



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

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

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

A.A. 2015/2016

Campus Universitario di Savona

Carico e progressione dell'esercizio terapeutico nelle lesioni muscolari: Una revisione sistematica

Candidati: Francesco Taddia e Matteo Cazzuffi

Relatori:

Diego Ristori e Simone Miele

Sommario

Abstract	1
Introduzione e obiettivi	1
Materiali e metodi	1
Risultati	1
Conclusioni	1
Introduzione	3
Definizione e Meccanismi eziologici	3
Epidemiologia	3
Biologia	4
Clinica e diagnosi	5
Classificazione	5
Trattamento delle lesioni muscolari e ruolo dell'esercizio.	9
Obiettivo	10
Materiali e metodi	11
Protocollo e registrazione	11
Criteri di eleggibilità	11
Fonti di informazione	11
Ricerca	12
Selezione degli studi	12
Raccolta dati	13
Caratteristiche dei dati	13
Rischio di bias:	13
Misure di sintesi	13
Sintesi dei risultati	13
Agreement	14
Risultati	15
Selezione degli articoli	15
Caratteristiche degli studi	16
Risk of bias	20
Risultati dei singoli studi	22
Agreement	25
Discussione	26
Sintesi dei risultati e qualità dell'evidenza	26
Lesioni muscolari traumatiche:	26
Lesioni muscolari a-traumatiche:	27
Limiti	29
Conclusioni	31
Implicazioni per la pratica clinica	31
Implicazioni per la ricerca	32
Bibliografia	33
Allegati	37
Allegato A	37

Abstract

Introduzione e obiettivi

Le lesioni muscolari sono problematiche molto comuni nella popolazione. La diversa eziologia condiziona i metodi di gestione in fase acuta, ma in entrambi i disturbi, l'esercizio terapeutico sembra essere uno dei cardini su cui costruire la riabilitazione. Nonostante la letteratura confermi l'importanza del trattamento attivo, mancano solidi principi che guidino una corretta costruzione e progressione dei carichi.

L'obiettivo della presente revisione è quello di fare chiarezza sulla posologia ideale dell'esercizio terapeutico e sulla relativa progressione per la riabilitazione di una lesione muscolare, per ridurre la disabilità e ripristinare la funzione completa.

Materiali e metodi

La ricerca è stata effettuata nei database Medline, Cochrane register of controlled trial (CENTRAL) e PEDro. Sono stati inclusi solamente RCT in lingua inglese o italiana.

La popolazione di riferimento presenta una lesione muscolare e l'intervento applicato include ogni forma di esercizio terapeutico, purché ben descritto nei suoi criteri di applicazione e di progressione dei carichi.

Gli outcome primari sono il grado di disabilità e il tempo necessario al ripristino della funzione completa; quelli secondari sono il dolore, la forza e il ROM.

Due revisori indipendenti si sono occupati di selezionare gli articoli inclusi, scremandoli prima in base al titolo, poi per abstract ed infine per full text, e di applicare la *Cochrane collaboration's tool for assessing risk of bias*. Gli autori si sono incontrati al termine di ogni processo indipendente ed hanno risolto tramite un confronto le eventuali divergenze.

Risultati

Dalla ricerca effettuata sui database e da ricerche secondarie sono stati trovati 1553 articoli. 32 hanno superato la selezione per titolo/abstract e 6 quella per full text.

Di questi (Tot. partecipanti= 854) 4 hanno confrontato due programmi di esercizio terapeutico in lesioni traumatiche degli ischio-crurali; 1 ha confrontato terapia manuale associata all'esercizio VS ultrasuono sham e applicazioni di gel non terapeutico e 1 l'esercizio supervisionato VS placebo. Questi ultimi due articoli hanno studiato lesioni a-traumatiche a carico della cuffia dei rotatori.

Conclusioni

Dai risultati della ricerca è emerso che gli esercizi di controllo del tronco e di progressiva agilità (PATS) possono essere utili per la gestione delle lesioni muscolari traumatiche a carico degli ischiocrurali, ma la scarsa validità interna degli studi inclusi non consente di trarre conclusioni definitive e di escludere l'esercizio eccentrico dal programma terapeutico.

È emerso anche che, l'aumento dei carichi e l'aumento della velocità di esecuzione del gesto sembrano essere importanti criteri per gestirne la progressione e che l'aumento dell'intensità, come già confermato da altri autori, deve seguire una logica pain free. Tuttavia non sembra possibile generalizzare queste implicazioni a lesioni di gruppi muscolari che non siano ischiocrurali. Per le lesioni a-traumatiche della cuffia dei rotatori è risultato un approccio inizialmente incentrato sul controllo e sulla postura della scapola e sul rinforzo della

muscolatura periscapolare, per poi passare successivamente al coinvolgimento diretto della muscolatura della cuffia dei rotatori con un suo rinforzo a carico crescente incentrato sulle ADL e su più piani di movimento. Tuttavia il mancato confronto con altri protocolli di esercizio ed il basso numero di articoli non ci permette di avere precise indicazioni su di un adeguato programma di esercizi per le lesioni a-traumatiche.

Introduzione

Definizione e Meccanismi eziologici

Le lesioni muscolari sono comunemente diagnosticate in medicina. Sono una causa importante di dolore e di prolungata perdita della funzione (1)(2). Possono verificarsi in seguito a varie condizioni (3), ma escludendo le malattie neuromuscolari, l'azione di alcune tossine ed i sovraccarichi dovuti all'esercizio eccentrico ripetuto, i traumi diretti (contusione e lacerazione) ed i traumi indiretti costituiscono i principali fattori eziologici.

Quando il trauma è diretto, una forza esterna è applicata sul muscolo che viene schiacciato tra le strutture interne ed esterne. La lesione dipenderà dall'intensità dell'impatto, dallo stato di contrazione muscolare e dal muscolo coinvolto. In questo caso, l'impatto sul muscolo può creare un danno vascolare con conseguente ematoma e il tempo necessario per drenare l'ematoma influirà sia sull'entità della lesione, sia sui tempi di recupero (2-10 settimane)(4).

Nei traumi indiretti invece non c'è nessuna forza esterna, ma il meccanismo lesivo è dato da una singola contrazione. Nella maggior parte dei casi è la contrazione eccentrica a provocare la lesione, poiché è quella che produce maggior forza se confrontata con le altre tipologie di contrazione (isometrica e concentrica). In quest'ultimo caso, i muscoli più facilmente coinvolti sono quelli bi-articolari, con una struttura pennata, che contengono un'alta percentuale di fibre II e le localizzazioni più frequenti della lesione sono la giunzione muscolo-tendinea(5) e la parte terminale del ventre muscolare (6). Queste tipologie di lesione sono più lente a guarire (8-12 settimane) poiché necessitano della ricostruzione della complicata matrice muscolare e sono molto suscettibili a recidiva prima del recupero completo, problematica che potrebbe allungare il tempo di recupero e vanificare l'intervento terapeutico. È anche vero che non tutte le lesioni muscolari possono essere ricondotte a questi meccanismi eziologici.

Una delle lesioni muscolari più rappresentate è quella della cuffia dei rotatori che avviene spesso infatti in maniera spontanea e a-traumatica. Questa sembra aumentare come prevalenza con l'età (7) ed in quella popolazione che partecipa ad attività lavorative o sportive che richiedano movimenti ripetitivi dell'arto sopra la testa(8,9). Una particolarità delle lesioni della cuffia dei rotatori è che spesso è asintomatica, numerosi studi hanno dimostrato come la relazione fra dolore e lesione non sia provata in maniera consistente(10-14), inoltre l'assenza di un meccanismo traumatico assieme all'alta percentuale di soggetti asintomatici ne rende difficile una precoce diagnosi che spesso viene effettuata con RM e US.

Pazienti con spalla sintomatica che hanno evidenze radiologiche di completa rottura della cuffia dei rotatori sperimentano spesso dolore e riduzione delle abilità funzionali, tuttavia, c'è molta incertezza sul perché la presenza di una lesione della cuffia possa causare dolore disabilitante e perdita di funzione in alcuni individui mentre in altri si presenti asintomatica(10,11)

Epidemiologia

Le lesioni muscolari sono la causa più frequente di sospensione dell'attività fisica. Negli sport costituiscono una percentuale del 30-50% sul totale delle possibili lesioni. Sono meno frequenti nei giovani atleti, infatti l'età sembra essere un fattore predisponente(15). Questa è una conseguenza dei cambiamenti istologici e funzionali correlati all'età, come la riorganizzazione delle Unità Motorie e la denervazione. Per sopperire alle fibre muscolari denervate, quelle normalmente funzionanti

vanno in ipertrofia e la loro capacità di regolare l'intensità della forza diminuisce, compaiono deficit del controllo motorio ed aumenta il rischio di lesione.

Seppur la maggior parte delle problematiche muscolari coinvolgono l'arto inferiore e siano frequentemente associate ad una performance sportiva, le lesioni della parete toracica, dell'arto superiore e dell'addome sono ad oggi ben documentate e riconosciute(1). Per la cuffia dei rotatori l'incidenza varia dal 5% al 40% e la prevalenza aumenta con l'età sino ad arrivare al 51% nei pazienti con età superiore a 80 anni (7,16). Tuttavia l'incidenza di queste lesioni è difficile da riportare in quanto spesso sono asintomatiche fino al 20% della popolazione come indicato in uno studio di Yamamoto(7). Tra i 4 muscoli presenti nella cuffia dei rotatori, quello più colpito a livello tendineo è il sovraspinato, mentre gli altri 4 sono meno colpiti, addirittura in uno studio si parla del 72% della popolazione con lesione del sovraspinato(17). Inoltre studi recenti hanno dimostrato come vengano colpite maggiormente le donne che presentano anche un minore recupero funzionale e come tale problematica sia associata a patologie metaboliche come problematiche alla tiroide che rappresentano un fattore di rischio per lo sviluppo delle lesioni a-traumatiche della cuffia(18).

Biologia

Differentemente dall'osso, che guarisce con un processo di rigenerazione, la guarigione muscolare è caratterizzata da un processo riparativo (19) che comprende la formazione di una cicatrice(20). Il processo di guarigione muscolare, simile nelle lesioni dirette ed indirette, può essere suddiviso in tre fasi: distruzione, riparazione, rimodellamento (21).

Nella prima fase, quella di distruzione, che ha la durata di 1/3 giorni, si assiste ad una rottura delle fibre muscolari con loro conseguente necrosi, formazione dell'ematoma e attivazione di una cascata infiammatoria.

La seconda fase, quella di riparazione, ha una durata di 3/ 4 settimane, ed è caratterizzata dalla fagocitosi dei detriti necrotici, dalla produzione di tessuto connettivo e successiva rivascolarizzazione, e dall'attivazione delle cellule staminali. La produzione di connettivo andrà a formare la cicatrice tra i monconi delle fibre muscolari lese.

