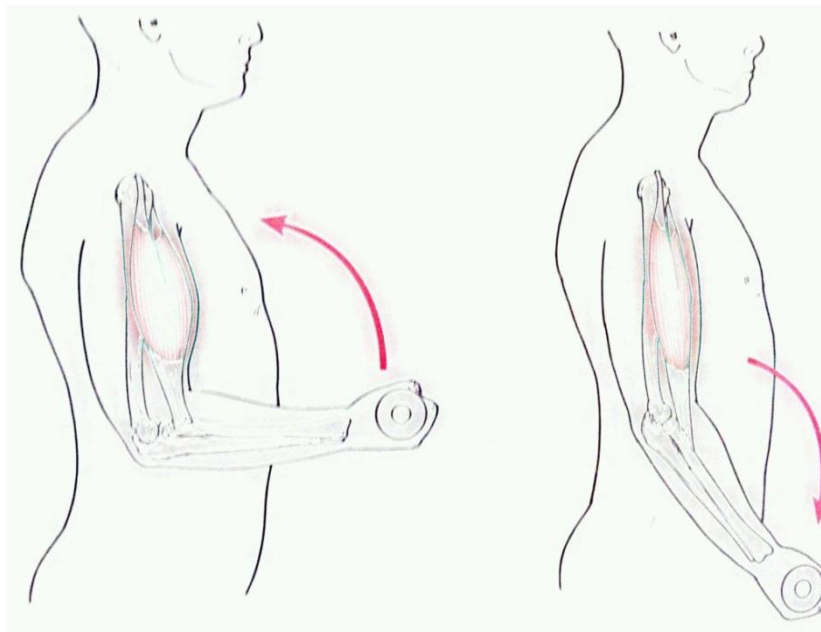


Figura 1.3.2 Il rafforzamento concentrico (A) ed eccentrico (B) dei flessori del gomito si verifica quando un peso viene alzato o abbassato.

Il termine *concentrico* fa riferimento ad una forma di carico muscolare dinamico con sviluppo di tensione del muscolo, suo accorciamento in lunghezza e superamento di una forza esterna (carico): questo avviene comunemente quando solleviamo un peso.

Al contrario, l'*esercizio eccentrico* implica un carico dinamico in un muscolo oltre la sua capacità di produrre forza, causando un allungamento in lunghezza del muscolo stesso, il quale non mantiene né supera il carico, come nell'abbassamento di un peso posizionato contro gravità⁽⁵⁰⁾. Pertanto la contrazione di tipo eccentrico risulta essere un particolare tipo di attivazione muscolare durante la quale il muscolo produce forza, e, anziché accorciarsi come durante il lavoro concentrico, si allunga.

1.3.2 Razionale per l'uso dell'esercizio eccentrico vs concentrico

Sia gli esercizi concentrici che quelli eccentrici hanno valore diverso nei programmi di riabilitazione e condizionamento.

Le contrazioni muscolari concentriche accelerano i segmenti corporei, mentre le contrazioni eccentriche li decelerano (ad esempio, durante improvvisi cambiamenti di direzione o di velocità) e inoltre agiscono come fonte di assorbimento durante le attività ad alto impatto^(50,13,51). È quindi evidente che anche in innumerevoli attività della vita quotidiana, come camminare avanti e indietro su una pendenza, salire e scendere le scale, alzarsi da una sedia e risedersi, mettere su o giù un oggetto è presente una combinazione dell'azione muscolare concentrica ed eccentrica. Di conseguenza è consigliabile, nel programma di rieducazione per pazienti con ridotta performance muscolare, inserire una varietà di esercizi di carico concentrici ed eccentrici.

L'allenamento eccentrico, in particolare, è anche una componente essenziale per un programma di riabilitazione o condizionamento volto a ridurre il rischio di lesioni muscolo-scheletriche o lesioni secondarie durante quelle attività che implicano la decelerazione ad alta intensità e rapidi cambi di direzione^(13,52).

Mentre in passato la contrazione eccentrica era poco studiata soprattutto per le difficoltà tecniche che si incontravano, grazie all'avvento delle nuove tecnologie quali i dinamometri isocinetici, è stato possibile esaminare le peculiarità di questa specifica attività dinamica muscolare.

1.3.3 Caratteristiche ed effetti positivi e potenzialmente negativi delle contrazioni eccentriche durante l'allenamento

I muscoli lavorano sia come strutture ammortizzanti che come “molle” quando assorbono forze meccaniche mentre sono allungati eccentricamente.

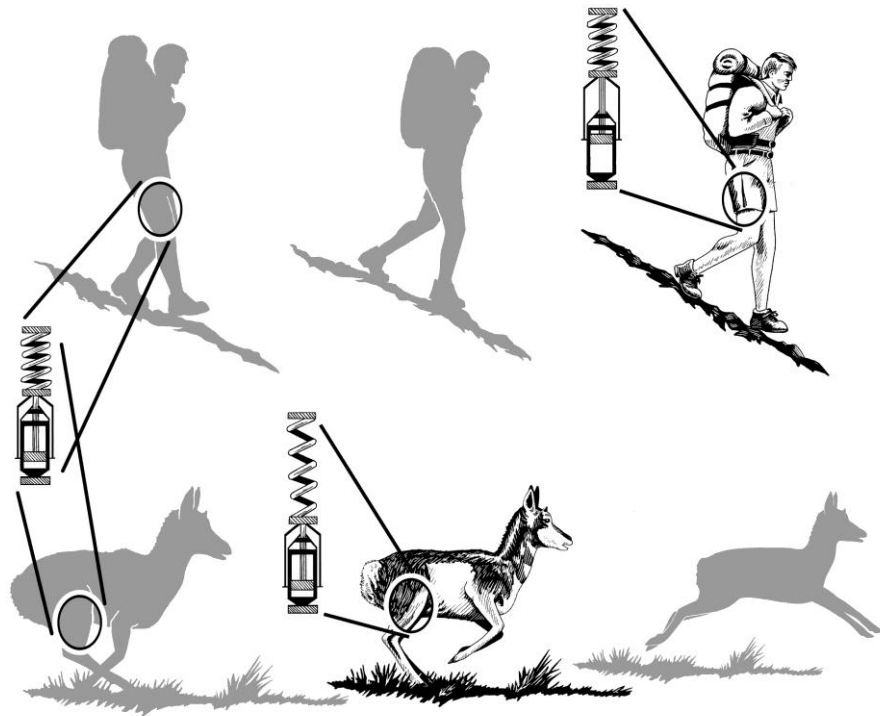


Figura 1.3.3 Esempio di contrazione eccentrica.

Le forze risultanti da queste contrazioni muscolari eccentriche producono lavoro negativo (poiché il lavoro dato da forza $\times$ lo spostamento, è un prodotto di due vettori: quando lo spostamento, o distanza, è in direzione opposta alla forza generata, il lavoro è considerato “negativo”). I muscoli locomotori funzionano come ammortizzatori durante la discesa o quando decelera un segmento corporeo (ad esempio passando dallo stare in piedi al sedersi) e sono onnipresenti in molti altri movimenti usuali come camminare, fare jogging, aggirare ostacoli o recuperare l’equilibrio.

In effetti, durante la normale locomozione, i muscoli sono complessivamente attivi in analoga quantità di lavoro positivo (accorciamento) e negativo (allungamento).

Mentre l’energia che è assorbita dal muscolo e dal tendine durante l’allungamento è spesso dissipata come calore, l’energia della tensione elastica può anche essere immagazzinata e riacquistata se seguita immediatamente da una contrazione concentrica in accorciamento.



Figura 1.3.4 Esempio di contrazione eccentrica.

Quando i muscoli sono attivati eccentricamente immediatamente prima di un accorciamento, essi non agiscono tanto come ammortizzatori quanto piuttosto come molle. Le componenti allungate dell'unità muscolotendinea immagazzinano energia potenziale elastica di ritorno (o energia elastica di tensione), una parte della quale può essere successivamente riutilizzata.

In un certo senso, poiché il muscolo è composto sia da fibre muscolari che da tessuto tendineo, tutte queste strutture possono essere collegialmente messe a punto secondo le caratteristiche di una molla per il sistema muscolo tendineo, al fine di immagazzinare ed utilizzare energia di tensione elastica durante la locomozione.

Si suppone che durante una contrazione eccentrica, all'aumentare della velocità dell'*allungamento* muscolare attivo, anche la produzione di forza nel muscolo inizialmente *aumenta*, per *abbassarsi* successivamente in *modo rapido* [\(53,50,54,55\)](#).

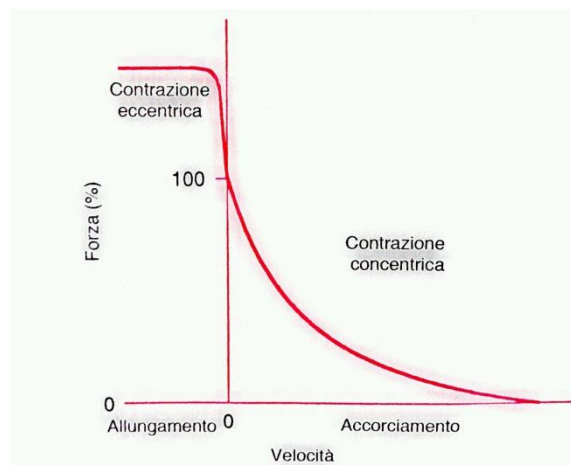


Figura 1.3.5 La curva forza-velocità per esercizi concentrici ed eccentrici.

L'aumento iniziale nella produzione di forza può essere una reazione protettiva del muscolo quando, dopo essere stato attivato, viene allungato rapidamente. È chiaro che questo aumento può essere utile per assorbire un'improvvisa tensione o una rapida decelerazione di un arto durante rapidi cambi di direzione(56,55).

L'aumento di tensione può essere inoltre causato da un allungamento del tessuto non contrattile nel muscolo(50).

Al contrario, altri studi indicano che la produzione di forza eccentrica non è necessariamente influenzata dalla velocità e rimane costante a basse ed alte velocità(57,58).

Una contrazione concentrica massimale produce meno forza rispetto ad una contrazione eccentrica massimale alle stesse condizioni. Questa differenza nella magnitudine dei carichi che vengono controllati da una contrazione muscolare concentrica versus eccentrica, dipende dai contributi delle componenti muscolari contrattili e non contrattili. Quando si abbassa un carico, la forza esercitata dal carico stesso è controllata non solo dalle componenti muscolari contrattili attive, ma anche dal tessuto connettivo che circonda il muscolo. Al contrario, quando un peso viene sollevato, solo le componenti contrattili del muscolo sollevano il carico(50).

In una contrazione concentrica, un numero maggiore di unità motorie viene reclutato per controllare lo stesso carico, rispetto ad una contrazione eccentrica; inoltre l'esercizio concentrico ha minore efficienza meccanica di quello eccentrico(50,56).

Di conseguenza, a un paziente viene richiesto uno sforzo maggiore durante l'esercizio concentrico che durante quello eccentrico per controllare lo stesso carico. Dato che l'esercizio eccentrico richiede il reclutamento di un numero ridotto di unità motorie per controllare il peso rispetto all'esercizio concentrico, in un muscolo molto debole – meno di 3/5 – le contrazioni muscolari eccentriche attive contro nessun carico esterno (solo la gravità), possono essere utilizzate per generare contrazioni muscolari attive e per sviluppare un livello iniziale di forza e controllo neuromuscolare.

In altre parole, in presenza di una sostanziale debolezza muscolare, è più facile controllare l'abbassamento di un arto contro gravità che il sollevamento dell'arto stesso.

Dato che la forza del muscolo può essere incrementata attraverso contrazioni muscolari di tipo eccentrico, spesso possono anche verificarsi danni alle componenti contrattili e citoscheletriche delle fibre muscolari stesse, debolezza e percezione di indolenzimento.

E' curioso costatare come il muscolo, strutturato per assorbire e sviluppare lavoro meccanico, durante l'allungamento eccentrico possa subire danni, quando questa tipologia di lavoro sembrerebbe invece ottimale.

In ogni caso il danno muscolare non sembra essere una conseguenza obbligata a seguito di contrazioni eccentriche elevate.

Infatti, la capacità di produrre forze elevate attraverso contrazioni eccentriche dovrebbe forse più correttamente essere considerata come un adattamento di protezione e come una stimolazione con effetti positivi per il muscolo (e il tendine) piuttosto che come una tipica causa di danno.

Molti esperti, infatti, hanno suggerito l'uso costante di esercizi eccentrici per la cura preventiva e per la riabilitazione dei pazienti.

Esplorare come i muscoli si adattano sia strutturalmente che funzionalmente alle costanti contrazioni in allungamento eccentrico elevate, e come questi adattamenti possano aiutare sia a prevenire infortuni muscoloscheletrici, sia ad incrementare la prestazione sportiva che a superare indebolimenti muscoloscheletrici si è verificato emozionante....

In uno studio si è evidenziato che le contrazioni eccentriche apportano cambiamenti strutturali e funzionali nei muscoli locomotori aumentando l'attività motoria. In questo studio è stato testato un gruppo di giocatori di basket, e si sono esaminati gli effetti sulla potenza muscolare di un training di lavoro eccentrico ad elevata resistenza.

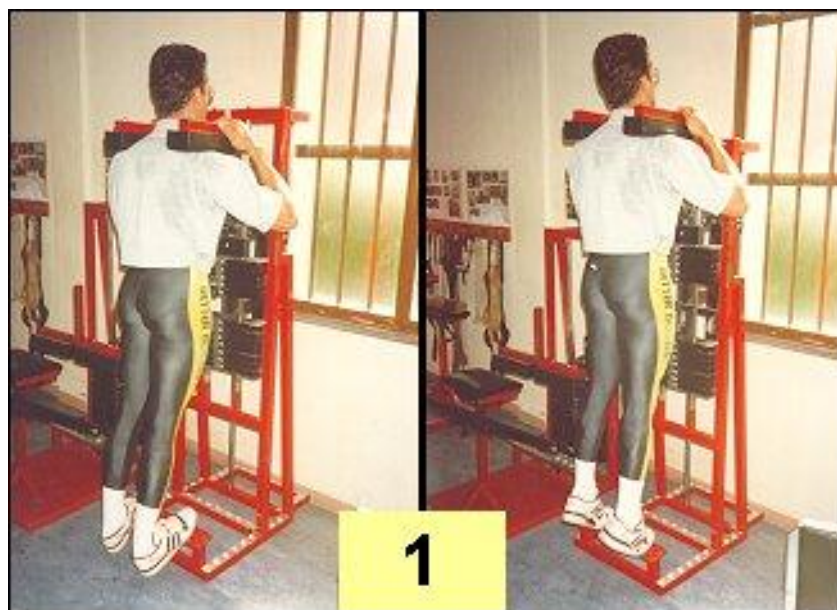


Figura 1.3.6 Esercizio eccentrico.

Dopo 6 settimane di training di lavoro eccentrico in un gruppo di controllo, comparato ad un gruppo allenato tradizionalmente, è stato rilevato un significativo aumento nel test di salto in verticale.

Mentre i due gruppi, all'inizio dello studio, avevano valori identici nel test, successivamente ogni componente del gruppo di lavoro eccentrico aveva incrementato la sua prestazione con un aumento approssimativo dell' 8% (5 cm). Questo tipo di allenamento può quindi stimolare un guadagno nella potenza e nella dimensione muscolare, probabilmente risultante, almeno in parte, dal significativo incremento della componente elastica del muscolo. L'incremento della forza e della potenza muscolare sembrano essere una funzione dell'abilità stessa del muscolo di produrre forze elevate. Pertanto, grazie alle forze maggiori (2 o 3 volte maggiori) che possono essere prodotte eccentricamente rispetto a quelle isometriche e concentriche, il training di tipo eccentrico ha la capacità di sovraccaricare il muscolo con un'estensione maggiore e un aumento di massa muscolare, forza e potenza rispetto ad un training di tipo concentrico.

È stato inoltre osservato che il training eccentrico può avere buoni risultati nella prevenzione dell'infortunio e dell'indebolimento muscoloscheletrico. Con l'avanzare dell'età, la progressiva perdita della massa muscolare (sarcopenia), diventa un problema significativo nella salute pubblica.

La diminuzione della massa muscolare comincia intorno ai 25 anni e progredisce fino ad arrivare, circa all'età di 80 anni, alla metà della massa muscolare originaria.

Sia i dati relativi alla sezione trasversale che a quella longitudinale confermano che anche la forza muscolare diminuisce approssimativamente del 15% per decade, nella sesta e settima decade, e di circa il 30% nelle decenni successive.

L'allenamento alla resistenza con l'uso di pesi, per le persone anziane, può contrapporsi alla sarcopenia, e sia la forza, sia la potenza, sia la massa muscolare possono avere dei benefici tradotti in incremento.

L'aspetto specifico dell'allenamento con resistenze eccentriche è quello che, forze superiori, che danno elevato sovraccarico ai muscoli, sono consentite rispetto a tradizionali allenamenti con forza eccentrica.

Oltretutto, a fronte di una produzione di forze superiori, le contrazioni eccentriche hanno un'altra specifica caratteristica, quella di avere un costo metabolico fortemente ridotto.

Queste forze elevate, a basso costo energetico le rendono ideali per il recupero della popolazione di pazienti indeboliti dal punto di vista energetico ottenendo significativi incrementi nella massa muscolare, e nella forza.

Nei soggetti più anziani (intorno ai 78 anni di età), sofferenti delle conseguenze della sarcopenia sono stati infatti riportati un forte incremento di forza isometrica nell'arto inferiore, un significativo incremento dell'intera massa muscolare (6%) e delle fibre del vasto laterale (60%) a seguito di 11 settimane di lavoro eccentrico elevato⁽⁴³⁾.

L'importanza dell'incremento della densità minerale dell'osso, analogamente a quella della massa muscolare e della forza, sembrano essere influenzate da locali sollecitazioni dell'osso, che possono verificarsi durante esercizi di resistenza ad elevata sollecitazione muscolare.

Di conseguenza, l'ipotesi che il training di tipo eccentrico, possa, oltre che produrre sollecitazioni muscolari sull'osso, produrre anche grossi adattamenti dell'osso stesso, risulta essere allettante.

Si è visto che, a seguito di 18 settimane di allenamento massimale di esercizi eccentrici eseguiti con una gamba e di esercizi concentrici con l'altra gamba (utilizzando un apposito dinamometro), dodici donne di età compresa tra i 20 e i 23 anni hanno incrementato in modo significativo la densità ossea minerale rilevata a metà del femore del 3,9% seguendo un training eccentrico e solo dell'1,1%, non significativo, lavorando con esercizi concentrici.

Questo dato ci rende consapevoli di come l'allenamento eccentrico dei muscoli della gamba garantisce uno stimolo osteogenico maggiore di un allenamento concentrico. In aggiunta, suggerisce come il maggiore picco di forze esplicitato dal gruppo con allenamento eccentrico fu di stimolo per il risultato dell'osso, mentre il lavoro di resistenza totale sviluppato in 18 settimane fu equivalente a quello realizzato dal gruppo di lavoro in concentrica.

Se i risultati preliminari sono promettenti, ancora non possiamo ritenerli conclusivi. Occorre infatti ricercare ulteriori approfondimenti sul potenziale osteogenico degli esercizi ad alta resistenza di tipo eccentrico⁽⁴³⁾.

Un'altra specifica caratteristica dell'esercizio eccentrico è che determina maggiore stress sul sistema cardiovascolare (cioè aumento del battito cardiaco e della pressione arteriosa) rispetto a quello concentrico, forse perché per l'allenamento eccentrico vengono usati carichi maggiori. Questo sottolinea il bisogno di una respirazione ritmica durante l'allenamento ad alta intensità.

L'esercizio eccentrico consuma meno ossigeno e riserve d'energia rispetto all'esercizio concentrico, contro carichi simili. Pertanto, l'utilità di attività eccentriche, come correre

giù da una collina, può migliorare la resistenza muscolare in maniera più efficiente rispetto ad attività concentriche simili, perché con l'esercizio eccentrico la fatica muscolare sopraggiunge più tardi(59).

Nonostante disordini muscolo-tendinei cronici siano comunemente associati ad attività che coinvolgono contrazioni muscolari ripetitive eccentriche, durante lo stadio avanzato di riabilitazione, è consigliato il progressivo utilizzo di un allenamento di resistenza eccentrico e la sua efficacia è dimostrata(13).

Cosa succede quando le forze interne di un muscolo sono utilizzate per decelerare un arto o un segmento corporeo?

L'intero sistema muscolo-tendineo contribuisce a dissipare o immagazzinare temporaneamente energia e, se la forza necessaria alla decelerazione eccede quella del sistema muscolo-tendineo, possono verificarsi infortuni muscolari, delle unità miotendinee, del tendine stesso e delle inserzioni osteotendinee. Per esempio, gli stiramenti muscolari, specialmente per la muscolatura dei flessori del ginocchio, sono relativamente frequenti negli sports che richiedono scatti esplosivi come il football, l'atletica in pista e il calcio. Stiramenti del gruppo degli adduttori, particolarmente frequenti per i giocatori di hockey, si verificano in muscoli indeboliti a seguito di contrazioni eccentriche di elevata intensità di tipo balistico.

Gli atleti che hanno una storia di infortuni precedenti ai flessori e agli adduttori, hanno un importante indebolimento della loro forza eccentrica rispetto a quella concentrica, il che suggerisce come un incremento preventivo possa minimizzare il rischio d'infortunio. Altri autori hanno ipotizzato che gli esercizi di resistenza eccentrica possano prevenire infortuni all'unità muscolo-tendinea incrementando la capacità del muscolo di assorbire una maggiore energia prima della ricaduta. L'incrementata rigidità nei tendini, una forza maggiore, e una maggiore capacità di assorbimento dell'energia a livello della giunzione muscolo-tendinea sono i risultati di un training di allenamento della forza eccentrica.

Il meccanismo esatto responsabile di questo adattamento non è però ben definito. L'adattamento del sistema muscolo-tendineo all'attività fisica di tipo eccentrico è anche associata alle variazioni della giunzione miotendinea: l'incremento della dimensione (ipertrofia), l'attività fibroblastica e la produzione di collagene e di sostanze di base.

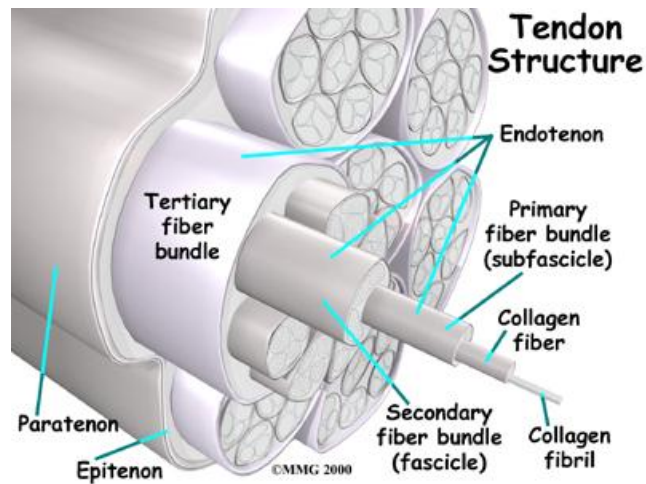


Figura 1.3.7 Struttura del tendine.

Gli elementi costitutivi del tendine sono i fasci collagene, la componente cellulare differenziata (cellule dette tenociti) e la matrice extracellulare che si presenta come una sostanza viscosa. Il collagene fornisce al tendine la componente elastica, mentre la matrice extracellulare rappresenta il supporto strutturale per le fibre collagene e regola l'assemblaggio del precursore del collagene (procollagene) in collagene maturo. I tenociti infine, sottili strati di cellule distribuite tra le fibre collagene sintetizzano sia la matrice extracellulare che il procollagene.

Durante una situazione di contrazione eccentrica, si riscontra la maggior incidenza traumatica a livello muscolare, e questo è imputabile alla maggior produzione di forza registrabile nel corso di quest'ultima, rispetto a quanto non avvenga nella modalità di attivazione di tipo concentrico od isometrico.

Spesso i disturbi tendinei cronici sono causati da attività intense, ripetute prevalentemente di tipo eccentrico.

Sia le sollecitazioni sovra massimali, che le contrazioni muscolari di tipo eccentrico trasmesse ai muscoli tramite i tendini, diminuiscono la capacità di recupero dei tendini stessi e ne provocano il deterioramento.

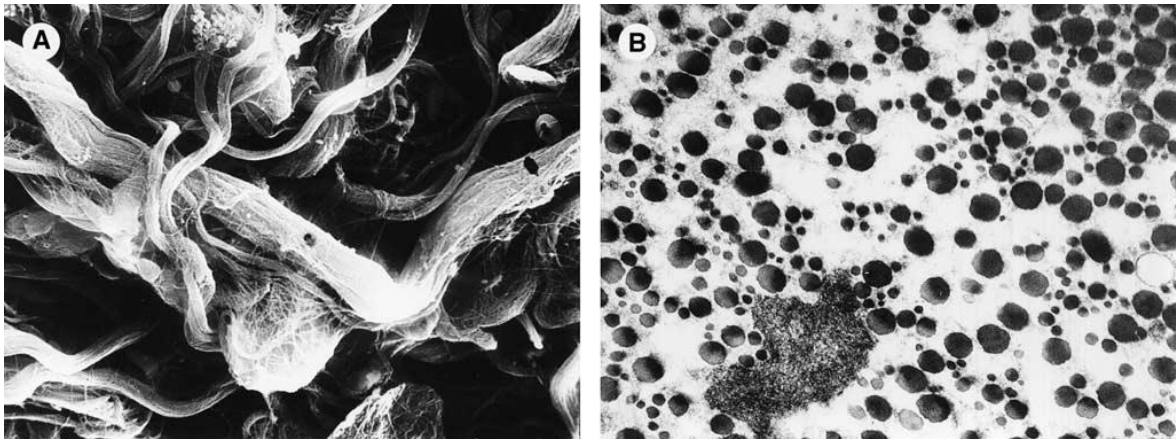


Figura 1.3.8 (A) Scanning and (B) transmission electron micrographs showing a ruptured Achilles tendon of a 42-year-old man. Large variations can be clearly seen in the diameter of both (A) the collagen fibres and (B) the individual fibres of the ruptured tendon. Magnification: A ·2400, B ·32 000.

Questo processo degenerativo è conosciuto comunemente con il termine di *tendinosi* (del tendine d'Achille, della cuffia dei rotatori, dell'epicondilo e dell'epitroclea, del tibiale posteriore, dei flessori delle dita, del tendine patellare, etc) ed è associato ad una risposta riparativa angiofibroblastica abnorme.