La terza fase, di rimodellamento, va dai 3 ai 6 mesi e consiste nell'organizzazione della cicatrice, maturazione delle nuove miofibrille e dal recupero delle capacità funzionali (22).

La durata delle fasi è variabile, dipende dall'entità della lesione e spesso accade che le ultime due fasi si sovrappongano(19,23,24).

Un ottimale processo di guarigione stimola la rigenerazione tramite l'azione delle cellule staminali e minimizza la grandezza della cicatrice, fattore che sembra essere correlato al rischio di recidiva.(21,25,26,26)

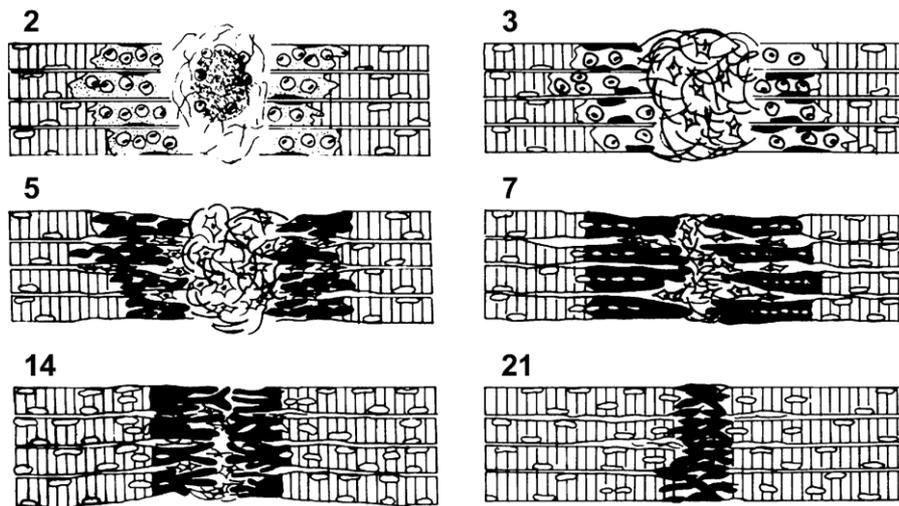


Figura 1 - Fasi del processo di riparazione con i relativi giorni di distanza dal trauma

Clinica e diagnosi

La manifestazione clinica della lesione muscolare dipende dalla sua entità. Una chiara descrizione dell'evento lesivo e dell'anamnesi remota, in associazione con un cauto esame fisico (ispezione, palpazione e test funzionali, con o senza resistenza dei muscoli coinvolti) sono sufficienti per definire una diagnosi (27).

Quando una storia di trauma (contusione o strappo) è accompagnata da segni obiettivi di gonfiore e/o ecchimosi in sede distale alla lesione, fare diagnosi è facile, ma se siamo di fronte ad ematomi di piccole dimensioni e localizzati all'interno del ventre muscolare, allora la lesione muscolare potrebbe essere più difficile da diagnosticare clinicamente. In questo caso le Bioimmagini (US, RM, TC) diventano quindi mezzi utili per verificarne e determinarne la presenza(28,29)(30). Gli US, visto il basso costo e la rapidità di esecuzione, sono considerati l'indagine di prima scelta per la diagnosi di lesioni muscolari qualora si voglia un'immediata descrizione del problema. Tuttavia, visto l'elevata dipendenza dall'operatore, la RM dovrebbe essere preferita nel caso di discrepanza tra sintomi del paziente e manifestazione clinica. Inoltre, nel caso di problematiche all'interno della zona inguinale o in prossimità della giunzione miotendinea (24,29) e per la pianificazione dell'intervento chirurgico (31) questa metodologia di *imaging* ha mostrato essere superiore all'US. Non dimentichiamo che nelle problematiche della cuffia, in assenza di un trauma e in presenza di vari quadri patologici con sintomatologia clinica sovrapponibile, si rende necessario l'utilizzo delle Bioimmagini per fare diagnosi.

Classificazione

La classificazione perfetta dovrebbe essere riproducibile, in grado di distinguere diverse categorie di lesione correlabili alla prognosi e facile da ricordare. Seppure nuove classificazioni(5,32,33) si siano aggiunte e quelle formulate nel corso del secolo scorso, nessuna di queste è accettata in letteratura come superiore o preferenziale.

In accordo con quello che è il meccanismo traumatico, le lesioni muscolari possono essere distinte in dirette ed indirette. Una contusione è un insulto da trauma diretto, una lacerazione invece deriva da un urto contro una superficie tagliente. Le lacerazioni non sono state classificate. La contusione

può essere classificata come lieve, moderata e grave a seconda della disabilità funzionale che produce. I soggetti devono essere riesaminati a 24 ore dal trauma per valutare meglio l'entità della lesione poiché il dolore può essere invalidante al momento della lesione e quindi quest'ultima potrebbe essere sovrastimata. L'immagine clinica di una lesione muscolare dipende dalla severità della lesione e dalla natura dell'ematoma (34)

La classificazione che solitamente si usa nella clinica identifica in leggera, moderata o severa la lesione, in base agli impairment rilevati durante l'esame clinico:

- 1) Leggera lesione: forza tensile o contusione che porta alla rottura di poche fibre muscolari con minimo versamento e disagio accompagnato da assenza o minima perdita della forza e restrizione del movimento(34);
- 2) Moderata lesione: stress o contusione che determini una sostanziale lesione del muscolo con chiara perdita di funzione e capacità contrattile (34);
- 3) Severa lesione: stress o contusione che determini un coinvolgimento dell'intera sezione trasversale del muscolo con conseguente quasi completa perdita della funzione muscolare. (34)

Dalla fine del ventesimo secolo, le lesioni muscolari sono state classificate sia in base al meccanismo traumatico sia in base alla localizzazione della lesione stessa (35,36). Nel 1960 la classificazione delle lesioni muscolari ha incorporato in una singola modalità di classificazione la sede anatomica, il meccanismo lesivo e nuove patologie specifiche, e attualmente questa modalità di classificazione è ancora ampiamente utilizzata (37). Tuttavia non tutti gli autori influenti in tale campo hanno ritenuto necessario separare dal punto di vista clinico le lesioni derivanti da meccanismo interno ed esterno, ricerche su animali e tecniche di imaging hanno validato ampiamente la differenza clinica fra contusione e stress tensivo (38). Una delle classificazioni maggiormente utilizzate è stata coniata da O'Donoghue (37), la quale si basa sull'importanza della lesione associata alla quantità di tessuto danneggiato ed alla perdita di funzione sulla base di tre gradi:

- 1) non evidente danno tissutale;
- 2) danno tissutale e ridotta forza dell'unità muscolotendinea;
- 3) completa lesione dell'unità muscolotendinea e perdita totale della funzione(37).

Ryan(38) pubblicò una classificazione per le lesioni del quadricipite che è stata successivamente applicata a tutti gli altri muscoli e che divideva le lesioni in 4 gradi:

- 1) lesione di poche fibre muscolari con fascia muscolare intatta;
- 2) lesione di un moderato numero di fibre con fascia muscolare intatta;
- 3) lesione di un buon numero di fibre con parziale lesione della fascia muscolare;
- 4) completa lesione del muscolo e della fascia .

Le precedenti classificazioni basate sull'imaging sono quella di Takebayashi et al. (39) pubblicata nel 1995, che si basava sull'esame ecografico distinguendo le lesioni muscolari in 3 gradi dove il grado 1 era il coinvolgimento di meno del 5% del muscolo, il grado 2 lesione parziale maggiore del 5% del muscolo ed il grado 3 con lesione totale, e la classificazione di Peetrans(40) che proponeva una gradazione simile sempre con l'esame ecografico. La classificazione più utilizzata con l'utilizzo della Risonanza Magnetica è quella proposta da Stoller (41) , che individuava 4 gradi:

- 0) nessun segno patologico;
- 1) edema muscolare senza danno tissutale;

- 2) lesione parziale muscolare;
- 3) completa lesione muscolare.

Un'altra classificazione importante è quella di Munich (5) che utilizza la clinica e l'imaging, nella quale le lesioni da trauma indiretto sono classificate in strutturali e non strutturali. Nelle lesioni non strutturali, le fibre muscolari non presentano un danno anatomico evidente, mentre le lesioni strutturali presentano una precisa lesione anatomica. Le lesioni non strutturali sono le più frequenti e quando vengono ignorate, esse possono evolvere in una lesione strutturale. In questa classificazione abbiamo 4 gradi ed i primi 3 sono sottoclassificati in A e B. Fino al grado 2B sono considerate lesioni strutturali mentre 3A, 3B e 4 sono lesioni strutturali:

1A) è una lesione causata dalla fatica e da un cambiamento nel protocollo di allenamento, nella superficie di corsa e da attività molto intense ed imaging negativo;

1B) causata da un'eccessiva e prolungata contrazione eccentrica ed imaging negativo o con lieve edema, è quella comunemente definita DOMS;

2A) lesione frequentemente associata con disordini spinali spesso non diagnosticati, ed in minor misura associata con disordini intervertebrali che vanno ad irritare il nervo spinale, alterando il controllo del tono muscolare del muscolo target, anche in questo caso l'imaging è negativo o si osserva solamente edema;

2B) lesione causata da uno sbilanciamento del controllo neuromuscolare, più frequentemente del meccanismo di mutua inibizione proveniente dai fusi neuromuscolari. Uno sbilanciamento di questo meccanismo neuromuscolare può compromettere il controllo del tono muscolare e indurre disordini muscolari. Questo avviene quando il sistema di inibizione del muscolo agonista è diminuito e risulta quindi eccessivamente contratto per compenso. L'imaging appare negativo o con lieve edema;

3A) è una lesione minore parziale che coinvolge uno o più fascicoli primari all'interno di un fascicolo secondario, l'imaging è positivo per interruzione delle fibre e alta risoluzione all'RM e ematoma intramuscolo;

3B) è una lesione moderata parziale che coinvolge almeno il fascicolo secondario con meno del 50% della superficie con lesione. l'imaging è positivo per significativa interruzione delle fibre e possibile retrazione di qualcuna di esse, lesione della fascia ed ematoma intermuscolare;

4) lesione subtotale con almeno il 50% di fibre danneggiate o completa rottura del muscolo a livello del ventre muscolare o della giunzione miotendinea(5).