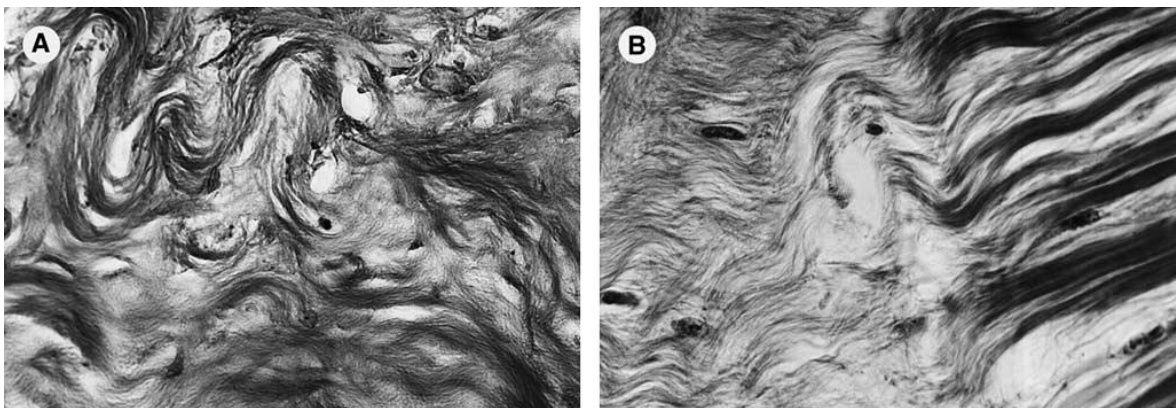


Figura 1.3.9 (A) Light micrograph showing a ruptured Achilles tendon of a 29-year-old woman. Collagen fibres form spiraling pattern around the mucoid degeneration area in the tendon. (B) Light micrograph illustrating ruptured collagen fibres with no regular crimp pattern 1 cm from the macroscopical rupture site in the ruptured Achilles tendon of a 44-year-old woman. Magnification: A ·300, B ·400.

Paradossalmente, alcuni autori hanno sostenuto che alcuni tipi di attività muscolare (eccentrica) in parte responsabili della tendinosi, andrebbero enfatizzati durante la fase riabilitativa.

Ampia evidenza sostiene la conoscenza che il tendine, proprio come il muscolo, può

adattarsi positivamente ad una sollecitazione fisica, incluso quella ottenuta con elevate sollecitazioni di tipo eccentrico.

Più specificamente, i tendini diventano più forti grazie all'incremento dell'attività fibroblastica e grazie ad una accelerata e specifica reazione del collagene^(60,13).

Si verificano anche cambiamenti macroscopici come l'ipertrofia del tendine, e adattamenti microscopici caratterizzati da un ispessimento di fibre e fibrille di collagene ed un incremento dei legami di tropocollagene.

Infine, le fibre del tendine si allineano in maniera ottimale per gestire, nel migliore dei modi, le elevate sollecitazioni trasmesse dal muscolo.

I più immediati deficit legati alle tendinosi sono il dolore e la debolezza, soprattutto nelle componenti legate all'allungamento eccentrico che possono richiedere anche un anno di tempo prima di risolversi. Ne conseguono aneddoti e sperimentazioni che testimoniano come, utilizzare esercizi eccentrici contro resistenza, possa dare beneficio nella riabilitazione delle tendinosi.

1.3.4 Studi sull'allenamento eccentrico nella spalla e in altri distretti del corpo

Pazienti con diagnosi di tendinite cronica (18 mesi) al tendine d'Achille, trattati senza successo con protocolli tradizionali, hanno evidenziato responsi favorevoli a seguito di esercizi eccentrici contro resistenza come riportato da Alfredson. ⁽¹⁰⁾

Quindici atleti amatoriali (12 maschi, 3 femmine, con età media di 44 anni) con dolore al tendine d'Achille e una diminuita forza concentrica ed eccentrica della muscolatura del polpaccio, si sottoposero ad un programma di esercizi concentrici contro resistenza con aumento progressivo dei carichi.

Il gruppo di lavoro con esercizi con resistenza eccentrica fu comparato con un gruppo analogo (11 uomini, 4 donne, con età media di 40 anni) di pazienti con dolore irriducibile al tendine d'Achille trattati con riposo, farmaci antinfiammatori non steroidei, ortesi e terapie fisiche, con incluso un programma di training ordinario.

Il programma di esercizi eccentrici contro resistenza si compose di sollevamenti (calf), due volte al giorno, per 7 giorni a settimana, di 3 sets con 15 ripetizioni cadauno.



Figura 1.3.11 Esercizio eccentrico.

I pazienti eseguirono la parte concentrica dell'esercizio bilateralmente (sollevando entrambi i talloni) mentre utilizzarono solo l'arto colpito per realizzare la fase di discesa, con un movimento lento e controllato (Figura 1.3.11). All'inizio l'esercizio doveva essere possibile con un disturbo assente o minimo, poi i pazienti furono abilitati ad aumentare la resistenza utilizzando dei pesi aggiuntivi. Dopo 12 settimane tutti i soggetti del gruppo di lavoro eccentrico tornarono al livello di corsa precedente all'infortunio, mentre i soggetti del gruppo di esercizi convenzionali (che non includevano esercizi di tipo eccentrico), alla fine, furono costretti a ricorrere alla chirurgia.

Questi risultati inconfutabili possono essere interpretati con un po' di scetticismo, ma indicano chiaramente come i training clinici di esercizi eccentrici contro resistenza possono dare benefici.

I risultati ottenuti da Alfredson, sono rinforzati anche da un follow-up a distanza di due anni, dove 14 dei 15 corridori correvano ancora in assenza di dolore, mentre uno solo dovette ricorrere alla chirurgia. Risultati analoghi si sono ottenuti in differenti studi riguardanti tendinosi al ginocchio e al gomito. Per quanto riguarda l'arto superiore, alcuni studi hanno dimostrato che l'allenamento eccentrico per gli abduttori della spalla potrebbe essere efficace per ridurre il danno e il dolore fisico degli arti superiori durante le attività quotidiane, nonché per migliorare i parametri di isocinetica in soggetti affetti da impingement syndrome. La letteratura sostiene che il rafforzamento della muscolatura della cuffia dei rotatori, dei muscoli della scapola e l'allungamento dei tessuti molli della spalla è utile per ridurre il dolore e per ridurre la perdita funzionale nelle persone con shoulder impingement syndrome^(61,18,19).

Nonostante ciò, la mancanza di studi sul training eccentrico in soggetti affetti da Shoulder Impingement Syndrome è evidente. Uno studio ha mostrato buoni risultati clinici di allenamento eccentrico per il muscolo sopraspinato e per il deltoide in shoulder impingement syndrome con dolore cronico(20).

Altri studi, che si sono interessati di indagare il ruolo dell'esercizio eccentrico nelle patologie dolorose della spalla, hanno suggerito l'uso di esercizi eccentrici nella cura preventiva e riabilitativa di quest'ultima(20,8,12,13,14), in base agli studi più approfonditi che sono stati eseguiti per le tendinosi di altri distretti, dove si è visto che l'esercizio eccentrico accelera il metabolismo degli elementi costitutivi del tendine e determina una neovascolarizzazione che svolge un ruolo importante nelle tendinopatie, ottenendo così buoni risultati clinici(16).

In un altro studio sono stati arruolati soli nove soggetti affetti da dolore cronico alla spalla a causa della impingement syndrome dolorosa che erano in lista d'attesa per un intervento chirurgico. Sono stati sottoposti ad un trattamento con l'allenamento eccentrico per gli abduuttori della spalla e si sono ottenuti risultati efficaci. Tutti i soggetti hanno dovuto compiere l'allenamento eccentrico per i muscoli sopraspinato e deltoide per 12 settimane, due volte al giorno, 7 giorni alla settimana. Dopo 12 settimane di allenamento eccentrico, 5 su 9 soggetti sono stati soddisfatti del risultato del trattamento, secondo il punteggio della Constant, e si sono ritirati dalla lista d'attesa per il trattamento chirurgico. A 52 settimane di follow-up, questi stessi soggetti erano ancora soddisfatti(20).

Nonostante gli studi eseguiti, lo specifico meccanismo del perché le contrazioni eccentriche sembrano ottimizzare la riabilitazione delle tendinosi non è stato ancora evidenziato; sembra implicito che elevate forze muscolo tendinee (eccentriche) erogate in uno programma controllato (impostazione riabilitativa) sono opportune per un adattamento tendineo ottimale. Ancora sembra paradossale che la componente eccentrica sia coinvolta nella fase iniziale dell'infortunio (acuto o cronico), quando gli esercizi eccentrici contro resistenze elevate sono necessari per esaltare il recupero.

E' evidente, comunque, che le forze generate durante l'esecuzione di un esercizio concentrico-eccentrico, o di un tradizionale esercizio di rinforzo, non risultino stimolanti per ottenere adattamenti benefici per il tendine.

Queste forze elevate prodotte eccentricamente, mentre causano infortuni quando agiscono sui tessuti in modo incontrollato, inducono un benefico rimodellamento tissutale quando vengono proposte in modo continuativo e progressivo.

Questo è un programma basato su sovraccarichi di tipo eccentrico che sembrano essere esercizi di resistenza ottimali per sollecitare un risultato di adattamento e che incontrino le esigenze specifiche di attività funzionali e sportive.

Queste elevate forze muscolari eccentriche si producono solamente quando forze esterne, prodotte da apparecchiature specifiche, superano quelle del muscolo stesso

Esistono diverse opinioni e risultati sugli effetti dell'esercizio eccentrico e concentrico sui gruppi muscolari e se questi dipendano o meno dalla modalità di esercizio.

Contrazioni muscolari eccentriche ripetute e rapide contro carico sono associate ad un'incidenza e ad una gravità significativamente maggiori di dolore muscolare a insorgenza ritardata (DOMS), rispetto all'esercizio concentrico con carico(62,63,64,65).

Il motivo per cui il DOMS è più evidente con l'esercizio eccentrico è ancora in fase di validazione, forse è il risultato di un maggiore danno ai muscoli e al tessuto connettivo quando i carichi pesanti vengono controllati durante l'abbassamento (62,63). È da tenere in considerazione che se l'intensità e il volume dell'esercizio concentrico ed eccentrico sono eguali, non si riscontra nessuna differenza sostanziale nel grado di DOMS dopo l'esercizio(66).

Il muscolo è un tessuto altamente mutevole che sia nella sua struttura che nella sua funzione si adatta alle richieste ricevute.

Come tutti i tessuti biologici, le modificazioni prodotte da un determinato livello di stress fisico sul muscolo comportano risultati prevedibili. Un classico esempio di risposta muscolare ad un alto dosaggio di stress fisico che contempla sia la possibilità di infortunio che di adattamento benefico, è l'attività muscolare elevata di tipo eccentrica. Per esempio se un individuo non allenato compisse un'escursione montana camminando in discesa (contrazioni eccentriche in allungamento) questa attività potrebbe rivelarsi, in seguito, molto dannosa a partire da un'iniziale indolenzimento muscolare (DOMS) nella prima parte dell'escursione.

Risulta chiaro il collegamento tra DOMS e le lesioni ed infiammazioni muscolari, il che fa ipotizzare che anche la cellula muscolare stessa sia danneggiata.

Parimenti, il danno strutturale degli elementi contrattili e citoscheletrici della fibra muscolare, come pure l'indebolimento del processo di relazione eccitazione-contrazione, sono legati alla riduzione della capacità di produrre forza.

Se però un soggetto cammina in discesa con continuità, dopo un periodo relativamente breve non si presenterà più un indolenzimento, né un danno muscolare, così come in qualsiasi esercizio che provochi uno stimolo di intensità analoga.



Figura 1.3.12 Esempio di esercizio eccentrico.

Ne consegue che l'uso ripetuto di contrazioni eccentriche, come nel citato caso di cammino in discesa, risulta essere un evidente adattamento di protezione per il muscolo definito dall'effetto di brevi periodi di attività intensa, ripetuti.

Conseguentemente, un'attività eccentrica che potrebbe provocare seri, e perfino debilitanti danni senza un adattamento più lungo, ha pochi effetti nocivi se preventivamente conosciuta.

I cambiamenti nel muscolo responsabili di questo acuto cambiamento sono assolutamente sconosciuti.

Capitolo II

Metodi

2.1 Materiali e metodi

L'obiettivo di questa revisione è quello di indagare nella letteratura scientifica le evidenze sulle modalità e l'efficacia del training eccentrico per il trattamento della spalla dolorosa.

Tutti gli studi sono stati ottenuti grazie alla ricerca effettuata sul database elettronico PubMed nella banca dati Medline (è stato consultato anche il database Pedro che non ha prodotto risultati utili al fine dell'elaborato) utilizzando le seguenti parole chiave: *shoulder, shoulder joint, shoulder impingement, shoulder tendinopathy, eccentric training, eccentric exercise*, eccentric muscle contraction, effectiveness eccentric training, effectiveness eccentric exercise, method eccentric training, method eccentric exercise.*

La ricerca è stata limitata per lingua inglese e italiana. Inoltre sono stati aggiunti anche i limiti per ottenere risultati solo dalle categorie di Clinical Trial, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Review.