Based on	G 0	G I	G II	G III	G IV	
Clinical Signs	O'Donoghue	No appreciable tissue tear.	Tissue damage and reduced strength of the MTU.	Complete tear of MTU and complete loss of function.	-	
	Ryan	Tear of a very small number of fibres with fascia remaining intact.	Tear of a higher number of fibres, fascia still remains intact.	Greater number of muscle fibres involved, the muscular fascia is at least partially torn.	Complete tear of the muscle belly and fascia rupture.	
Imaging	Takebayashi	No abnormalities or diffuse bleeding with or without focal fibre rupture (less than 5% of the muscle involved).	Focal fibre rupture more than 5% of the muscle involved, with or without fascial injury.	Complete muscle rupture with retraction, fascial injury is present.	-	
	Peetrons	Lack of US lesion.	Minimal elongations with less than 5% of muscle involved.	Complete muscle tears with complete retraction.	-	
	Stoller		Hyperintense edema + hemorrhage with preservation of muscle morphology.	Hyperintense hemorrhage with tearing of up to 50% of muscle fibers	Complete tearing ± muscle retraction	
			Edema pattern = interstitial hyperintensity + feathery distribution on FS PD or T2 FSE + STIR images.	Interstitial hyperintensity with focal hyperintensity representing hemorrhage in muscle belly ± intramuscular fluid	Hyperintense fluid filled gap = hyperintense on FS PD FSE + STIR	
			Hyperintense subcutaneous tissue edema + intermuscular fluid.	Hyperintense focal defect + partial retraction of muscle fibers	Associated adjacent hyperintense interstitial muscle changes	
Chang		Use US and MRI criteria to establish injury's grade, and describes injury's anatomical location and MTJ relations.				
Mixed	Munich	Indirect	Functional muscle disorder.			
		Direct Muscle injury	Structural muscle injury: Grading on US/MRI classification system.			
	Pollock		Myofascial tear (four grades), incorporating cranio-caudal length and cross sectional area for grading.			
			Muscle Tendon Junction Tear (four grades), incorporating cranio-caudal length and cross sectional area for grading.			
		Intra-Tendinous Tear. (four grades), incorporating cranio-caudal length and cross sectional area for grading.				

Figura 2 - Principali classificazioni delle lesioni muscolari ritrovate in letteratura

Trattamento delle lesioni muscolari e ruolo dell'esercizio.

Il trattamento chirurgico delle lesioni muscolari deve essere riservato solo ad alcuni casi specifici.

-In caso di lesioni acute, le indicazioni sono: esteso ematoma muscolare; lesione di 3° grado (sezione completa) di un muscolo che ha pochi o non ha agonisti al movimento; lesione di 2° grado se più della metà del muscolo è troncato(42,43).

-In caso di lesioni croniche, se il dolore persiste per un tempo > 4-6 mesi, in particolare se è accompagnato da un chiaro deficit di movimento.

-In caso di adesioni fibrotiche della cicatrice, identificate come causa della restrizione del movimento(44).

In tutte le altre lesioni, il trattamento conservativo ha dimostrato ottenere buoni outcome.

La riabilitazione è l'atto di ripristino della capacità funzionale di una persona, verso la normalità, tramite un intervento appropriato. Nel caso delle lesioni dei tessuti molli, l'atto della riabilitazione comprende il trattamento dal momento della lesione fino a che il paziente non ha recuperato la massima funzione raggiungibile. Questa filosofia si riflette negli obiettivi della riabilitazione che possono essere riassunti nei seguenti punti: stabilire una corretta diagnosi; minimizzare gli effetti locali deleteri della lesione acuta; consentire un recupero corretto; mantenere le componenti della fitness atletica; ritorno alla normale funzione.

Sembra esserci consenso in letteratura sull'adozione del protocollo PRICE durante la fase acuta. Queste cinque procedure hanno lo stesso obiettivo: limitare i danni cellulari dovuti al sanguinamento, limitare l'edema e favorire la formazione di una cicatrice abbastanza robusta da sopportare movimenti e contrazioni senza creare ulteriore danno (21,45–47) (19,48)

Dopo il trattamento della fase acuta, della durata di 2-5 giorni, un cauto piano di riabilitazione può accelerare il recupero. Una precoce mobilizzazione è necessaria per: incentivare la rigenerazione muscolare, favorire l'orientamento corretto delle fibre, l'angiogenesi, il riassorbimento dell'eccessivo tessuto cicatriziale(47,49)

L'esercizio terapeutico sembra essere accettato all'interno di vari programmi riabilitativi(50) e dovrebbe iniziare subito dopo il periodo di immobilizzazione. Ha lo scopo di rinforzare ed allungare il muscolo e ripristinare un condizionamento aerobico volti al recupero della funzione completa(51,52). Sembra anche promuovere la produzione di alcune molecole che facilitano il processo di guarigione e favoriscono il corretto orientamento delle miofibrille neoformate(19,53).

Altri autori hanno tentato di fornire un programma per la gestione delle lesioni muscolari e di fornirne un razionale. Sherry nel 2004 (54) riprende l'idea di Worrel (55), ovvero quella di costruire la riabilitazione sulla base della teorica fase di guarigione tissutale, ma anche se il periodo di guarigione esiste e se riveste un ruolo importante nella gestione della fase acuta (19,48), rimane sconosciuto se tali modelli possano essere rilevanti per guidare la progressione della riabilitazione nelle fasi successive, siccome la maggior parte delle evidenze proviene da esperimenti su modelli animali (56). Non dimentichiamoci che nelle lesioni a-traumatiche della cuffia dei rotatori l'assenza di trauma impedisce al clinico di seguire la lesione muscolare fin dal momento di esordio complicando ulteriormente l'idea proposta.

Nonostante il razionale ancora incerto, come detto in precedenza, l'esercizio terapeutico si è dimostrato pilastro fondamentale della riabilitazione. Alcune SR ne confermano la reale efficacia in termini di miglioramento del ROM, del dolore e della disabilità (46,56–58). Tuttavia, questi lavori fanno sempre riferimento a specifici gruppi muscolari, o prendono in considerazione una popolazione definita, limitando a sottogruppi l'applicazione dei risultati. Più nello specifico, la situazione si complica ulteriormente per le lesioni della cuffia dei rotatori. La revisione di Page che le analizza, prede in considerazione vari quadri patologici (rotator cuff tear, impingement, tendinitis..) confondendo l'applicabilità dei risultati.

Inoltre, occorre dire che gli aspetti per la gestione e la progressione dei carichi non sono quasi mai descritti in maniera riproducibile e che il termine "exercise therapy" viene spesso utilizzato per indicare diversi interventi come stretching e rinforzo.

Da queste premesse, nonostante la notevole rilevanza, non è possibile trarre una conclusione definitiva sui parametri per l'applicazione dell'esercizio terapeutico e sui suoi criteri di progressione.

Obiettivo

Seppure le lesioni muscolari siano molto comuni e nonostante la loro rilevanza clinica, ci sono solo pochi studi sul loro trattamento. La mancanza di studi potrebbe essere imputabile al fatto che le lesioni muscolari siano molto eterogenee, infatti possono verificarsi in differenti muscoli e possono presentare diverse severità. Questo rende difficile il confronto ed impedisce di formulare una guida comune a tutte le tipologie di lesione.

L'esercizio terapeutico riveste un ruolo di fondamentale importanza nel trattamento conservativo delle lesioni muscolari, ma, nonostante il suo largo impiego, non esistono chiare indicazioni sulla sua metodologia di applicazione. Inoltre, le poche proposte in letteratura sono spesso riferite a specifici gruppi muscolari o a specifiche popolazioni (come quella sportiva), limitando la loro applicabilità ad altri contesti.

Date queste premesse, la presente revisione sistematica nasce con l'obiettivo di fare chiarezza sulla posologia ideale dell'esercizio terapeutico (carico e progressione) ed i parametri da tenere in considerazione per la riabilitazione di una lesione muscolare, di qualunque eziologia e a carico di qualunque gruppo muscolare (purché scheletrico) per ridurre la disabilità e ripristinare la funzione completa, minimizzando i tempi di recupero e il rischio di recidiva.

Materiali e metodi

Protocollo e registrazione

I Metodi delle analisi e criteri di inclusione ed esclusione sono stati predefiniti e documentati nel protocollo di ricerca

Criteri di eleggibilità.

Disegno di studio: Verranno presi in considerazione solamente RCT (randomized controlled trial).

Tipologia di report: trial in Lingua inglese o italiana, senza limiti temporali di pubblicazione

Tipologie di partecipanti: trial che coinvolgono partecipanti di tutte le età, di ogni grado di condizione fisica (popolazione sportiva e non), di ogni sesso. Gli individui dovranno presentare una lesione muscolare, diretta, indiretta o a-traumatica, diagnosticata con esame fisico o con Bioimmagini, a carico di qualunque gruppo muscolare che non richieda un intervento chirurgico. Saranno esclusi tutti i partecipanti che presentano una lesione muscolare dovuta: all'azione di tossine, di malattie neuromuscolari (sclerosi multipla, distrofia muscolare), di carichi eccentrici ripetuti, iatrogene; con una lesione tendinea isolata.

Tipologia di interventi: includeremo solamente studi che confrontano o propongano programmi di esercizio terapeutico per la riabilitazione di un evento lesivo a carico di un qualunque distretto muscolare. Saranno presi in considerazione tutti gli articoli che confrontano un programma di esercizio terapeutico, i cui criteri per la scelta dei carichi e della progressione devono essere descritti, con qualunque altro intervento. Gli articoli in cui l'esercizio terapeutico si presenta associato ad altre terapie, saranno comunque presi in considerazione. Saranno esclusi gli articoli nei quali l'esercizio terapeutico è utilizzato a scopo preventivo.

Tipologia di outcome: L'outcome primario è la disabilità ed il tempo necessario per il ripristino della funzione completa. Nel caso della popolazione sportiva, l'esito sarà il ritorno in campo. La disabilità sarà misurata con le varie scale presenti in letteratura dipendenti dal distretto. Il ritorno alla normale funzione sarà espresso con un outcome continuo (giorni). Gli outcome secondari sono: Presenza di recidiva (misurata come frequenza percentuale), forza muscolare isometrica (misurata clinicamente o con il dinamometro), dolore (espresso come VAS o come NPRS), ROM passivo (misurato clinicamente).

Fonti di informazione

Gli studi sono stati identificati tramite ricerche bibliografiche nelle banche dati elettroniche di Medline, Cochrane central register of controlled trial e PEDro. L'ultima ricerca bibliografica è stata effettuata in data 30 aprile 2017.