Per la ricerca degli articoli riguardanti la correlazione tra "il ruolo, le modalità e l'efficacia del training eccentrico nella spalla dolorosa", sono state applicate le seguenti *stringhe di ricerca*:

<i>Banca dati</i>	<i>Stringhe di ricerca</i>	<i>Documenti rilevati</i>	<i>Documenti selezionati</i>	<i>Documenti utilizzati</i>
MEDLINE	Shoulder OR shoulder joint OR shoulder impingement AND "eccentric training"	Tot: 6	Tot:2	Tot:2
	shoulder OR shoulder joint OR shoulder impingement AND "eccentric exercise* "	Tot: 2	Tot:0	Tot:0

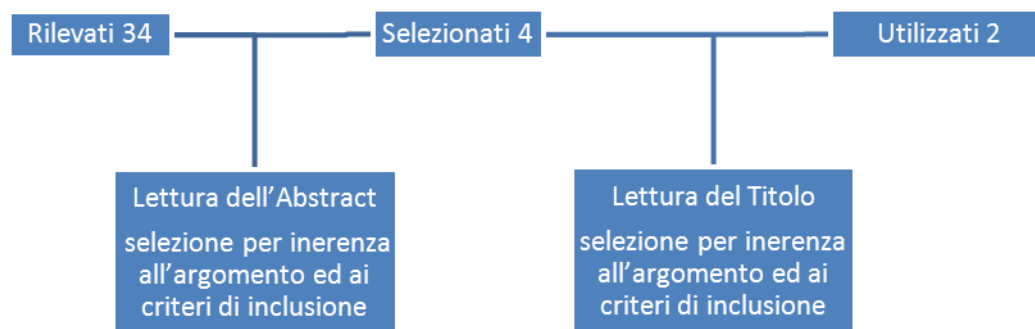
	shoulder tendinopathy OR shoulder joint AND eccentric muscle contraction exercise	Tot: 2	Tot: 0	Tot:0
	Shoulder OR shoulder joint OR shoulder impingement AND effectiveness eccentric training	Tot: 1	Tot: 0	Tot:0
	shoulder OR (eccentric muscle contraction) AND (shoulder tendinopathy) OR (shoulder rehabilitation) OR shoulder impingement AND eccentric training.	Tot: 10	Tot: 1	Tot: 1
	shoulder impingement OR overhead movement AND eccentric training	Tot: 1	Tot: 1	Tot: 1
	shoulder OR shoulder stability ratio AND eccentric training	Tot:11	Tot: 1	Tot: 1

La ricerca ha portato un numero complessivo di 34 articoli. Da una prima selezione effettuata attraverso la lettura di titolo e abstract, sono stati inclusi 4 articoli che risultavano essere in linea con l'obiettivo dell'elaborato e rispondevano, quindi ai seguenti criteri di inclusione:

l'alta qualità degli scritti, review, Trial Clinici Randomizzati (RCT), meta-nalisi e Clinical Trial; un ulteriore criterio per l'inclusione degli studi è la presenza di soggetti affetti da spalla dolorosa sia con patologia acuta che cronica.

Per quanto riguarda i “*criteri di esclusione*”, non sono stati riportati gli articoli che prendevano in considerazione soggetti sani, soggetti con età inferiore ai 18 anni e gli articoli che non trattavano l'argomento specifico della spalla dolorosa.

Successivamente data l'impossibilità per il reperimento di 2 articoli selezionati, sono alla fine stati utilizzati solo 2 articoli.



Flowchart della rilevazione degli studi.

Tabella : Risultati su PubMed per stringa di ricerca:

1. *Shoulder OR shoulder joint OR shoulder impingement AND “eccentric training”*

<i>N</i>	<i>TITOLO</i>	<i>AUTORI</i>	<i>TIPO DI ARTICOLO</i>	<i>IN/OUT</i>
1	May eccentric training be effective in the conservative treatment of chronic supraspinatus tendinopathies? A review of the current literature].	Zandt JF, Hahn D, Buchmann S, Beitzel K, Schwirtz A, Imhoff AB, Brucker PU. Sportverletz Sportschaden. 2010 Dec;24(4):190-7. Epub 2010 Dec 14.	Review	<i>in</i>
2	Eccentric training in chronic painful impingement syndrome of the shoulder: results of a pilot study.	Jonsson P, Wahlström P, Ohberg L, Alfredson H. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2006 Jan;14(1):76-81. Epub 2005 May 5.	Clinical Trial	<i>in</i>

3	The effects of concentric versus eccentric isokinetic strength training of the rotator cuff in the plane of the scapula at various speeds.	Bast SC, Vangsness CT Jr, Takemura J, Folkins E, Landel R. Bull Hosp Jt Dis. 1998;57(3):139-44.	Clinical Trial Comparative Study Randomized Controlled Trial	out
4	The effects of isokinetic vs. plyometric training on the shoulder internal rotators.	Heiderscheit BC, McLean KP, Davies GJ. J Orthop Sports Phys Ther. 1996 Feb;23(2):125-33.	Clinical Trial Randomized Controlled Trial Research Support, Non-U.S. Gov't	out
5	Isokinetic concentric versus eccentric training of shoulder rotators with functional evaluation of performance enhancement in elite tennis players.	Mont MA, Cohen DB, Campbell KR, Gravare K, Mathur SK. Am J Sports Med. 1994 Jul-Aug;22(4):513-7.	Clinical Trial Comparative Study Randomized Controlled Trial	out
6	Concentric versus eccentric isokinetic strengthening of the rotator cuff. Objective data versus functional test.	Ellenbecker TS, Davies GJ, Rowinski MJ. Am J Sports Med. 1988 Jan-Feb;16(1):64-9. Erratum in: Am J Sports Med 1988 Mar-Apr;16(2):164.	Clinical Trial Comparative Study Controlled Clinical Trial	out

2. *Shoulder OR shoulder joint OR shoulder impingement AND "eccentric exercise* "*
: Non ha prodotto alcun risultato per I criteri di inclusione/esclusione introdotti .

<i>N</i>	<i>TITOLO</i>	<i>AUTORI</i>	<i>TIPO DI ARTICOLO</i>	<i>IN/OUT</i>
1	Temporal summation of pressure pain during muscle hyperalgesia evoked by nerve growth factor and eccentric contractions.	Nie H, Madeleine P, Arendt-Nielsen L, Graven-Nielsen T. Eur J Pain. 2009 Aug;13(7):704-10. Epub 2008 Aug 16	Randomized Controlled Trial	out
2	The isolated and combined effects of selected physical activity and ibuprofen on delayed-onset muscle soreness.	Rahnama N, Rahmani-Nia F, Ebrahim K. J Sports Sci. 2005 Aug;23(8):843-50.	Randomized Controlled Trial	out

3. *Shoulder tendinopathy OR shoulder joint AND eccentric muscle contraction exercise:*

Non ha prodotto alcun risultato per I criteri di inclusione/esclusione introdotti .

<i>N</i>	<i>TITOLO</i>	<i>AUTORI</i>	<i>TIPO DI ARTICOLO</i>	<i>IN/OUT</i>
1	The effects of jump-rope training on shoulder isokinetic strength in adolescent volleyball players.	Duzgun I, Baltaci G, Colakoglu F, Tunay VB, Ozer D. J Sport Rehabil. 2010 May;19(2):184-99.	Randomized Controlled Trial	out
2	Isokinetic performance and shoulder mobility in elite volleyball athletes from the United Kingdom. Wang HK, Macfarlane A, Cochrane T.	Br J Sports Med. 2000 Feb;34(1):39-43.	Clinical Trial Comparative Study	out

4. *Shoulder OR shoulder joint OR shoulder impingement AND “effectiveness eccentric training”:*

non ha prodotto alcun risultato per i criteri di inclusione/esclusione introdotti.

<i>N</i>	<i>TITOLO</i>	<i>AUTORI</i>	<i>TIPO DI ARTICOLO</i>	<i>IN/OUT</i>
1	Chronic lateral epicondylitis: comparative effectiveness of a home exercise program including stretching alone versus stretching supplemented with eccentric or concentric strengthening.	Martinez-Silvestrini JA, Newcomer KL, Gay RE, Schaefer MP, Kortebein P, Arendt KW. J Hand Ther. 2005 Oct-Dec;18(4):411-9, quiz 420. Baystate Medical Education and Research Foundation, Springfield, MA, USA.	Comparative Study Randomized Controlled Trial	out

5. *Citazioni correlate in PubMed ha durante la ricerca evidenziato articoli inerenti all'argomento:*

<i>N</i>	<i>TITOLO</i>	<i>AUTORI</i>	<i>TIPO DI ARTICOLO</i>	<i>IN/OUT</i>
1	Effect of specific exercise strategy on need for surgery in patients with subacromial impingement syndrome: randomised controlled study	Holmgren T, Björnsson Hallgren H, Öberg B, Adolfsson L, Johansson K. BMJ. 2012 Feb 20;344:e787. doi: 10.1136/bmj.e787. Department of Medical and Health Sciences, Division of Physiotherapy, Linköping University, SE- 581 83 Linköping, Sweden.	Randomized Controlled Trial	in
2	Eccentric training in the treatment of tendinopathy	Per Jonsson		in

6. *shoulder OR (eccentric muscle contraction) AND (shoulder tendinopathy) OR (shoulder rehabilitation) OR shoulder impingement AND eccentric training.*

N	TITOLO	AUTORI	TIPO DI ARTICOLO	IN/OUT
1	Effects of 4 weeks of traditional resistance training vs. superslow strength training on early phase adaptations in strength, flexibility, and aerobic capacity in college-aged women.	Kim E, Dear A, Ferguson SL, Seo D, Bemben MG. J Strength Cond Res. 2011 Nov;25(11):3006-13.	Randomized Controlled Trial	out
2	[May eccentric training be effective in the conservative treatment of chronic supraspinatus tendinopathies? A review of the current literature].	Zandt JF, Hahn D, Buchmann S, Beitzel K, Schwirtz A, Imhoff AB, Brucker PU. Sportverletz Sportschaden. 2010 Dec;24(4):190-7. Epub 2010 Dec 14. Review. German.	Review	in
3	The effects of jump-rope training on shoulder isokinetic strength in adolescent volleyball players.	Duzgun I, Baltaci G, Colakoglu F, Tunay VB, Ozer D. J Sport Rehabil. 2010 May;19(2):184-99.	Randomized Controlled Trial	out
4	Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports.	Escamilla RF, Andrews JR. Sports Med. 2009;39(7):569-90. doi: 10.2165/00007256-200939070-00004.	Review	out
5	Exercise in waist-high warm water decreases pain and improves health-related quality of life and strength in the lower extremities in women with fibromyalgia.	Gusi N, Tomas-Carus P, Häkkinen A, Häkkinen K, Ortega-Alonso A. Arthritis Rheum. 2006 Feb 15;55(1):66-73.	Randomized Controlled Trial	out

6	Chronic lateral epicondylitis: comparative effectiveness of a home exercise program including stretching alone versus stretching supplemented with eccentric or concentric strengthening.	Martinez-Silvestrini JA, Newcomer KL, Gay RE, Schaefer MP, Kortebein P, Arendt KW. J Hand Ther. 2005 Oct-Dec;18(4):411-9, quiz 420.	Comparative Study Randomized Controlled Trial	out
7	Eccentric training in chronic painful impingement syndrome of the shoulder: results of a pilot study.	Jonsson P, Wahlström P, Ohberg L, Alfredson H. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2006 Jan;14(1):76-81. Epub 2005 May 5.	Clinical Trial	out
8	The effects of concentric versus eccentric isokinetic strength training of the rotator cuff in the plane of the scapula at various speeds.	Bast SC, Vangsness CT Jr, Takemura J, Folkins E, Landel R. Bull Hosp Jt Dis. 1998;57(3):139-44.	Clinical Trial Comparative Study Randomized Controlled Trial	out
9	The effects of isokinetic vs. plyometric training on the shoulder internal rotators.	Heiderscheit BC, McLean KP, Davies GJ. J Orthop Sports Phys Ther. 1996 Feb;23(2):125-33.	Clinical Trial Randomized Controlled Trial Research Support, Non-U.S. Gov't	out
10	Isokinetic concentric versus eccentric training of shoulder rotators with functional evaluation of performance enhancement in elite tennis players.	Mont MA, Cohen DB, Campbell KR, Gravare K, Mathur SK. Am J Sports Med. 1994 Jul-Aug;22(4):513-7.	Clinical Trial Comparative Study Randomized Controlled Trial	out

7. *Shoulder impingement OR overhead movement AND eccentric training* :
 nulla di nuovo

<i>N</i>	<i>TITOLO</i>	<i>AUTORI</i>	<i>TIPO DI ARTICOLO</i>	<i>IN/OUT</i>
1	Eccentric training in chronic painful impingement syndrome of the shoulder: results of a pilot study.	Jonsson P, Wahlström P, Ohberg L, Alfredson H. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2006 Jan;14(1):76-81. Epub 2005 May 5. Source Department of Surgical and Perioperative Science, Sports Medicine University of Umeå, 90187, Umea, Sweden.	Clinical Trial	<i>in</i>