Ricerca

Database	Stringa di ricerca
Medline	((((((((((muscle wound*[Text Word]) OR muscle injur*[Text Word]) OR muscle tear*[Text Word]) OR muscle damage[Text Word]) OR muscle lesion*[Text Word]) OR muscle crack[Text Word]) OR muscle strain*[Text Word]) OR muscle rupture[Text Word])) OR (((((((rotator cuff disorder[Text Word]) OR rotator cuff disease[Text Word]) OR rotator cuff tear*[Text Word]) OR rotator cuff injur*[Text Word]) OR "Rotator Cuff Injuries"[Mesh])) OR ((muscle[Text Word]) AND (((((((wound*[Text Word]) OR injur*[Text Word]) OR tear*[Text Word]) OR damage[Text Word]) OR lesion*[Text Word]) OR crack[Text Word]) OR strain*[Text Word]) OR rupture*[Text Word]))) OR (("Muscles"[Mesh]) AND (((((((wound*[Text Word]) OR injur*[Text Word]) OR tear*[Text Word]) OR damage[Text Word]) OR lesion*[Text Word]) OR crack[Text Word]) OR strain*[Text Word]) OR rupture*[Text Word]))) OR (("Muscle, Skeletal"[Mesh]) AND (((((((wound*[Text Word]) OR injur*[Text Word]) OR tear*[Text Word]) OR damage[Text Word]) OR lesion*[Text Word]) OR crack[Text Word]) OR strain*[Text Word]) OR rupture*[Text Word]))) AND (((((((exercise therapy[Text Word]) OR exercis*[Text Word]) OR Strength*[Text Word]) OR Reinforce[Text Word]) OR training[Text Word]) OR motor control[Text Word]) OR "Exercise Therapy"[Mesh])) AND (((((((("Recovery of Function"[Mesh]) OR "Recurrence"[Mesh]) OR "Disability Evaluation"[Mesh]) OR Activity[Text Word]) OR Function[Text Word]) OR Disability[Text Word]) OR pre injury level[Text Word]) OR pre injury function[Text Word]) OR return to work[Text Word])
PEDro	Abstract & Title: Muscle injury Therapy: Strength training Subdiscipline: musculoskeletal Method: Clinical Trial
Central	((((((((((muscle[Text Word]) AND (((((((wound*[Text Word]) OR injur*[Text Word]) OR tear*[Text Word]) OR damage[Text Word]) OR lesion*[Text Word]) OR crack[Text Word]) OR strain*[Text Word]) OR rupture*[Text Word])) OR (("Muscles"[Mesh]) AND (((((((wound*[Text Word]) OR injur*[Text Word]) OR tear*[Text Word]) OR damage[Text Word]) OR lesion*[Text Word]) OR crack[Text Word]) OR strain*[Text Word]) OR rupture*[Text Word]))) OR (("Muscle, Skeletal"[Mesh]) AND (((((((wound*[Text Word]) OR injur*[Text Word]) OR tear*[Text Word]) OR damage[Text Word]) OR lesion*[Text Word]) OR crack[Text Word]) OR strain*[Text Word]) OR rupture*[Text Word]))) OR (((rotator cuff disorder[Text Word]) OR rotator cuff disease[Text Word]) OR rotator cuff tear*[Text Word]) OR rotator cuff injur*[Text Word])))) AND (((((((exercise therapy[Text Word]) OR exercis*[Text Word]) OR Strength*[Text Word]) OR Reinforce[Text Word]) OR training[Text Word]) OR motor control[Text Word]) OR "Exercise Therapy"[Mesh])) AND (((((((("Recovery of Function"[Mesh]) OR "Recurrence"[Mesh]) OR "Disability Evaluation"[Mesh]) OR Activity[Text Word]) OR Function[Text Word]) OR Disability[Text Word]) OR pre injury level[Text Word]) OR pre injury function[Text Word]) OR return to work[Text Word])

Tabella 1- Database e le relative strategie di ricerca utilizzati per reperire gli articoli della presente revisione

Selezione degli studi

La selezione degli studi seguirà due fasi distinte.

Nella prima fase sarà effettuata una selezione per titolo e abstract: i due revisori effettueranno indipendentemente un primo screening degli articoli, basandosi sulla lettura del titolo e degli abstract e applicando i criteri di inclusione e di esclusione predeterminati nel protocollo. Al termine della prima fase i due soggetti dovranno trovare un accordo su quali articoli scartare e quali mantenere per la fase successiva.

La seconda fase consiste nella selezione per full text: ogni revisore, in maniera indipendente, analizzerà i full text degli articoli approvati alla prima fase, applicandovi i criteri di inclusione/esclusione. Anche in questo caso, al termine del processo di screening indipendente, i revisori dovranno riunirsi e in caso di divergenza trovare un accordo su quali articoli includere in

maniera definitiva nella SR. In caso di mancato raggiungimento dell'accordo sarà consultato un terzo revisore indipendente.

Raccolta dati

Una volta definiti gli articoli inclusi, i dati saranno estratti sempre in maniera indipendente da ciascun revisore e, al termine del lavoro, ogni discrepanza verrà risolta con il confronto diretto tra i due revisori. In caso di mancanza di dati si provvederà a contattare l'autore dell'articolo via e-mail. I dati degli studi sono stati raccolti con indici di tendenza centrale e di dispersione (per gli outcome continui); con frequenze assolute, relative e percentuali (per gli outcome discreti). I dati sono disposti all'interno di tabelle divise per tipologia d'intervento, outcome e follow-up.

Caratteristiche dei dati

Dagli articoli inclusi nella revisione verranno estratte le caratteristiche relative a:

-Partecipanti: sesso, età, eventuale sport praticato, distanza dall'infortunio in giorni, tipologia di lesione muscolare e conseguente classificazione.

-Intervento: Il tipo di esercizio terapeutico e tutte le caratteristiche ad esso associate come la tipologia della contrazione richiesta; il carico applicato, il numero di serie, il tempo di riposo tra una serie e l'altra e tra un esercizio e l'altro (intensità); il numero di esercizi da svolgere all'interno di una seduta (volume); le volte in cui deve essere eseguito il programma di esercizi in un periodo (frequenza); la durata complessiva del programma di riabilitazione e la distanza dei follow-up.

-Outcome: Grado di disabilità, ripristino della funzione completa e tempo necessario (in giorni) a tale raggiungimento; percentuale di recidiva e numero di giorni dopo i quali si è verificata; forza isometrica, misurata con dinamometro (Kg) o clinicamente; il dolore, misurato con una delle scale preposte (VAS, NPRS); ROM passivo tramite valutazione clinica.

Rischio di bias:

Gli RCT che supereranno la selezione per Full text verranno valutati, indipendentemente dai due revisori, tramite la *cochrane collaboration's tool for assessing risk of bias*. I risultati della valutazione del risk of bias saranno analizzati e presi in considerazione nella sintesi qualitativa dei risultati tenendo conto che dimensione dell'effetto può differire in relazione alla qualità metodologica degli studi.

Misure di sintesi

Nella raccolta delle informazioni relative a tutti gli studi inclusi, per ogni indicatore di esito è stato raccolto l'effect size (differenza tra le medie) con intervallo di confidenza e livello di significatività statistica.

Nel caso della recidiva è stato utilizzato come effect size il risk ratio.

Sintesi dei risultati

Considerando l'elevata eterogeneità degli studi non è stato possibile effettuare una sintesi quantitativa dei risultati (metanalisi), abbiamo però effettuato una sintesi qualitativa di questi, dove

sono stati evidenziati i parametri dell'esercizio terapeutico che conducono ad outcome migliori. I risultati sono stati poi considerati in modo critico nelle discussioni, anche in relazione alla qualità interna e consistenza degli studi primari individuati.

Agreement

I due revisori hanno utilizzato un coefficiente statistico, il Kappa di Cohen, che varia tra -1 e 1, e consente di ottenere un valore che rappresenta il livello di accordo tra giudici ("inter-rater reliability") tenendo conto della probabilità di accordo dovuta al caso: questo permette di stabilire se i criteri utilizzati per la selezione degli studi siano efficienti e se possano essere riproducibili.

L'affidabilità inter-esaminatore è stata calcolata riguardo al processo di selezione degli articoli per full-text.

Il Kappa di Cohen si ottiene attraverso un metodo statistico che, partendo dai dati della tabella di contingenza, consente di calcolarlo.

Diversi autori hanno proposto differenti soluzioni per l'interpretazione dell'indice K. Seppure diverse nella forma, appaiono uniformi nella sostanza attribuendo in linea generale le seguenti categorie interpretative: un valore compreso tra 0.81 e 1.00 rappresenta un agreement eccellente, tra 0.61 e 0.80 buono, tra 0.41 e 0.60 discreto, 0.21 e 0.40 basso e inferiore a 0.20 scarso.

Risultati

Selezione degli articoli

La ricerca nei database ha condotto ad un numero di risultati pari a 2185 articoli [MEDLINE (n=696; PEDro (n=40); COCHRANE LIBRARY (n=1449)]. A questi sono stati aggiunti 26 articoli ricavati da ricerche secondarie per un totale di 2211 articoli.

I record sono stati registrati utilizzando il programma Zotero™ e grazie all'apposita funzione sono stati eliminati i file doppi, comuni alle diverse ricerche. Questo passaggio ha portato all'eliminazione di 658 articoli. Nella fase successiva, la lettura dei titoli ha portato all'eliminazione di 1488 articoli e la successiva lettura degli abstract ha portato a scartarne altri 33 cumulando un totale di 32 articoli. Di questi è stato possibile reperire i full text di 29 articoli, poiché per 3 studi l'articolo completo non era disponibile (59–61).

Dalla lettura del full text sono stati definitivamente inclusi 6 articoli (62–67). Dei 23 eliminati, uno era presente solamente in lingua turca(68), due erano protocolli di studi ed in particolare uno era il protocollo di uno studio che è stato poi incluso all'interno della revisione(64), mentre per l'altro non è stato trovato l'articolo corrispondente (69). 20 articoli sono stati esclusi in quanto non rispettavano i criteri di inclusione ed esclusione non parlando in nessun caso di lesione muscolare.

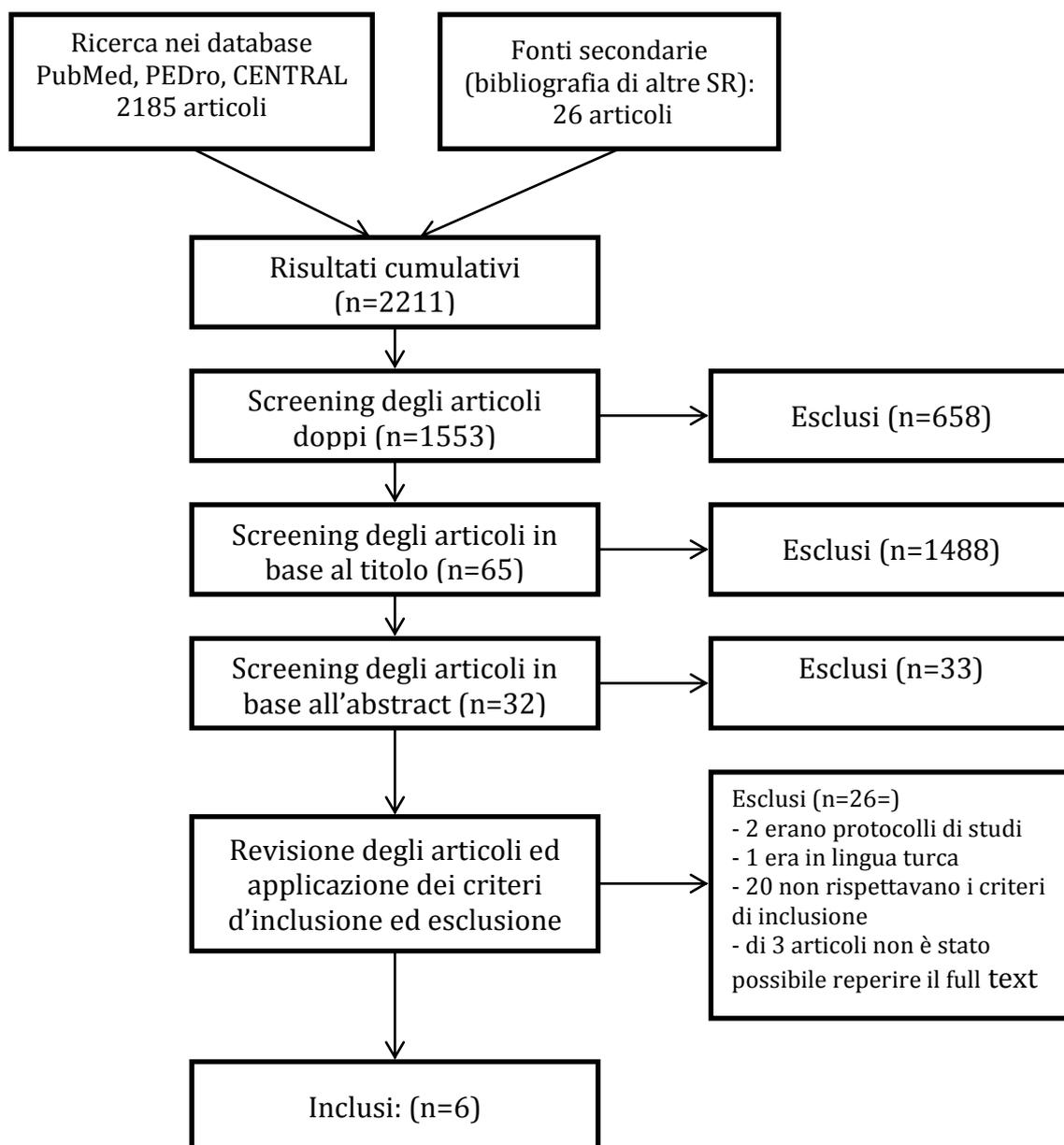


Tabella 2 - Diagramma di flusso del processo di revisione

Caratteristiche degli studi

Gli studi inclusi in questa revisione sistematica sono tutti trial randomizzati controllati, pubblicati in lingua inglese e condotti rispettivamente in: Svezia, Australia, Norvegia, Stati Uniti d'America (Wisconsin).

Complessivamente gli studi inclusi hanno arruolato 854 pazienti con diagnosi di lesione muscolare a carico di qualunque gruppo muscolare, compresi i disordini a-traumatici della cuffia dei rotatori. Se consideriamo le caratteristiche dei partecipanti ai vari studi, possiamo dire che il campione risulta sostanzialmente eterogeneo quel che riguarda la diagnosi, la distribuzione dell'età e stile di vita. Più nello specifico, gli Studi di Askling (62,63), Silder (66), e Sherry (65) hanno preso in considerazione una popolazione con lesione traumatica a carico degli ischio crurali, giovane (Askling (63) considera anche minorenni con età compresa tra i 15 ed i 19) e sportiva.

Bennel(64) ed Engebretsen(67) hanno considerato una popolazione con diagnosi di “disordini o lesioni a carico della cuffia dei rotatori” ed i pazienti reclutati avevano una media età compresa tra la 4° e la 6° decade.

L'intervento somministrato è stato, in tutti i casi, l'esercizio terapeutico. In un solo caso è stato associato alla terapia manuale(64). I confronti effettuati sono stati abbastanza eterogenei: I trial che hanno studiato gli le lesione traumatiche(62,63,65,66) hanno confrontato due programmi di esercizio terapeutico, mentre, nei trial sulle lesioni a-traumatiche della spalla, il confronto è stato il placebo(64) e la “*radial extracorporeal shock-wave therapy*” (67). Tutti i protocolli di esercizio sono stati adeguatamente descritti e raccolti nelle tabelle dell'allegato A.

Tutti gli studi relativi alle lesioni traumatiche hanno preso in considerazione come outcome il tempo necessario per il ritorno in campo e la percentuale di recidiva.

Per i due studi che hanno indagato le lesioni della cuffia dei rotatori, sono stati valutate la Disabilità e la funzione con la SPADI; il dolore a riposo ed il dolore con il movimento, con una scala ordinale da 0-10 (64) e con una scala Likert da 0-9 punti(67). Engebretsen ha ricavato informazioni anche sulla condizione lavorativa.

La forza muscolare è stata considerata tra gli outcome solo nello studio di Bennel, che l'ha valutata sia clinicamente che con dinamometro. Silder ed Engebretsen hanno effettuato solo una valutazione soggettiva della forza percepita.

La durata dei follow-up è stata differente nei diversi studi. Askling ha valutato la presenza di recidiva di lesione fino a 12 mesi dal primo infortunio; Sherry vi ha aggiunto un controllo a 2 settimane e Silder ne ha aggiunti a 3, 6, 9; Bennel ha effettuato follow up a 11 e 22 settimane dall'inizio del trattamento mentre Engebretsen a 12 mesi.

Le caratteristiche degli studi sono raccolte nelle tabelle 3 e 4.

Autore	Risk of bias	N° di soggetti	Sesso (%)	Età (anni+-DS)	Criteri di inclusione/popolazione
Askling 2013	High	75 giocatori di calcio professionisti: 37 L-protocol 38 C-protocol 11 giocatori con segni clinici ma con RM negativa	RM positiva, sia sperimentale che controllo: Femmine 8% Maschi 92% RM negativa: Femmine 9% Maschi 91%	Gruppo sperimentale (L-protocol) 25(5) Gruppo di controllo (C-protocol) 25(6) RM negativa 23 (7)	Segni clinici di lesione muscolare agli ischio-crurali confermata con la RM. 11 atleti con sospetto di lesione clinica, ma non confermata alla RM sono stati ugualmente inclusi ma non randomizzati. I segni clinici comprendono: dolore acuto ed improvviso nella parte posteriore della coscia che ha portato all'arresto dell'attività; dolore localizzato alla palpazione e all'esecuzione dell'SLR; dolore ai test isometrici.
Askling 2014	High	56 atleti sprinter e jumpers: 28 L-protocol 28 C-protocol 8 sprinter and jumpers con segni clinici, ma con RM negativa	RM positiva, sia sperimentale sia controllo: Femmine 32% Maschi 68% RM negativa Femmine 25% Maschi 75%	Gruppo sperimentale (L-protocol): 21 (4) Gruppo di controllo (C-Protocol): 19 (3) N-RM: 20 (3)	Segni clinici di lesione muscolare agli ischio-crurali confermata con la RM. 8 atleti con sospetto di lesione clinica, ma non confermata alla RM sono stati ugualmente inclusi ma non randomizzati. I segni clinici comprendono: dolore acuto ed improvviso nella parte posteriore della coscia che ha portato all'arresto dell'attività; dolore localizzato alla palpazione e all'esecuzione dell'SLR; dolore ai test isometrici

Bennel 2010	Low	120: 59 gruppo sperimentale, 61 gruppo di controllo 112: 54 gruppo sperimentale, 58 placebo al follow up a 22 settimane	Gruppo sperimentale: 34 maschi (58%), 25 femmine (42,%) Gruppo di controllo: 30 maschi (49%) e 31 femmine (51)	Gruppo sperimentale (Active treatment): 59,3 (10,1) Gruppo di controllo(Placebo): 60,8 (12,4)	Pazienti con diagnosi di "rotator cuff disease", confermata dal medico di medicina generale; età maggiore di 18 anni, dolore alla spalla da almeno tre mesi, dolore al movimento maggiore/uguale a 3/10 alla NRS, dolore con i movimenti attivi di abduzione ed extrarotazione, positività a test per l'impingement. Devono essere fatta una RX per escludere altre cause di dolore.
Engelbrechtsen 2011	Low	104 partecipanti: 52 nel gruppo sperimentale - SE- e 52 nel gruppo di controllo-rESWT-) 97 partecipanti (49 nell'SE e 48 nell'rESWT) hanno completato 1 anno di follow up.	Gruppo sperimentale (SE): 26 maschi (50%) e 26 femmine (50%) Gruppo di controllo (rESWT): 26 maschi (50%) e 26 femmine (50%)	Gruppo sperimentale(SE): 49 (9,2) Gruppo di controllo (rESWT): 47 (11,2)	Donne e uomini con età compresa fra i 18 ed i 70 anni con dolore alla spalla sottoacromiale che dura da almeno 3 mesi. Criteri di inclusione: dolore o disfunzione in abduzione, ROM passivo glenomerale normale, dolore a 2 dei 3 test isometrici (abduzione da 0° a 30°, rotazione esterna o interna), segno di Kennedy-Hawkins positivo. I pazienti con rottura della cuffia dei rotatori sono inclusi se rispettano questi criteri di inclusione. Precedenti trattamenti, inclusi NSAID, infiltrazioni subacromiali e terapia fisica sono stati ammessi.
Sherry 2004	High	24 partecipanti (11 nel gruppo sperimentale-STST, 13 nel gruppo di controllo-PATS)	Gruppo sperimentale(STST): 9 maschi (81,8%) e 2 femmine (18,2%). Gruppo di controllo (PATS): 9 maschi (69,2%) e 4 femmine (30,7%)	Gruppo sperimentale(STST): 24,3 (12,4). Gruppo di controllo(PATS): 23,2 (11,1)	Criteri di esclusione: una lesione non acuta degli ischiocrurali, soggetti al di fuori della fascia d'età dai 14 ai 50 anni, precedente recente lesione agli arti inferiori, lesione completa muscolare, lesione da avulsione, segni clinici di ernia inguinale o femorale, radicolopatia, storia di patologie maligne, incompleta guarigione o riabilitazione di fratture alla pelvi o agli arti inferiori, coesistenza di fratture della pelvi o degli arti inferiori, segni clinici di intrappolamento nervoso, qualsiasi altra problematica che implichi la mancata partecipazione al programma riabilitativo o mancanza di conformità quotidiana (meno del 70%) con il programma di esercizi.
Silder 2013	Unclear	29 soggetti randomizzati (16 nel PATS e 13 nel PRES). 12 nel PATS e 9 nel PETS hanno partecipato al follow up a 12 mesi.	Gruppo sperimentale PATS:11 maschi (68,7%) e 5 femmine (31,2%). Gruppo di controllo PETS: 12 maschi (92,3%) ed 1 femmina (7,7%).	Popolazione generale studio 24 (9).	Soggetti che si presentano con lesione muscolare agli ischiocrurali da non più di 10 giorni, dai 16 ai 50 anni, che praticano sport che richieda corsa veloce almeno 3 giorni a settimana. La lesione muscolare è stata confermata da esame clinico (almeno 2 di questi segni= dolore alla palpazione, dolore posteriore non radicolare all'allungamento passivo, debolezza e dolore alla flessione di ginocchio resistita e dolore nel praticare sport. I pazienti sono stati esclusi se hanno avuto una lesione completa degli ischiocrurali o un'avulsione certificata con esame fisico e risonanza magnetica

Tabella 3 - Caratteristiche demografiche e cliniche della popolazione inclusa nella revisione.