7. *Shoulder stability ratio AND eccentric training* :
 sho

<i>N</i>	<i>TITOLO</i>	<i>AUTORI</i>	<i>TIPO DI ARTICOLO</i>	<i>IN/OUT</i>
1	Effects of 4 weeks of traditional resistance training vs. superslow strength training on early phase adaptations in strength, flexibility, and aerobic capacity in college-aged women.	Kim E, Dear A, Ferguson SL, Seo D, Bemben MG. J Strength Cond Res. 2011 Nov;25(11):3006-13.	Randomized Controlled Trial	<i>out</i>
2	[May eccentric training be effective in the conservative treatment of chronic supraspinatus tendinopathies? A review of the current	Zandt JF, Hahn D, Buchmann S, Beitzel K, Schwirtz A, Imhoff AB, Brucker PU. Sportverletz Sportschaden. 2010 Dec;24(4):190-7. Epub 2010 Dec 14. Review. German	Review	<i>in</i>

	literature].			
3	The effects of jump-rope training on shoulder isokinetic strength in adolescent volleyball	players. Duzgun I, Baltaci G, Colakoglu F, Tunay VB, Ozer D. J Sport Rehabil. 2010 May;19(2):184-99.	Randomized Controlled Trial	out
4	Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports.	Escamilla RF, Andrews JR. Sports Med. 2009;39(7):569-90. doi: 10.2165/00007256-200939070-00004.	Review.	out
5	Exercise in waist-high warm water decreases pain and improves health-related quality of life and strength in the lower extremities in women with fibromyalgia.	Gusi N, Tomas-Carus P, Häkkinen A, Häkkinen K, Ortega-Alonso A. Arthritis Rheum. 2006 Feb 15;55(1):66-73.	Randomized Controlled Trial	out
6	Chronic lateral epicondylitis: comparative effectiveness of a home exercise program including stretching alone versus stretching supplemented with eccentric or concentric strengthening.	Martinez-Silvestrini JA, Newcomer KL, Gay RE, Schaefer MP, Kortebein P, Arendt KW. J Hand Ther. 2005 Oct-Dec;18(4):411-9, quiz 420.	Comparative Study Randomized Controlled Trial	out
7	Eccentric training in chronic painful impingement syndrome of the shoulder: results of a pilot study.	Jonsson P, Wahlström P, Ohberg L, Alfredson H. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2006 Jan;14(1):76-81. Epub 2005 May 5.	Clinical Trial	out
8	The effects of concentric versus eccentric isokinetic strength training of the	Bast SC, Vangsness CT Jr, Takemura J, Folkins E, Landel R. Bull Hosp Jt Dis.	Clinical Trial Comparative Study	out

	rotator cuff in the plane of the scapula at various speeds.	1998;57(3):139-44.	Randomized Controlled Trial	
9	The effects of isokinetic vs. plyometric training on the shoulder internal rotators.	Heiderscheit BC, McLean KP, Davies GJ. J Orthop Sports Phys Ther. 1996 Feb;23(2):125-33.	Clinical Trial Randomized Controlled Trial Research Support, Non-U.S. Gov't	out
10	Isokinetic concentric versus eccentric training of shoulder rotators with functional evaluation of performance enhancement in elite tennis players.	Mont MA, Cohen DB, Campbell KR, Gravare K, Mathur SK. Am J Sports Med. 1994 Jul-Aug;22(4):513-7.	Clinical Trial Comparative Study Randomized Controlled Trial	out
11	Concentric versus eccentric isokinetic strengthening of the rotator cuff. Objective data versus functional test.	Ellenbecker TS, Davies GJ, Rowinski MJ. Am J Sports Med. 1988 Jan-Feb;16(1):64-9. Erratum in: Am J Sports Med 1988 Mar-Apr;16(2):164.	Clinical Trial Comparative Study Controlled Clinical Trial	out

2.2 Risultati

All'allenamento eccentrico per la spalla dolorosa viene dedicata, in letteratura, molta attenzione e anche se negli ultimi decenni la letteratura si è arricchita di molti articoli riguardanti le problematiche di quest'ultima, non è ancora abbastanza chiara rispetto a quei fattori intrinseci riabilitativi che sono alla base degli esercizi terapeutici per la spalla dolorosa. Un'altra critica iniziale su cui porre attenzione è la mancanza di specificazione delle variabili intrinseche degli esercizi proposti negli articoli riguardanti gli esercizi riabilitativi della spalla dolorosa. In seguito ad un esame generale della letteratura, si è evidenziato che la maggior parte delle relazioni e delle indagini che confrontano e analizzano gli esercizi eccentrici in merito alle modalità e all'efficacia del training eccentrico, per il trattamento delle principali sindromi dolorose della spalla, è focalizzata sul tendine d'Achille soprattutto per il trattamento della tendinosi achillea, e sul tendine rotuleo (nel 1984 da Stanish et al.) .

Molti meno studi si sono invece occupati dell'applicazione e dell'impatto del training eccentrico a livello degli arti superiori.

Susanne Bernhardsson⁽⁶⁷⁾ e Ingrid Hultenheim Klintberg, Gunilla Kjellby Wendt⁽⁶⁸⁾ hanno condotto uno studio con l'obiettivo di valutare se, seguendo per dodici settimane un programma d'allenamento eccentrico, è possibile rafforzare la cuffia dei rotatori (con carico progressivo sui tendini sovraspinato e sottospinato) e se questo, associato al controllo scapolare, può essere efficace per diminuire il dolore e aumentare il corretto funzionamento della muscolatura in uno specifico esercizio progettato per pazienti con impingement subacromiale.

Sono stati arruolati dieci soggetti , di entrambi i sessi (età 18-65 anni, media 54) affetti da sindrome da impingement subacromiale, con ecografia negativa per rottura completa del tendine, esami specifici negativi per sindromi radicolari, per malattia reumatica o infiammatoria, e senza precedente intervento chirurgico della spalla colpita, per instabilità della spalla, per la capsulite adesiva o subacromiale e assenza di iniezione di corticosteroidi negli ultimi tre mesi. I soggetti, oltre ad essere capaci di parlare e capire lo svedese, dovevano essere positivi a tre esami diagnostici dei seguenti cinque: 1. Neer impingement sign; 2. Hawkins, Kennedy impingement sign; 3. Jobe test; 4.

arco doloroso tra 60° e 120° durante l'abduzione attiva; 5. dolorabilità alla palpazione del tendine sovraspinato o infraspinato sulla grande tuberosità.

Dei dieci soggetti arruolati, uno ha completato solo otto settimane di trattamento a causa di un trauma acuto.

È stato usato un progetto sperimentale monotematico con una base di riferimento (fase A) e una fase di trattamento (fase B).

Per la valutazione dei risultati, le principali misure di outcome primarie utilizzate nello studio sono state: la VAS per la valutazione della riduzione del dolore (0-100 mm), e la Patient-Specific Functional Scale utile per quantificare la limitazione delle attività e per misurare il risultato post trattamento funzionale; le misure di outcome secondarie sono state: la Constant score per valutare la funzione della spalla, e il Western Ontario Rotator Cuff Index per valutare la spalla-correlata con la qualità della vita.

Il programma di allenamento era composto da cinque esercizi, di cui due per il warm up e di stabilizzazione scapolare (elevazione di spalle e adduzione delle scapole) e un esercizio di stretching per il trapezio superiore.

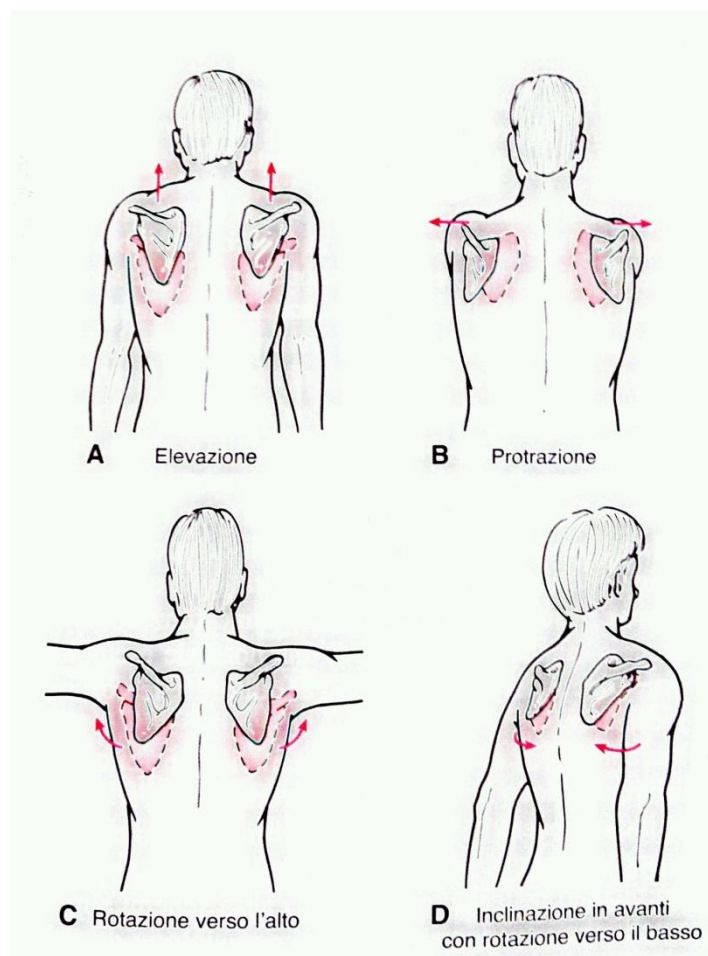


Figura 2.2.1 Movimenti scapolari.

I due esercizi principali di rafforzamento erano eccentrici per l'unità muscolo-tendinea del sovraspinoso e del sottospinoso, eseguiti in decubito laterale con l'utilizzo di manubri.

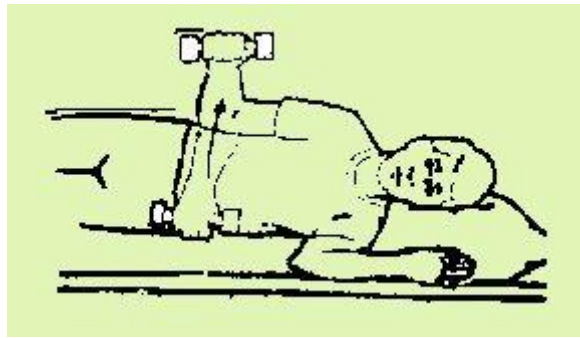


Figura 2.2.2 Esercizio eccentrico in decubito laterale.

Gli esercizi sono stati progettati specificamente per il tendine sovraspinato, perché è il più vulnerabile al conflitto subacromiale [\(69\)](#), e per il tendine del sottospinoso, perché l'esperienza clinica ha dimostrato che è altresì spesso coinvolto nel dolore subacromiale. Gli esercizi sono stati progettati per mettere in rilievo la fase eccentrica e per migliorare la stabilizzazione scapolare.

Il programma di allenamento è articolato in tre serie di 15 ripetizioni da eseguire due volte al giorno, per 7 giorni alla settimana, per 12 settimane.

Tutti i dieci soggetti hanno dimostrato, in modo significativo, un miglioramento della funzione; di questi, otto soggetti hanno inoltre dimostrato una riduzione di intensità del dolore.

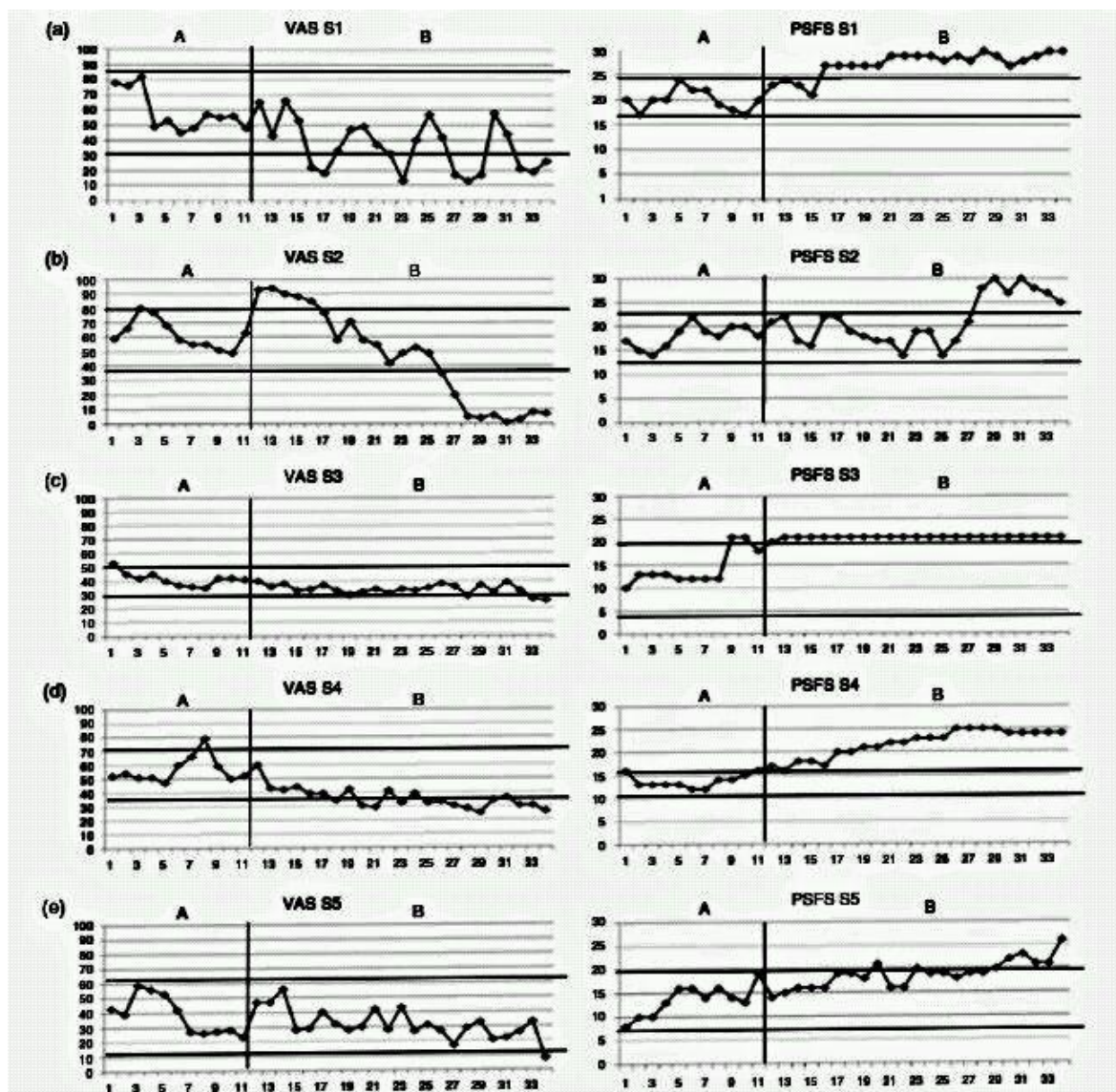


Figura 2.2.3 Gli outcome primari per i soggetti 1-10. Le linee verticali di base separano la fase di intervento A dalla fase di intervento B. Le linee orizzontali mostrano due deviazioni standard sopra e sotto la mediana dei dati di riferimento. Gli assi Y mostrano punteggi VAS 0-100 mm, combinati rispettivamente con i punteggi della Patient-Specific Functional Scale con un punteggio che va da 0 a 30 punti. I numeri rappresentati sopra gli assi X rappresentano i punti di misura.

(a) Risultati per soggetto 1. Baseline: tendenza al ribasso dell'intensità del dolore, invariato per la funzione. Intervento: riduzione significativa dell'intensità del dolore e significativo aumento della funzione. La grande variabilità del livello di intensità del dolore in fase di intervento era dovuta a specifici traumi minori. **(b)** Risultati per soggetto 2. Baseline: una tendenza al ribasso per l'intensità del dolore, e un aumento per la funzione. Intervento: Significativa riduzione dell'intensità del dolore e significativo aumento della funzione. **(c)** Risultati per soggetto 3. Baseline: una tendenza al ribasso per l'intensità del dolore, in aumento la funzione. Intervento: piccola ma significativa riduzione dell'intensità del dolore, piccolo ma significativo aumento della funzione. **(d)** Risultati per soggetto 4. Baseline: tendenza in crescita per l'intensità del dolore, invariato per la funzione. Intervento: Significativa riduzione dell'intensità del dolore e

significativo aumento della funzione. **(e)** I risultati per soggetto 5. Baseline: una tendenza al ribasso per l'intensità del dolore, in aumento la funzione. Intervento: non significativa riduzione dell' intensità del dolore e significativo aumento della funzione.

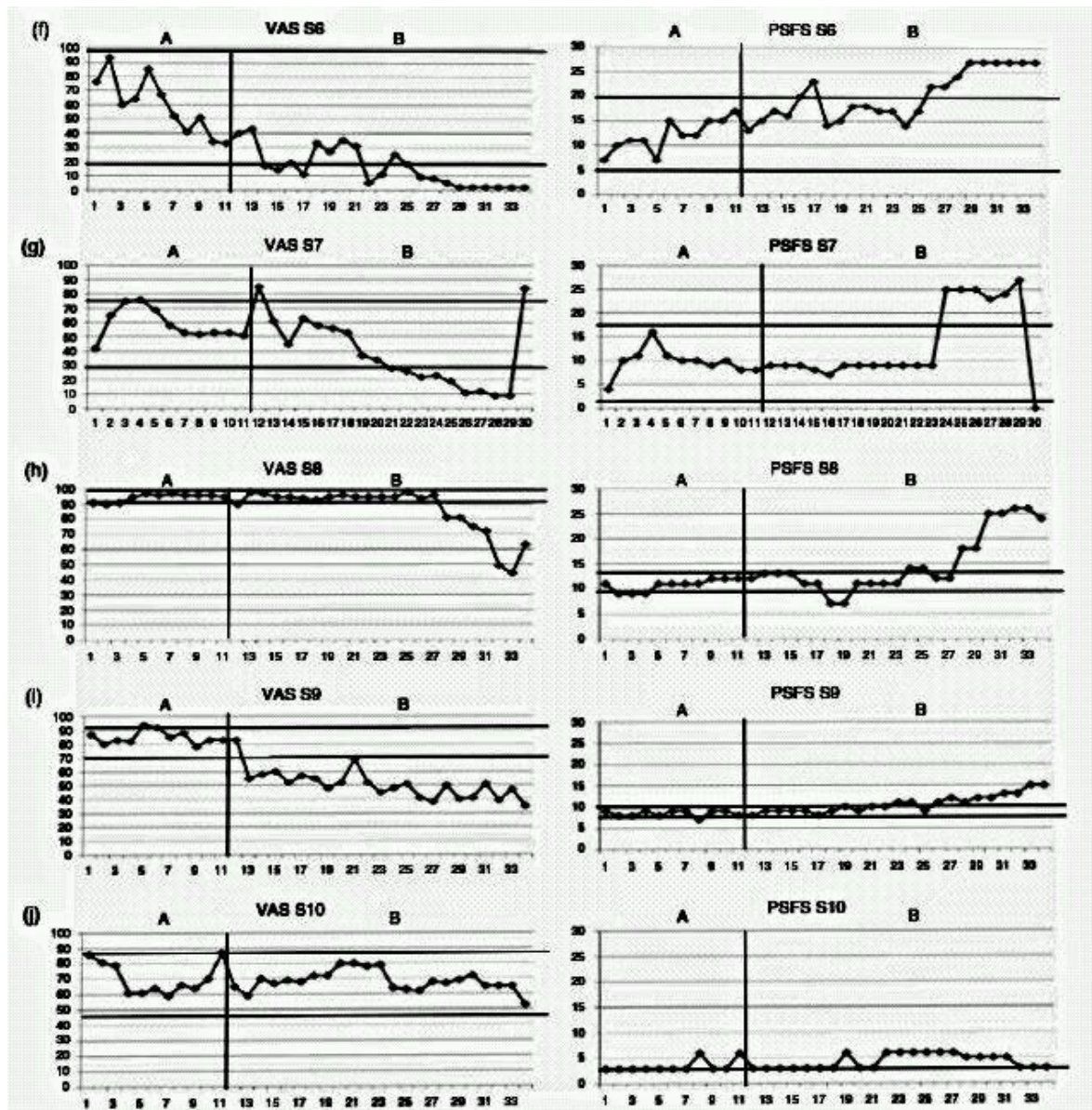


Figura 2.2.4 **(f)** Risultati per oggetto 6. Baseline: una tendenza al ribasso per l'intensità del dolore, e un aumento per la funzione. Intervento: significativa riduzione dell'intensità del dolore e significativo aumento della funzione. **(g)** Risultati per oggetto 7. Baseline: tendenza alla diminuzione per l' intensità del dolore, invariato per la funzione. Intervento: Significativa riduzione dell'intensità del dolore e significativo aumento della funzione, fino al trauma che ha causato il ritiro. **(h)** Risultati per oggetto 8. Baseline: andamento invariato sia per l'intensità del dolore che per la funzione. Intervento: Significativa riduzione dell'intensità del dolore e significativo aumento della funzione. **(i)** I risultati per oggetto 9. Baseline: andamento invariato sia per l'intensità del dolore che

per la funzione. Intervento: Significativa riduzione dell'intensità del dolore e aumento significativo della funzione. **(j)** Risultati per oggetto 10. Baseline: una tendenza al ribasso per l'intensità del dolore, e aumento per funzione. Intervento: Nessun cambiamento nell'intensità del dolore, piccolo ma significativo aumento della funzione.

Nei pazienti è stata osservata una rapida e significativa risposta sintomatologica all'intervento, confermata dalla riduzione dell'intensità del dolore e da una migliorata funzione.

I risultati di questo studio suggeriscono che dopo aver seguito per tre mesi un programma di allenamento eccentrico, si è osservato che l'intensità del dolore è diminuita e la funzione della spalla in pazienti affetti da impingement subacromiale è migliorata; ma sono necessari ulteriori studi poiché, la completa risoluzione dei sintomi non può essere prevista entro le 12 settimane di allenamento eccentrico, in quanto la complessità anatomica e funzionale della spalla può richiedere un programma di riabilitazione diversificato che coinvolga altri muscoli, e / o un periodo di trattamento più lungo.

Altri studi hanno invece osservato che 12 settimane di allenamento eccentrico sono sufficienti per altre tendinopatie^(70,8).

Nessun altro studio che valuta esplicitamente l'allenamento eccentrico per i pazienti con impingement sub-acromiale è stata trovato. Uno studio di Virta et al.⁽⁷¹⁾ ha mostrato che 70 di 72 pazienti con impingement subacromiale hanno seguito un programma di allenamento con una varietà di esercizi, tra cui esercizi eccentrici, ottenendo un risultato positivo in quanto per i 70 pazienti non è stato più necessario l'intervento chirurgico. Virta et al., tra i miglioramenti, hanno evidenziato un controllo scapolare e il riapprendimento di un pattern corretto di movimento nella prima fase della riabilitazione.

I risultati dello studio esaminato inizialmente, sono simili ai risultati di *Jonsson et al.* ²⁰ i quali hanno studiato l'effetto dell'allenamento eccentrico del tendine del sovraspinato in nove pazienti in lista d'attesa per la chirurgia della spalla.

Nello studio di Jonsson et al., cinque dei nove pazienti sono migliorati dopo tre mesi di allenamento eccentrico praticato tutti i giorni e hanno, di conseguenza, rifiutato l'intervento chirurgico.

Lo scopo di questo studio pilota era indagare se il trattamento con esercizi eccentrici per il sovraspinato e per il deltoide, in presenza di dolore, può essere efficace nei pazienti con una lunga durata del dolore legati alla sindrome da conflitto subacromiale alla spalla.

Il gruppo era composto di nove pazienti (cinque maschi e quattro femmine, media 54 anni, range 35 -72 anni) con dolore cronico per impingement syndrome.

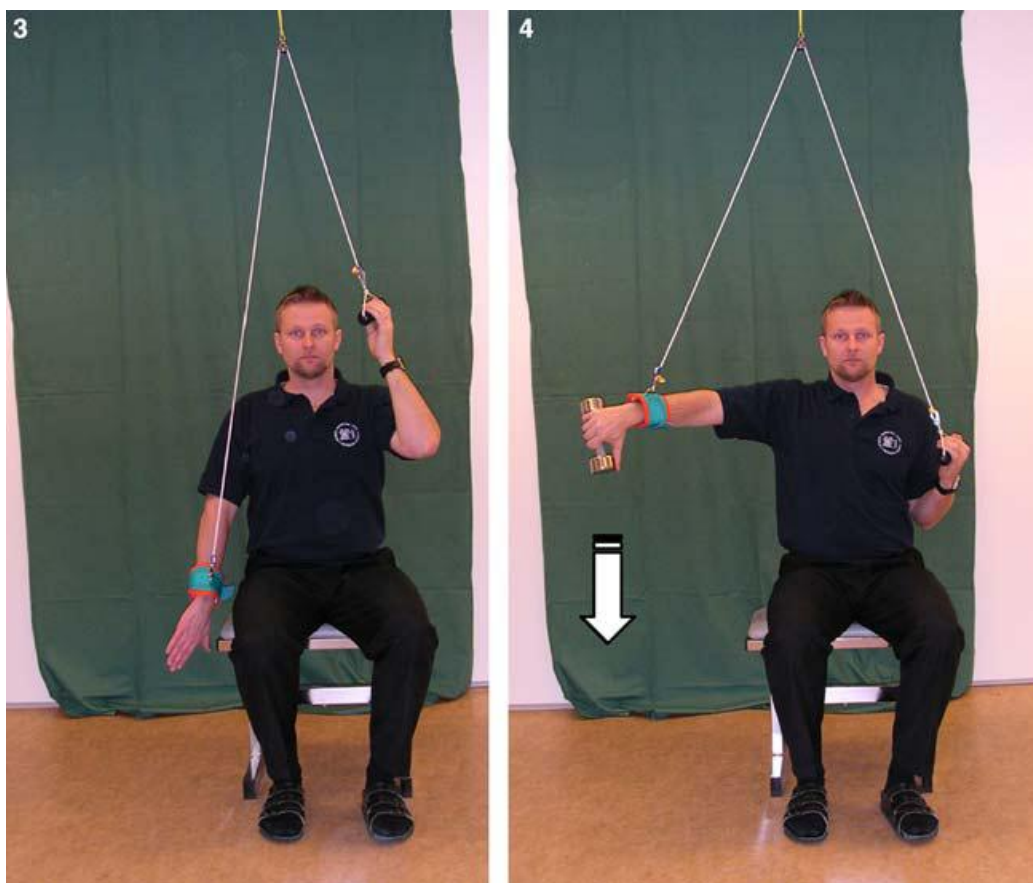
Tutti i pazienti avevano una lunga durata dei sintomi del dolore (in media 41 mesi, range 23 -72 mesi) ed erano in lista d'attesa per il trattamento con intervento chirurgico (in media 13 mesi, range 4 -30 mesi). Tutti i pazienti avevano provato diversi regimi di trattamento, come il riposo, iniezioni di cortisone, FANS e diversi tipi di esercizi di riabilitazione della spalla.

Tutti i pazienti hanno ricevuto istruzioni pratiche e prescritte dallo stesso fisioterapista prima dell'inizio dello studio.

Uno speciale modello formativo muscolare eccentrico soprattutto per l'attivazione dei muscoli del sovraspinato e del deltoide, era stato progettato dal fisioterapista. Per eseguire gli esercizi è stato utilizzato un dispositivo chiamato Ulla-fionda, legato al tetto o alla porta e utilizzato per elevare il braccio in posizione di partenza (Fig. 1). Il programma di allenamento eccentrico è stato fatto eseguire facendo abbassare lentamente il braccio al paziente, dalla posizione di partenza (30° di abduzione orizzontale con il pollice rivolto verso la terra). Fig 2a, 2b e Fig. 3.



Questo esercizio era eseguito dalle 3 alle 15 ripetizioni, due volte al giorno, 7 giorni alla settimana, per 12 settimane. Quando non c'era alcun dolore durante l'esercitazione, il carico è stato aumentato gradualmente con l'aggiunta di pesi, per raggiungere un nuovo livello di dolore all'allenamento (Fig. 4).