Autore	Intervento	Controllo	Outcome e follow-up	Risultati		
				Sperimentale Media (DS)	Controllo Media (DS)	Gruppo con sola lesione clinica Media (DS)
Asking 2013	Programma di Esercizi: <u>Allenamento specifico (L-protocol)</u> 1)"the extender" 2)"the diver" 3) the glider Posologia: l'esercizio deve essere eseguito sotto soglia	Programma di Esercizi: <u>Allenamento specifico (C-protocol)</u> 1) stretching contract-relax: 2)cable pendulum 3)pelvic tilt Posologia: l'esercizio deve essere eseguito sotto soglia	Tempo di ritorno in campo (giorni)			
				28 giorni (15) range 8-58	51 giorni (21) range 12-94	6 giorni (3) range 3-14)

	dolorifica; Tre volte a settimana.	dolorifica; Tre volte a settimana.	Recidiva entro 12 mesi		1 recidiva	
Asking 2014	Programma di esercizi: 1)Allenamento generale: 2)Allenamento di corsa 3)Allenamento specifico (L-protocol) 1)"the extender" 2)"the diver" 3) the glider Posologia: l'esercizio deve essere eseguito sotto soglia dolorifica, Tre volte a settimana.	Programma di esercizi: 1)Allenamento generale: 2)Allenamento di corsa: 3)Allenamento specifico (C-protocol) 1) stretching contract-relax: 2)cable pendulum 3)pelvc tilt Posologia: l'esercizio deve essere eseguito sotto soglia dolorifica, Tre volte a settimana.	Tempo di ritorno in campo (giorni)	49 giorni (26, range 18-107)	86 (34, range da 26 a 140)	15 giorni(da 11 a 19)
			Recidiva entro 12 mesi		2 recidive	
Bennel 2010	Esercizi + Terapia manuale: -Massaggio dei tessuti molli -Mobilizzazione passiva dell'articolazione gleno omerale -Mobilizzazioni spinali da C5 a T8 -Esercizi scapolari -Tape posturale -Esercizi domiciliari Posologia : 10 sessioni individuali, con sedute da 30-45 min, 2 volte a settimana per le prime 2 settimane; una volta a settimana per le 4 settimane successive; una volta ogni due settimane per le ultime 4 settimane di trattamento.	Ultrasuono sham+ applicazioni di gel non terapeutico *I soggetti non ricevono nessuna istruzione sull'esecuzione di esercizi domiciliari. Posologia : 10 sessioni individuali, con sedute da 30-45 min, 2 volte a settimana per le prime 2 settimane; una volta a settimana per le 4 settimane successive; una volta ogni due settimane per le ultime 4 settimane di trattamento.	Disabilità (SPADI 0-100)	SPERIMENTALE Media (DS)	CONTROLO Media (DS)	
			11 ^a Sett. 22 ^a Sett	27.2 (18.9) 20.9 (18.6)	31.2 (21.0) 28.3 (24.5)	
			Dolore al movimento (NRS 0-10)			
			11 ^a sett 22 ^a sett.	2.9 (2.3) 2.4 (2.4)	3.6 (2.3) 3.3 (2.7)	
	Dolore a riposo (NRS 0-10)					
	11 ^a sett 22 ^a sett.	1.4 (1.9) 1.0 (2.0)	1.7 (1.9) 1.6 (2.1)			
	Forza muscolare (Kg)					
	11 ^a sett. - Abduzione - Rot.ext - Rot.int	8,4 (4,7) 8,3 (3,9) 11,7 (5,2)	6,7 (3,8) 7,2 (3,0) 10,1 (4,3)			
	22 ^a sett - Abduzione - Rot.ext - Rot.int	8,3(3,8) 8,4 (3,6) 12,2 (5,3)	6,5 (3,9) 7,0 (3,0) 10,2 (4,6)			
Engebretsen 2011	Esercizi supervisionati: 1° fase: esercizi per la postura scapolare e rinforzo muscolatura scapolare 2° fase: Rinforzo eccentrico muscoli sovra ed	Gruppo Radial extracorporeal shock-wave, 1 volta a settimana dalle 4 alle 6 settimane trattando dai 3 ai 5 tender points ogni volta identificati da un processo on	Disabilità (SPADI 0-100) 12 mesi	24 (23,4)	27 (26,6)	

	intraspinato. Esercizi a domicilio: Posologia :2 sessioni per un massimo di 12 settimane. Sessioni da 45 minuti a settimana.	biofeedback orientato dai pazienti. Frequenza da 8 a 12 Hz, 2000 pulsazioni per sessione, pressione da 2,5 a 4 bar a seconda della tolleranza del paziente	Dolore a riposo (1-9) 12 mesi Dolore durante l'attività (1-9) 12 mesi	2,1 (1,5) 3,5 (2,2)	2,6 (2,0) 3,7 (2,4)
Sherry 2004	Protocollo di esercizi STST Stretching ed esercizi progressivi di rinforzo: Fase 1: stretching statico e rinforzo isometrico Fase 2: stretching dinamico ed esercizi eccentrici	Protocollo di esercizi PATS Esercizi progressivi di agilità e stabilizzazione del tronco: Fase 1: esercizi su un piano frontale e trasversale Fase 2: esercizi su un piano trasversale e sagittale.	Tempo di ritorno in campo (giorni)	37,4 (27,6)	22,2 (8,3)
			Recidiva 16 giorni Recidiva a 12 mesi	6 7	0 1
Silder 2013	Protocollo di esercizi PATS Esercizi di rinforzo, stabilizzazione del tronco e pelvi e progressiva agilità: Fase 1: esercizi su piano frontale e trasversale fase2: esercizi su piano trasversale e sagittale fase 3: aumentare velocità e resistenza	Protocollo di esercizi PRES Esercizi di forza eccentrica e corsa progressiva: Fase 1: jogging a passo corto ed esercizi isometrici Fase 2:esercizi concentrici ed eccentrici Fase 3: aumento intensità degli esercizi e corsa con acc - decelerazioni	Tempo di ritorno in campo (giorni)	25,2 (6,3)	28,8 (11,4)
			Recidiva a 12 mesi	0	2

Tabella 4 - Elenco degli studi inclusi con relativi trattamenti, risultati, outcome e follow-up.

Risk of bias

I risultati della *Risk of bias* sono riassunti nella tabella 5. Nella presente revisione sono stati inclusi 6 articoli, di cui uno a basso rischio di bias (64), due con rischio di bias non chiaro (66) e tre al alto rischio di bias(62,63,65).

Selection bias (random sequence generation – allocation concealment)

Nello studio di Askling 2013 (63) è dichiarata la randomizzazione, ma non viene esplicitato come sia stata effettuata, inoltre, nel medesimo studio, non ci sono riferimenti di un'allocazione nascosta. Stessa cosa accade nello studio di Sherry (65) dove non è stato possibile trovarne riferimenti sulla metodologia di randomizzazione, seppur esplicitamente dichiarata e sui metodi di allocazione. Per queste ragioni, a entrambi gli studi è stato assegnato rischio di bias *unclear* in entrambi gli item. Uno studio, quello di Silder(66), presenta una corretta randomizzazione ma non specifica l'allocazione della lista, quindi anche questo è stato valutato con un rischio di *bias unclear*. Lo studio di Askling 2014 (62) presenta invece un alto rischio di *bias*. Viene esplicitamente dichiarato che l'assegnazione è stata effettuata con un dado per il primo paziente e che gli altri sono stati allocati in maniera alternata all'interno dei due gruppi.

Performance bias (blinding of participants and personnel):

Entrambi gli studi di Askling (62,63) sono sovrapponibili per metodologia. In entrambi i casi non risulta chiaro se chi applichi gli interventi sia o meno in cieco. Non viene dichiarato se i partecipanti

siano o meno a conoscenza del protocollo di esercizio che stanno eseguendo e per questo motivo abbiamo assegnato per entrambi un rischio di *bias unclear*.

In egual maniera, anche nello studio di Engebresten non risulta chiara la cecità dei due fisioterapisti che applicano l'intervento.

Detection bias (blinding of outcome assessor):

In tre studi non risulta chiaro se l'outcome assessor sia o meno in cieco. Come nell'item precedente, anche in questo possiamo considerare sovrapponibili le metodologie dei due studi condotti da Askling(62,63). Per quanto riguarda l'outcome di ritorno in campo, la decisione viene presa da un soggetto definito "indipendente" che deve confermare o meno l'ipotesi del test leader, tuttavia non è chiaro se questo soggetto sia o meno in cieco. Per quanto riguarda l'outcome della recidiva, il team medico della società nella quale il calciatore o l'atleta milita è responsabile di avvisare gli autori dello studio affinché svolgano indagine analoga a quella fatta per l'arruolamento. Non risulta chiaro se chi esegua la nuova valutazione sia o meno in cieco rispetto al protocollo di esercizio seguito dall'atleta.

Nello studio di Silder (66) non viene esplicitato chi prenda la decisione per il ritorno in campo e quindi non possiamo sapere con certezza se l'outcome assessor sia o meno in cieco. Il verificarsi della recidiva è indagato per telefono, ma anche qui non risulta chiaro se chi effettua l'intervista telefonica sia o meno in cieco rispetto all'identità della persona con la quale si trova a parlare.

Solamente Sherry(65) manca esplicitamente della cecità dei valutatori. La decisione ultima per il rientro in campo era presa dalla stessa persona che ha condotto lo studio, la quale era anche il supervisore degli esercizi di entrambi i gruppi e dunque a conoscenza dell'allocazione dei singoli partecipanti.

La valutazione della recidiva è stata investigata per telefono o per e-mail. Non risulta chiaro se l'intervistatore sia o meno in cieco, ma sembra plausibile pensare che, come accade nello studio di Silder, l'utilizzo di contatti personali possa mimare la cecità del valutatore.

Attrition bias (incomplete outcome data)

Nessuno dei sei articoli inclusi nella revisione presenta un attrition *bias*.

Reporting bias (Selective reporting)

Nessuno dei sei articoli inclusi nella revisione presenta un selective reporting *bias*.

Other bias

Due studi, Askling 2013 ed Askling 2014, presentano una fonte di *bias* data dal fatto che, in entrambi, sia stato creato un terzo gruppo, con lesione muscolare diagnosticata solo clinicamente, che non è stato randomizzato e che ha eseguito in maniera preferenziale L-protocol.