Due settimane dopo il trattamento, i pazienti sono stati contattati telefonicamente dal fisioterapista per assicurarsi che gli esercizi fossero eseguiti in modo corretto, che non ci fossero dubbi sulla conformità e che non ci fossero problemi nell'esecuzione degli esercizi.

In caso contrario, i pazienti sono stati immediatamente seguiti presso la clinica.

Le misure di outcome utilizzate sono state la Constant score⁽⁷²⁾ utilizzata per valutare la funzione della spalla, prima e dopo 12 settimane e dopo 52 settimane di formazione; la VAS con la quale hanno stimato la quantità di dolore (0-100 mm) alla spalla prima del trattamento, 12 settimane e 52 settimane dopo il trattamento. In assenza di dolore il punteggio era registrato come 0, invece in presenza di dolore severo il punteggio era registrato come 100.

La Wilcoxon Signed Rank Test è stata utilizzata per confrontare i risultati del punteggio della Constant e i risultati delle valutazioni della VAS, prima del trattamento, dopo 12 settimane e dopo 52 settimane di trattamento. La $P \text{ value} < 0,05$ è stata considerata significativa.

I dati specifici per il trattamento di ogni paziente viene presentato nella tabella seguente.

Table 2 Painful eccentric training in nine patients with chronic painful impingement syndrome

Gender/age	Constant score			VAS 1		VAS 2		VAS 3		Bone spurs	Shape acromion	Supraspinatus rupture	Satisfied
	Before	After 12/weeks	After 52/weeks	Before	After 12/weeks	After 52/weeks	Before	After 12/weeks	After 52/weeks				
Male/62	58	74	86	71	47	28	No			No	Type-1	No	Yes
Male/56	59	79	79	70	13	62	Yes ^a			Yes ^a	Type-3	Yes ^b	Yes
Male/60	70	84	79	63	17	43	No			No	Type-3	No	Yes
Male/76	68	80	76	34	8	7	Yes ^a			Yes ^a	Type-2	Yes ^b	Yes
Female/35	64	56	61	100	66	69	No			No	Type-1	No	No
Female/48	28	33	Surgery	89	85	Surgery	Yes ^a			Yes ^a	Type-2	Yes ^b	No
Female/39	57	70	Surgery	89	46	Surgery	No			No	Type-2	No	No
Male/63	27	39	49	50	70	48	Yes ^a			Yes ^a	Type-1	Yes ^b	No
Female/52	68	84	84	70	7	15	No			No	Type-3	No	Yes

Constant score and VAS (mm) evaluation, before 12 weeks and 52 weeks after treatment. Radiological and sonographic findings. Patient satisfaction with treatment (yes satisfied, no not satisfied)

^aUndersurface of acromion
^bPartial rupture on the joint side
^cTotal rupture

Prima del trattamento, il punteggio medio della Constant era 51 (range 27-70) e il valore della VAS media era di 71 (range 34-100). Dopo 12 settimane di allenamento eccentrico, cinque pazienti sono stati soddisfatti del trattamento e presentavano la media della Constant score di 80, e la media della VAS di 18. Per i pazienti non soddisfatti la media della Constant score e della VAS erano rispettivamente 50 e 67. Per i pazienti "soddisfatti", c'è stato quindi un significativo aumento del punteggio Constant (65-80 $P < 0,043$) e una diminuzione significativa della VAS (62-18 $P < 0,043$) e a distanza di 52 settimane di follow-up, i cinque pazienti "soddisfatti" del trattamento hanno mostrato un ulteriore miglioramento portando la media della Constant score a 81 e la media della VAS a 31.

Un test di forza muscolare isometrica è stato incluso nella valutazione della Constant score e, analizzando i risultati, non sono state trovate differenze significative di forza muscolare isometrica (eseguita a 30° di abduzione orizzontale) prima e dopo il trattamento, nei cinque pazienti soddisfatti.

Di conseguenza, il risultato favorevole del trattamento è improbabile che sia dovuto ad un aumento di forza muscolare soprattutto isometrica. Tuttavia, non si può escludere che la forza dinamica ne sia stata influenzata.

Quale potrebbe allora essere la ragione per i buoni risultati?

Purtroppo, ci sono molte domande che sorgono, a causa del dolore associato a questa condizione. Da dove il dolore provenga non è stato ancora scientificamente chiarito.

Biopsie effettuate alla cuffia dei rotatori (del sovraspinato) hanno mostrato cambiamenti tendinei grossolanamente simili a quelli per gli altri tendini con dolore cronico, indicando possibilmente grandi similarità tra queste condizioni.[\(73,74,75\)](#)

L'efficacia del potenziamento eccentrico prevede la necessità di un adeguato tempo di recupero tra le serie e tra le sedute, ma riproduce moltissimi movimenti che eseguiamo durante la vita quotidiana e l'attività sportiva. Come possibile spiegazione degli effetti benefici di tale modalità di potenziamento è stato ipotizzato, innanzitutto, proprio il concetto dell'allenamento gesto-specifico, un effetto di elasticizzazione (oltre che di rinforzo) dell'unità muscolo-tendinea e lo sviluppo di un certo grado di ipertrofia del tessuto tendineo come reazione biologica diretta a questo tipo di lavoro. Ovviamente questo tipo di allenamento deve avvenire in progressione, consentendo al tendine un adattamento nel tempo a una maggiore capacità di resistenza. Soprattutto in una prima fase, quando l'esercizio provoca ancora dolore (se non addirittura lo esacerba) è necessario che tempi e carichi vadano "dosati" in maniera appropriata, rispettando i sintomi e le sensazioni del paziente. In questa fase di riparazione, infatti, la resistenza del tendine potrebbe non essere ancora in grado di sopportare grandi sollecitazioni e una forte contrazione muscolare potrebbe causarne anche la rottura. Il punto strategico di un appropriato recupero funzionale risiede dunque nella capacità da parte del riabilitatore di non eccedere i fisiologici limiti di adattamento e di proporre carichi crescenti, nel rispetto della capacità di sopportazione del tendine in quel momento; il sintomo dolore agisce da feedback per la progressione dei carichi. È opportuno sottolineare come i tempi di reazione e adattamento biomeccanico a questo tipo di lavoro siano comunque lunghi, ed è necessario spiegare al paziente che, molto spesso, i "frutti di tanta sofferenza" si renderanno realmente effettivi solo a distanza di mesi, sconsigliando quindi di interrompere prima di 12 settimane il programma di riabilitazione, anche quando sia scomparsa la sintomatologia. Inutile sottolineare come un recupero affrettato o inadeguato sia il principale fattore di rischio per una recidiva. Nelle fasi finali dell'iter riabilitativo, è opportuno completare il recupero muscolare con l'impiego di un dinamometro isocinetico; tale metodica è in grado di offrire almeno 2 diversi vantaggi:

- fornire una sollecitazione massimale ma "controllata" sul tendine (la velocità del movimento rimane infatti costante)
- possibilità di quantificare il deficit di forza e monitorare i guadagni ottenuti mediante l'esecuzione del test e l'allenamento isocinetico.

Infine vorrei evidenziare altri studi che si sono interessati del lavoro eccentrico in altri distretti e che stanno portando a delle scoperte importanti per la spalla. Dallo studio fatto da Gotoh et al.[\(76\)](#) si evince che la borsa subacromiale può essere un sito per il dolore,

mostrando elevate quantità di sostanza P, e fibre nervose localizzate attorno ai vasi. È interessante notare che recenti studi scientifici sulla tendinosi cronica d'Achille hanno dimostrato una crescita interna vascolo-nervosa, come fonte più probabile del dolore in questa condizione. [\(73\)](#)

Inoltre, Chansky e Iannotti [\(77\)](#) hanno visto che la neovascolarizzazione è associata con malattia sintomatica della cuffia dei rotatori secondaria a impingement meccanico. I fattori meccanici, quali la forma dell'acromion, sono state considerate di notevole importanza [\(78\)](#).

Di questo studio, è interessante notare che in tre pazienti, che presentavano un acromion a uncino (Bigliani grado 3), il trattamento ha avuto un buon risultato. Nel suddetto studio, i due pazienti con rotture parziali del tendine del sovraspinato hanno avuto buoni risultati con il trattamento, ma in un paziente con una totale rottura del sovraspinato sono stati osservati solo scarsi risultati. Questo supporta la teoria che le residue forze attive dei muscoli della cuffia potrebbe compensare la carenza del tendine del sovraspinato lacerato [\(79\)](#).

In questi studi sono stati evidenziati programmi riabilitativi caratterizzati da una progressione funzionale e da degli step progressivi, entrambi ben motivati ma, a mio avviso, senza una sufficiente chiarezza sulla modalità di esecuzione dell'esercizio, per garantirne l'efficacia. L'esercizio di rotazione esterna o interna della spalla con un elastico può essere eseguito a varie velocità, varie tensioni, a diversi angoli di movimento, a ripetizioni o, ancora, con maggiore attenzione al movimento eccentrico o concentrico.

Queste variazioni non sono da sottovalutare, perché influiscono in modo significativo sul risultato dell'esercizio. La modalità dell'esecuzione determina e dipende dagli obiettivi che si vogliono raggiungere attraverso un determinato esercizio. La descrizione insufficiente degli esercizi induce la pubblicazione di protocolli riabilitativi superficiali, che non danno una risposta a queste lacune perché si limitano a indicare un percorso consigliato, che troppo spesso è basato sulle interpretazioni degli Autori.

In letteratura vari autori stanno effettuando studi scientifici, per dare risposte alle tante domande che sorgono quando si esamina tale problema e c'è un urgente bisogno di ricerca di alta qualità per valutare i risultati ottenuti dagli studi, sia a breve che a lungo termine.

Conclusione

Nonostante negli ultimi anni le metodiche riabilitative si stiano rapidamente evolvendo, il sapere attuale sul mondo della spalla è ancora bisognoso di ricerche e di studi validi in quanto evidenze scientifiche inconsistenti e studi qualitativamente e metodologicamente lacunosi non permettono allo stato attuale di giungere a conclusioni ben definite in merito all'allenamento eccentrico.

Una review della letteratura sul lavoro eccentrico per il dolore alla spalla ha prodotto un limitato numero di articoli per il trattamento di quest'ultima, e invece, la ricerca sembra essere più avanzata e approfondita (con evidenze maggiori) per il lavoro eccentrico utilizzato come trattamento per le tendinopatie degli arti inferiori, dove si sono raggiunti discreti risultati. Per quanto riguarda la spalla, non sono presenti studi di alta qualità per dimostrare la reale efficacia dell'allenamento eccentrico.

Sono comunque presenti piccoli studi che hanno mostrato promettenti risultati clinici a breve termine su piccoli gruppi di pazienti con dolore grave della spalla.

I risultati sono interessanti, ma non è stato spiegato perché gli esercizi eccentrici con dolore sono associati con buoni risultati.

È per questo necessario che vengano motivati da ulteriori studi, con follow-up a lungo termine e con grandi gruppi di pazienti, con studi randomizzati e con il confronto di vari trattamenti.

I risultati ottenuti fanno in primis riferimento allo studio del lavoro eccentrico degli arti inferiori e includono anche risultati ottenuti sugli studi della spalla.

Innanzitutto la convinzione comune che le contrazioni eccentriche generino obbligatoriamente dei danni può essere screditata.

Mentre le elevate forze prodotte dai muscoli che lavorano eccentricamente, possono certamente produrre danni ed infortuni, i muscoli ed i tendini appaiono molto "abili" ad adattarsi a questi stimoli se l'allenamento viene svolto in modo costante e progressivo.

Il meccanismo di adattamento non è uniformemente definito, ma risulta chiaro che il muscolo può aumentare la sua dimensione e la sua forza, mentre la sua capacità elastica può cambiare se sottoposto cronicamente a sollecitazioni di tipo eccentrico. Anche le strutture muscolo tendinee rispondono positivamente a questi protocolli di lavoro eccentrico.

Questi adattamenti, che avranno bisogno di ulteriori approfondimenti con ricerche ben definite rivestono un ruolo importante nell'aumento della forza nelle attività sportive, nella prevenzione, e nella riabilitazione di infortuni sportivi e non sportivi, nei disagi muscoloscheletrici che affliggono anche la popolazione anziana.

Nonostante la scarsità di studi che paragonano tradizionali training di rinforzo con training specifici di lavoro eccentrico, gli effetti benefici sono apparenti. Sono quindi necessarie ulteriori ricerche di qualità per poter inserire l'esercizio eccentrico in un programma riabilitativo per il trattamento della spalla dolorosa.

Tuttavia, tutti gli autori sembrano concordi nell'utilizzare il lavoro eccentrico nelle tendinopatie di spalla. Anche se sono stati fatti studi su una popolazione limitata numericamente, questo tipo di intervento ha prodotto buoni risultati nella gestione della spalla dolorosa in letteratura.

Sono comunque necessari maggiori studi clinici per provare l'efficacia e il ruolo dell'allenamento eccentrico, studi di alta qualità a breve e a lungo termine.

Mentre il consenso sull'allenamento muscolare eccentrico è unanime, la questione sul modo e sul dosaggio ottimale di questi esercizi eccentrici non trova ancora risposta. Certamente per il recupero della massa muscolare, della forza e per l'adattamento muscolare elastico, un lavoro eccentrico continuativo con elevate resistenze da 6 a 12 settimane ha forti indicazioni.

Per quanto riguarda le prospettive future la necessità di un precoce recupero e di un reinserimento nell'attività lavorativa o sportiva dei soggetti, induce alla ricerca di metodologie sempre più efficaci nel trattamento delle sindromi dolorose della spalla in generale.