Sherry presenta un rischio di *bias* dato dal fatto che non tutti i soggetti in cui è stata dichiarata una recidiva sono stati visitati dal clinica nel quale è stato effettuato lo studio. In 4 soggetti la recidiva è stata diagnosticata telefonicamente per impossibilità, da parte dei soggetti, di recarsi nella clinica.

Un discorso analogo può essere fatto per lo studio di Silder, dove la ricaduta viene monitorata via telefono e non viene detto esplicitamente se è stata confermata da un esame clinico.

Articoli	Random sequence generation - SELECTION BIAS	Allocation concealment - SELECTION BIAS	Blinding of participants and personnel - PERFORMANCE BIAS	Blinding of outcome assessment - DETECTION BIAS	Incomplete outcome data - ATTRITION BIAS	Selective reporting - REPORTING BIAS	Other bias
Asking 2013	?	✗	□□	□□	✓	✓	✓
Asking 2014	✗	✗	□□	□□	✓	✓	✓
Sherry 2004	?	□□	✗	✗	✓	✓	✓
Silder 2013	✓	□	✓	□	✓	✓	✓
Bennel 2010	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Engebretsen 2011	✓	✓	□□□□	✓	✓	✓	✗

Tabella 5 - Riepilogo del Risk of Bias. ✗ Rappresenta un alto rischio di bias, ? rappresenta un rischio di bias non chiaro e ✓ rappresenta un rischio di bias basso.

Risultati dei singoli studi

Outcome primari:

- **Tempo necessario per il ripristino della funzione:**

In 4 dei 6 articoli viene analizzato questo outcome. In tutti questi studi la lesione muscolare è di tipo traumatico e si verifica a carico degli ischiocrurali. Il ripristino della funzione completa è intesa come il ritorno all'attività sportiva, poiché la popolazione di tutti gli studi è sportiva professionistica.

Nello studio di Asking 2013, il tempo di ritorno in campo sembra più corto nel gruppo sperimentale (L-protocol) rispetto al gruppo di controllo (C-protocol): 28 giorni (± 15 , range 8–58 giorni) e 51 giorni (± 21 , range 12–94 giorni) rispettivamente, ma non viene espresso se le differenze siano statisticamente significative. Il gruppo con RM negativa ha mostrato una media in giorni di 6 (± 3 , range 3–14) per il ritorno in campo.

Nello studio di Asking 2014 il tempo di ritorno in campo è significativamente più corto ($p < 0,001$) nel gruppo sperimentale (L-protocol) rispetto al gruppo di controllo (C-protocol), media di 49 giorni (± 26 , range 18–107 giorni) contro gli 86 giorni (± 34 , range 26–140 giorni). Se consideriamo il gruppo con RM negativa, possiamo notare come la media in giorni necessaria al ritorno in campo, 15 (1 ± 3 , range 11–19), sia più corta rispetto al gruppo RM positivo che ha effettuato lo stesso trattamento (L-protocol) e come questa differenza sia statisticamente significativa ($p < 0,001$).

Nello studio di Sherry non sono emerse differenze statisticamente significative tra i due gruppi ($p < 0,2455$). La media del tempo necessario, dalla data dell'infortunio al ritorno in campo, nel gruppo sperimentale (STST) è stata di 37.4 giorni (± 27.6 ; range, 10-95 giorni), mentre la media per il gruppo di controllo (PATS) è stata di 22.2 giorni (± 8.3 ; range, 10-35 giorni).

La media e la deviazione standard del tempo di ritorno in campo nello studio di Silder è stata di 28 ($\pm 11,4$) giorni nel gruppo sperimentale (PRES) e di 25 ($\pm 6,3$) nel gruppo di controllo

(PATS). Tuttavia questa differenza non ha raggiunto la soglia di significatività statistica ($p=0,346$).

- **Recidiva**

Anche questo outcome viene considerato solamente in 4 dei 6 studi inclusi, tutti quelli che hanno analizzato le lesioni muscolari traumatiche.

Nell'articolo di Askling 2013 c'è stata solamente una recidiva entro i 12 mesi di follow up. L'evento si è verificato nel gruppo che seguiva il C-Protocol.

Askling 2014 invece riporta due recidive entro i 12 mesi, entrambe a carico del gruppo di controllo che seguiva il C-protocol.

Sherry segnala un totale di 14 recidive: 13 a carico del gruppo che eseguiva il protocollo STST e 1 a carico del gruppo PATS. All'interno del gruppo STST le recidive sono state 6 entro i primi 16 giorni dal ritorno in campo e 7 entro i 12 mesi di follow up. Nel gruppo PATS la recidiva è stata registrata con follow-up ad un anno.

Da questi dati si può osservare come siano meno presenti le recidive nel gruppo PATS rispetto al gruppo STST con $p=0,00343$ a 16 giorni e $p=0,0059$ a 12 mesi.

Silder riporta un totale di 2 recidive a 12 mesi, entrambe allocate all'interno del gruppo che eseguiva il protocollo PRES.

- **Funzione e Disabilità**

In 2 studi su 6 è stata analizzata la disabilità. Questi due studi sono entrambi sulle lesioni a-traumatiche ed hanno analizzato la disabilità utilizzando la SPADI come scala di valutazione.

Bennel ha rilevato valori della SPADI medi di 43.3 (± 18.9) alla baseline, di 27.2 (± 18.9) al follow up a 11 settimane e di 20.9 (± 18.6) a 22 settimane nel gruppo che ha applicato esercizi e terapia manuale.

Nel gruppo che aveva applicato un ultrasuono sham e gel non terapeutico, il valore della SPADI era passato da una baseline di 43.9 (± 17.5) a valori di 31.2 (± 21.0) e 28.3 (± 24.5) rispettivamente a 11 e 22 settimane.

A 11 settimane non sono state registrate differenze statisticamente significative tra i due gruppi, la cui differenza fra medie è stata di 3.6 (IC -2.1 to 9.4). Cosa che invece è stata riscontrata a 22 settimane, dove la differenza tra le medie intergruppo è stata di 7.1 (I.C: 0.3 to 13.9 .)

Engbretsen, nel gruppo che effettuava gli esercizi supervisionati, ha registrato un valore medio di 48.8 (± 20.6) alla baseline e di 24 (± 23.4) a 12 mesi di follow-up. Il gruppo di controllo che effettuava la Radial extracorporeal shock-wave therapy aveva valori medi 45.1 (± 22.1) alla baseline e di 27 (± 26.6) al follow-up ad un anno. Dunque, dopo un anno e con un'analisi intention to treat, la differenza tra le medie dei due gruppi è stata di -7.6 (IC -16.6 to 0.5 , $p < 0.93$) quindi non statisticamente significativa.

Outcome secondari:

- **Dolore**

2 studi su sei hanno analizzato l'outcome dolore.

Bennel ha analizzato sia il dolore a riposo che con il movimento utilizzando una scala da 0 a 10.

Per quanto riguarda il dolore a riposo, il gruppo che effettuava esercizi e terapia manuale aveva una media di 2.3 (± 1.9) punti alla baseline, che passava ad un valore di 1.4 (± 1.9) a 11 settimane e di 1.0 (± 2.0) a 22 settimane. Per il gruppo Placebo si partiva da una baseline di 2.1 (± 1.8) punti, 1.7 (± 1.9) durante il primo follow-up a 11 settimane e 1.6 (± 2.1) a 22 settimane.

Le differenze intergruppo non erano statisticamente significative ne a 11 (differenza fra medie di 0.4 IC -0.2 to 1.1) ne a 22 settimane (0.9, I.C-0.03 to 1.7)

Il dolore al movimento, nel gruppo degli esercizi e terapia manuale era 4.9 (± 2.2) alla baseline, 2.9 (± 2.3) al primo follow up e 2.4 (± 2.4) al secondo. Nel gruppo placebo era 4.9 (± 1.8) alla baseline, 3.6 (± 2.3) a 11 settimane e 3.3 (± 2.7) a 22 settimane (0.7, IC -0.1 to 1.4).

Le differenze fra gruppi non erano statisticamente significative ne a 11 (differenza fra medie di 0.7, I.C -0.1 to 1.5.) che a 22 settimane (0.9, IC-0.03 to 1.7)

Nel suo studio Engebretsen ha misurato il dolore , sia a riposo sia al movimento, con una scala da 0 a 9 punti. Per quanto riguarda il dolore a riposo, il gruppo che eseguiva esercizi supervisionati aveva un dolore medio alla baseline di 3.4 (± 1.9) e di 2.1 (± 1.5) a 12 mesi. Il gruppo che eseguiva la Radial extracorporeal shock-wave therapy registrava una media di 3.5 (± 2.1) alla baseline e di 2.6 (± 2.0) a 12 mesi.

La differenza inter gruppo, calcolata come differenza fra medie, non era tuttavia statisticamente significativa al follow up (-0.4, IC -0.7 to 0.3, $p < 0.83$).

Il dolore al movimento ha registrato valori medi di 5.6 (± 2.0) alla baseline e di 3.5 (± 2.2) a 12 mesi nel gruppo degli esercizi, mentre valori medi di 5.4 (± 1.9) e 3.7 (± 2.4) a 12 mesi nel gruppo di controllo che eseguiva Shock Wave. Le differenze tra i due gruppi non sono state, neanche in questo caso, statisticamente significative, con una differenza tra le medie che ha un valore di -0.4 (IC -1.4 to 0.4, $p < 0.48$)

- **Forza muscolare**

Solo Bennel ha analizzato la forza muscolare nei movimenti di abduzione, rotazione esterna e rotazione interna, utilizzando un dinamometro (Kg). Il gruppo sperimentale, che ha eseguito terapia manuale ed esercizi ha registrato nei rispettivi movimenti valori di 7.2 (5.4), 8.1 (4.5), 10.9 (5.5) kg alla baseline; 8.4 (4.7), 8.3 (3.9), 11.7 (5.2) a 11 settimane e 8.3 (3.8), 8.4 (3.6), 12.2 (5.3) a 22 settimane.

Il gruppo Placebo ha registrato rispettivamente valori di kg 6.2 (3.4), 7.1 (2.6), 10.2 (4.5), alla baseline; 6.7 (3.8), 7.2 (3.0), 10.1 (4.3) a 11 settimane e 6.5 (3.9), 7.0 (3.0), 10.2 (4.6) a 22 settimane.

A 11 settimane, la differenza fra le medie è stata di 1.0 (IC -0.1 to 2), 0.5 (IC -0.4 to 1.4), 1.1 (IC 0.1 to 2.1), a 22 settimane invece 1.2 (IC 0.1 to 2.3), 0.9 (IC -0.1 to 1.9), 1.5 (IC 0.4 to 2.5) nei rispettivi movimenti di abduzione, rotazione esterna e rotazione interna.

Quindi le uniche differenze statisticamente significative sono state riscontrate per l'abduzione a 22 settimane, per la rotazione interna sia a 11 che a 22 settimane.