Bibliografia

1. Huisstede BMA, Bierma-Zeinstra SMA, Koes BW, Verhaar JAN. Incidence and prevalence of upper-extremity musculoskeletal disorders. a systematic appraisal of the literature. BMC Musculoskeletal Disorders. 2006;7.
2. Van Der Windt DA, Koes BW, de Jong BA, Bouter LM. Shoulder disorders in general practice: incidence, patient characteristics, and management. Annals of Rheumatic Diseases.1995;54:959–964.
3. Luime JJ, Hendriksen IJM, Burdorf A, Verhagen AP, Miedema HS, Verhaar JAN. Prevalence and incidence of shoulder pain in the general population; a systematic review. Scandinavian Journal of Rheumatology. 2004;33:73–81.
4. Östör AJK, Richards CA, Prevost AT, Speed CA, Hazleman BL. Diagnosis and relation to general health of shoulder disorders presenting to primary care. Rheumatology.2005;44:800–805°.
5. Fu, FH,CD, Klein, AH: Shoulder impingement syndrome: a critical review. Clin Orthop 269: 162, 1991.
6. Ho, CP: Applied MRI anatomy of the shoulder. J Orthop Sports Phys Ther 18:351, 1993.
7. Stanish WD, Rubinovich RM, Curwin S. Eccentric exercise in chronic tendonitis. Clin Orthop 1986; 208: 65–8.
8. Alfredson H, Pietila T, Jonsson P, Lorentzon R. Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. Am J Sports Med 1998; 26: 360–6.
9. Jonsson P, Alfredson H. Superior results with eccentric compared to concentric quadriceps training in patients with jumper's knee: a prospective randomized study. Br J Sports Med 2005; 39: 847–50.-12.

10. "Heavy Load Eccentric Calf Muscle Training for the Treatment of Chronic Achilles Tendinosis", *The American Journal of Sports Medicine*, Vol. 26, pp. 360-366, 1998.
11. "Eccentric Exercise in Chronic Tendinitis", *Clinical Orthopaedics*, Vol. 208, pp. 65-68, 1986.
12. Svernlöv B, Adolfsson L. Non-operative treatment regime including eccentric training for lateral humeral epicondylalgia. *Scan J Med Sci Sports*. 2001;11(6):328-34.
13. LaStayo PC, Woolf JM, Lewek MD, Snyder-Mackler L, Reich T, Lindstedt SL. Eccentric muscle contractions: their contribution to injury, prevention, rehabilitation, and sport. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003;33(10):557-71.
14. Proske U, Morgan DL. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *J Physiol*. 2001;537(Pt 2):333-45.
15. Kannus P, Jozsa L, Natri A, Järvinen M. Effects of training, immobilization and remobilization on tendons. *Scand J Med Sci Sports*. 1997;7(2):67-71.
16. Öhberg L, Alfredson H. Effects on neovascularisation behind the good results with eccentric training in chronic mid-portion Achilles tendinosis? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2004;12(5):465-70.
17. Kahn KM, Cook JL, Bonar F, Hardcourt P, Astrom M. Histopathology of common tendinopathies. *Sports Med* 1999; 27: 393–408.
18. Michener LA, Walsworth MK, Burnet EN. Effectiveness of rehabilitation for patients with subacromial impingement syndrome: a systematic review. *J Hand Ther*. 2004;17(2):152-64.
19. Kuhn JE. Exercise in the treatment of rotator cuff impingement: a systematic review and a synthesized evidence-based rehabilitation protocol. *J Shoulder Elbow Surg*. 2009;18(1):138-60.
20. Jonsson P, Wahlström P, Öhberg L, Alfredson H. Eccentric training in chronic painful impingement syndrome of the shoulder: results of a pilot study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14(1):76-81.

21. Cain, PR, et al: Anterior stability of the glenohumeral joint. *Am J Sports Med* 15:144, 1987.
22. Codman, EA: *The Shoulder*. Thomas Todd, Boston, 1934.
23. O'Brien, M: Functional anatomy and physiology of tendons. *Clin Sports Med* 11:505, 1992.
24. Davies, GJ, Dickoff-Hoffman, S: Neuromuscular testing and rehabilitation of the shoulder complex. *J Orthop Sports Phys Ther* 18:449, 1993.
25. Schieb, JS: Diagnosis and rehabilitation of the shoulder impingement syndrome in the overhand and throwing athlete. *Rheum Dis Clin North Am* 16:971, 1990.
26. Wilk, KE, Arrigo, CA, Andrews, JR: Current concepts: the stabilizing structures of the glenohumeral joint. *J Orthop Sports Phys Ther* 24:364, 1997.
27. Lewis, JS, Wright, C, Green, A: Subacromial impingement syndrome: the effect of changing posture on shoulder range of movement. *J Orthop Sports Phys Ther* 35(2):72-87, 2005.
28. Lukasiewics, AC, McClure, P, et al: Comparison of 3-dimensional scapular position and orientation between subjects with and with-out shoulder impingement. *J Orthop Sports Phys Ther* 29:574, 1999.
29. Neer, CS: Impingement lesions, *Clin Orthop* 173:70, 1983.
30. Cyriax, J: *Textbook of Orthopaedic Medicine*, ed 8. Vol 1. *Diagnosis of Soft Tissue Lesions*. Bailliere Tindall, London, 1982.
31. Jobe, FW, Pink, M: Classification and treatment of shoulder dysfunction in the overhead athlete. *J Orthop Sports Phys Ther* 18:427, 1993.

32. Rockwood, CA, Lyons, FR: Shoulder impingement syndrome: diagnosis, radiographic evaluation, and treatment with a modified Neer acromioplasty. *J Bone Joint Surg Am* 75:409; 1993.
33. Neer, CS: Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder: a preliminary report. *J Bone Joint Surg Am* 54:41, 1972.
34. Altchek, DW, et al: Arthroscopic acromioplasty: technique and results. *J Bone Joint Surg Am* 72:1198, 1990.
35. Miller, MD, Flatlow, EL, Bigliani, LU: Biomechanics of the coricoacromial arch and rotator cuff: Kinematics and contact of the subacromial space. In Iannotti, JP (ed) *The Rotator Cuff: Current Concepts and Complex Problems*. American Academy of Orthopedic Surgeons, Rosemont, IL, 1998, p 1.
36. Hawkins, RJ, Abrams, JS: Impingement syndrome in the absence of rotator cuff tear (stages 1 and 2). *Orthop Clin North Am* 18:373, 1987.
37. Ludewig, PM, Cook, TC: Alterations in shoulder Kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther* 80:276, 2000.
38. Simon, ER, Hill, JA: Rotator cuff Injuries: an update. *J Orthop Sports Phys Ther* 10(10):394-398, 1989.
39. Meister, K, Andrews, JR: Classification and treatment of rotator cuff injuries in the overhand athlete. *J Orthop Sports Phys Ther* 18:413, 1993.
40. O'Brien, SJ, Warren, RF, Schwartz, E: Anterior shoulder instability. *Orthop Clin North Am* 18:385, 1987.
41. Schenk, T, Brems, JJ: Multidirectional instability of the shoulder: pathophysiology, diagnosis, and management. *J Am Acad Orthop Surg* 6:65, 1998.

42. Tibone, JE, et al: Surgical treatment of tears of the rotator cuff in athletes. *J Bone Joint Surg Am* 68:887, 1986.
43. Paul C. LaStayo, PT, PhD – John M. Woolf, PT,MS, ATC – Michael D. Lewek, PT – Lynn Snyder-Mackler, PT,ScD. *JOSPT* Volume 33 – numero10 Ottobre 2003.
44. American College of Sports Medicine: *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, ed 6, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2000.
45. American College of Sports Medicine: Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 34:364-380, 2002.
46. Bryant, CX, Peterson, JA, Graves, JE: Muscular strength and endurance. In Roitman, JL(ed) *ACSM's Resource Manual for Exercise Testing and Prescription*, ed 4. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2001, p 460.
47. Kraemer, WJ, Ratamess, NA: Physiology of resistance training: current issues. *Orthop Phys Ther Clin North Am* 9:467, 2000.
48. Francis, KT: Status of the year 2000 health goals for physical activity and fitness. *Phys Ther* 79:405, 1999.
49. Graves JE, Pollock, ML, Bryant, CX: Assessment of muscular strength and endurance. In: Roitman, JL (ed) *ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, ed 4. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2001, p 376.
50. Dean, E: Physiology and therapeutic implications of negative work: a review. *Phys Ther* 68:233,1988.
51. Soderberg, GL: Skeletal muscle function. In Currier, DP, Nelson, RM (eds) *Dynamics of Human Biologic Tissues*. FA Davis, Philadelphia, 1992, p74.
52. Stanton, P, Purdam, C: Hamstring injuries in sprinting: the role of eccentric exercise. *J Orthop Sports Phys Ther* 10:343, 1989.

53. Chandler, JM, Duncan, PW: Eccentric versus concentric force-velocity relationships of the quadriceps femoris muscle. *Phys Ther* 68:800, 1988.
54. Levangie, PK, Norkin, CC: *Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis*, ed 3. FA Davis, Philadelphia, 2001.
55. Smith, LK, Weiss, EL, Lehmkuhl, LD: *Brunnstrom's Clinical Kinesiology*, ed 5. FA Davis, Philadelphia, 1996.
56. Drury, DG: The role of eccentric exercise in strengthening muscle. *Orthop Phys Ther Clin North AM* 9:515, 2000.
57. Cress, NM, Peters, KS, Chandler, JM: Eccentric and concentric force-velocity relationships of the quadriceps femoris muscle. *J Orthop Sports Phys Ther* 16:82-86,1992.
58. Hageman, PA, Gillaspie, D, Hall, LD: Effects of speed and limb dominance on eccentric and concentric isokinetic testing of the knee. *J Orthop Sports Phys Ther* 10:59, 1988.
59. McArdle, WD, Katch, FI, Katch, VL: *Essentials of Exercise Physiology*, ed 2. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2000.
60. Kannus P, Jozsa L, Natri A, Järvinen M. Effects of training, immobilization and remobilization on tendons. *Scand J Med Sci Sports*. 1997;7(2):67-71.
61. Camargo PR, Haik MN, Ludewig PM, Filho RB, Mattiello-Rosa SMG, Salvini TF. Effects of strengthening and stretching exercises applied during working hours on pain and physical impairment in workers with subacromial impingement syndrome. *Physiother Theory Pract*. 2009;25(7):463-75.
62. Armstrong, RB: Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: a brief review. *Med Sci Sports Exerc* 15:529-538, 1984.

63. Clarkson, PM, Hubal, MJ: Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil* 81(11 Suppl):S52-S69, 2002.
64. Friden, J, Sjostrom, M, Ekblom, B: Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. *Int J Sports Med* 4:170, 1983.
65. Newman, D, Jones, D, Clarkson, P: Repeated high force eccentric exercise effects on muscle pain and damage. *J Appl Physiol* 63:1381-1386, 1987.
66. Fitzgerald, GK, et al: Exercise induced muscle soreness after concentric and eccentric isokinetic contractions. *Phys Ther* 7:505-513, 1991) .
67. Physiotherapy Clinic at Mölndal Health Care Center, Primary Care Southern Bohuslän and Institute of Neuroscience and Physiology/Physiotherapy, Sahlgrenska Academy at University of Gothenburg.
68. Department of Physiotherapy and Occupational Therapy, Sahlgrenska University Hospital and Institute of Neuroscience and Physiology/Physiotherapy, Sahlgrenska Academy at University of Gothenburg, Sweden.
69. Pink M, Jobe FW. Shoulder injuries in athletes. *Clin Manage* 1991; 11: 39–47.
70. Jonsson P, Alfredson H. Superior results with eccentric compared to concentric quadriceps training in patients with jumper's knee: a prospective randomized study. *Br J Sports Med* 2005; 39: 847–50.
71. Virta L, Mortensen M, Eriksson R, Möller M. How many patients with subacromial impingement syndrome recover with physiotherapy? A follow-up study of a supervised exercise programme. *Adv Physiother* 2009; 11: 166–73.
72. Constant CR, Murley AH (1987) A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop* 214:160–164.

73. Alfredson H, Oberg L, Forsgren S (2003) Is vasculo-neural ingrowth the cause of pain in chronic Achilles tendinosis? An investigation using ultrasonography and colour Doppler, immunohistochemistry, and diagnostic injections. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 11:334–338, Fukuda H (2003).
74. The management of partial-thickness tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br* 85:3–11, Kahn KM, Cook JL, Bonar F, Hardcourt P, Armstrong M (1999) Histopathology of common Tendinopathies. *Sports Med* 27:188–201.
75. Yanagisawa K, Hamada K, Gotoh M, Tokunaga T, Oshika Y, Tomisawa M, Hwan Lee Y, Handa A, Kijima H, Yamazaki H, Nakamura M, Ueyama Y, Tamaoki N, Fukuda H (2001) Vascular endothelial growth factor (VEGF) expression in the subacromial bursa is increased in patients with impingement syndrome. *J Orthop Res* 19:448–455, 31.
76. Gotoh M, Hamada K, Yamakawa H, Inoue A, Fukuda H (1998) Increased substance P in subacromial bursa and shoulder pain in rotator cuff disease. *J Orthop Res* 16:618–621.
77. Chansky HA, Iannotti JP (1991) The vascularity of rotator cuff. *Clin Sports Med* 10:807–822.
78. Bigliani L, Morrison DS, April EW (1986) The morphology of the acromion and its relationship to the rotator cuff tears. *Orthop Trans* 10:228.
79. Fukuda H, Hamada K, Nakajima T, Yamada N, Tomonaga A, Gotoh M (1996) Partial-thickness tears of the rotator cuff. A clinicopathological review based on 66 surgically verified cases. *Int Orthop* 20:257–265.