Agreement

Tabella di Contingenza		VALUTATORE FT		TOTALE
		+	-	
VALUTATORE MC	+	4	2	6
	-	2	24	26
TOTALE		6	26	32

Tabella 6 - Calcolo del K di Cohen per agreement tra i due revisori

I due revisori hanno mostrato un agreement di 28 articoli su 32 (87,5%) con Kappa di Cohen=0,590. Il valore assunto da K è stato interpretato come moderato poiché è all'interno dell'intervallo tra 0,41 e 0,60: è quindi indice di una moderata affidabilità inter-esaminatore. I restanti 4 articoli sono stati poi inclusi o esclusi mediante discussione fra i due revisori.

Discussione

Sintesi dei risultati e qualità dell'evidenza

Possiamo suddividere gli articoli trovati in letteratura, per questa revisione sistematica sono 6, in articoli che parlano di lesioni traumatiche (dirette o indirette) o di lesioni a-traumatiche.

Lesioni muscolari traumatiche:

I 4 articoli, tutti RCT, che analizzano le lesioni traumatiche rispondevano alle richieste poste inizialmente nel protocollo di ricerca. In tutti i casi, al gruppo sperimentale e a quello di controllo era assegnato un programma di esercizi. Occorre ricordare che dei 4 articoli analizzati la popolazione era sportiva, giovane e che le lesioni erano a carico degli ischiocrurali.

Per quanto riguarda la scelta della tipologia di esercizio, le proposte in letteratura sono state eterogenee. Dall'analisi dei risultati è emerso che le modalità terapeutiche migliori per la riabilitazione di una lesione muscolare traumatica sono: esercizi enfatizzanti un rinforzo eccentrico(62,63) ed esercizi enfatizzanti il controllo del tronco e l'agilità (65,66). Questi programmi hanno mostrato una notevole superiorità, rispetto ai programmi terapeutici di confronto, per quanto riguarda il tempo necessario al ritorno in campo ed il rischio di recidiva.

Se analizziamo la posologia dell'esercizio, possiamo notare un'eterogeneità tra i vari studi.

In particolare, per quanto riguarda il volume, non è possibile estrarre dei criteri di ordine generale che possano guidare la riabilitazione poiché risulta fortemente dipendente dalla tipologia dell'esercizio proposto.

Per quanto riguarda la frequenza, gli esercizi di rinforzo eccentrico non dovrebbero superare i tre allenamenti settimanali (62,63), mentre gli esercizi di stretching, controllo del tronco e agilità possono essere effettuati anche tutti i giorni (62,63,65,66).

Tutti e quattro gli autori confermano una proposta già presente in letteratura ed esplicitata nelle revisioni di Hikey e Maniar(56,57), ovvero quella di settare l'intensità dell'esercizio in maniera tale che non risulti doloroso, dunque seguendo una logica *pain free*.

Per quanto riguarda la progressione, sono emersi alcuni aspetti comuni ed altri esclusivi rispetto alle varie tipologia di intervento. Per gli aspetti comuni, possiamo dire che sia negli esercizi che enfatizzano il controllo eccentrico, sia in quelli che enfatizzano l'agilità ed il controllo del tronco, una progressione deve passare da un esercizio eseguito lentamente ad uno a maggiore velocità (62,63,65). Come seconda cosa, l'intensità, che sia essa applicata con *theraband*, con pesi, o che sia essa la velocità di esecuzione, deve essere sempre crescente e seguire la logica *pain free*.

Negli esercizi del controllo del tronco e di agilità abbiamo ancora due parametri che devono essere tenuti in considerazione. Un autore (66) costruisce la progressione sulla base della fatica, suddividendola in tre gradi (low, medium, high) in riferimento alla fatica percepita durante l'esercizio e definita come uno sforzo basso, utile solo a creare movimento; uno sforzo medio, comparabile con le attività della vita quotidiana; uno sforzo intenso, comparabile con la performance sportiva.

Lo stesso e un altro (65) autore, hanno determinato che la progressione degli esercizi del tronco deve partire da un controllo sul piano frontale, per passare ad un piano trasversale ed infine frontale.

Come detto in precedenza, i programmi che attualmente sembrano essere più efficaci sono quelli di rinforzo eccentrico, stabilizzazione del tronco e agilità.

Seppure i risultati sembrino incoraggianti, occorre tenere in considerazione una cosa fondamentale: $\frac{3}{4}$ degli articoli sono ad alto rischio di *bias* in quanto presentano almeno uno tra *selection*, *performance e detection bias*. Due di questi(62,63), quelli che indagano l'efficacia dell'esercizio eccentrico, oltre i chiari limiti metodologici presentano altre fonti rilevanti di *bias (other bias)* che fanno diminuire la forza delle raccomandazioni al suo utilizzo.

Gli esercizi di controllo del tronco e di agilità (PATS) sono suggeriti e studiati da due articoli, rispettivamente con un alto(65) e un non chiaro rischio di *bias*(66).

Occorre però precisare che, all'interno dei programmi di rinforzo proposti da Askling (62,63), 1/3 degli esercizi era incentrato sul controllo del tronco. Quindi, nonostante l'alto rischio di *bias* degli studi inclusi, è possibile affermare che questo tipo di allenamento è sempre presente nei programmi di riabilitazione analizzati. Inoltre, l'unico RCT (66) con la una validità interna accettabile, raccomanda proprio l'utilizzo di un programma di controllo del tronco e di agilità (PATS) e quindi la forza della sua raccomandazione sale.

Lesioni muscolari a-traumatiche:

In particolare quest'ultima tipologia è racchiusa all'interno di due studi, Bennell et al. 2010 (64) e Engebretsen et al. 2011(67). In entrambi gli studi viene coinvolta una popolazione con problematica o lesione della cuffia dei rotatori e dolore da almeno 3 mesi, con media di età compresa fra la 4° e la 5° decade e rapporto di genere più o meno uguale, questo fa sì che i risultati siano applicabili alle popolazioni adulte sia maschili che femminili, fondamentale in quanto l'incidenza delle lesioni della cuffia dei rotatori aumenta con l'età (14).

Gli studi confrontano un protocollo di esercizi, in Bennell abbinato a tecniche di terapia manuale, con un intervento placebo, ossia applicazione di un finto ultrasuono con gel non terapeutico, e con la *Radial extracorporeal shock-wave therapy* per Engebretsen .

Partendo da Bennell, in questo studio viene descritta in maniera approfondita una posologia di esercizio da abbinare a tecniche di terapia manuale. Innanzitutto vi è un protocollo di esercizi per la muscolatura periscapolare che viene eseguito per 10 sessioni, ogni sessione dura dai 30 ai 45 minuti, le sessioni sono divise in: 2 volte le prime 2 settimane, 1 volta a settimana le successive 4 settimane e 1 volta ogni 2 settimane per le ultime 4 settimane di trattamento, il tutto seguito da un programma di esercizi a domicilio, prima supervisionati. Si può osservare come progressivamente si lavori da piccoli carichi con resistenza nulla per prendere consapevolezza dei movimenti scapolari con l'aiuto del fisioterapista nei movimenti di retrazione e depressione scapolare, fino ad una resistenza manuale con contrazioni isometriche coinvolgendo sempre di più tutti i movimenti della spalla e non solo la muscolatura periscapolare, infine viene utilizzato un elastico tipo theraband come resistenza per rinforzare la muscolatura della cuffia dei rotatori nei movimenti di rotazione interna ed esterna a braccio addotto poi a braccio abdotta a 90°. In una fase iniziale si lavora sulle 5/10 ripetizioni per 2 serie e per le contrazioni isometriche si lavora sui 5 secondi, man mano che si progredisce verso il puro rinforzo della muscolatura della cuffia dei rotatori ci si stabilizza verso le 10 ripetizioni per 2 serie. Quindi lo scopo del protocollo di esercizi con supervisione e a domicilio è quello di passare progressivamente da un controllo dinamico della

muscolatura della scapola e della postura della spalla e del torace ad un rinforzo della stessa e della cuffia dei rotatori. Questo protocollo di esercizi si è dimostrato efficace nel ridurre la disabilità, il dolore e migliorare la forza della muscolatura della spalla rispetto al gruppo di confronto placebo, tuttavia l'unica significatività statistica, anche se non viene riportato il valore della p , è nella disabilità a 22 settimane di follow up.

Nello studio di Engebretsen il protocollo di esercizi viene eseguito 2 volte a settimana per un massimo di 12 settimane ed ogni sessione durava 45 minuti. Questo protocollo si basava su di una prima fase in cui l'obiettivo fondamentale era migliorare la forza della muscolatura periscapolare e migliorare il controllo posturale cercando di non esacerbare il dolore, ma ricercando movimenti rilassanti per il paziente. In una seconda fase si è passati a migliorare la forza della muscolatura della cuffia dei rotatori con esercizi eccentrici, a ricercare il controllo e la stabilità dinamica della spalla lavorando sulle 10/15 ripetizioni per 3 serie. Nella fase finale si è lavorato con esercizi per migliorare l'endurance muscolare con indicazioni sull'aumento progressivo dei carichi e della velocità con la quale venivano eseguiti i movimenti con l'aiuto di un programma di esercizi a domicilio con un elastico tipo *theraband* per dare resistenza e assistenza durante i movimenti. Anche in questo caso si sono ottenuti buoni risultati al follow up ad un 1 anno in termini di disabilità, anche se non vi erano differenze statisticamente significative fra i due gruppi. Tuttavia è stato calcolato che vi fosse una differenza intra-gruppo dalla baseline al follow up ad 1 anno statisticamente significativa con $p < 0,001$, tuttavia tale differenza significativa era presente anche nel gruppo di confronto che utilizzava l'onda d'urto a bassa-media intensità. Si sono ottenuti buoni risultati anche in termini di dolore a riposo e durante le attività, ma senza osservare differenze statisticamente significative fra i due gruppi.

Difficilmente dai due articoli inclusi è possibile ricavare una vera e propria progressione e la miglior posologia per la categoria delle lesioni a-traumatiche della cuffia dei rotatori. Tuttavia è possibile osservare un filo comune fra i due protocolli descritti, infatti entrambi nella fase iniziale del trattamento lavorano con esercizi a basso carico, con l'aiuto del fisioterapista, che mirano ad un miglior controllo della muscolatura periscapolare e della postura della scapola, lavorando con contrazioni isometriche o movimenti senza resistenza in assenza di sintomi. In una seconda fase si passa poi al coinvolgimento diretto della muscolatura della cuffia dei rotatori nei movimenti dell'articolazione glomerale, inserendo contrazioni concentriche ed eccentriche ed aumentando i carichi con resistenza manuale ed elastici nei movimenti di rotazione esterna ed interna, accompagnando sempre il tutto con semplici esercizi a domicilio che vanno mantenuti poi anche al termine del protocollo di esercizi ed eseguiti quotidianamente. Entrambi i protocolli lavorano su periodi simili di 10/12 settimane anche se la frequenza dei trattamenti è differente, inoltre risultano essere eterogenei nel volume degli esercizi, si varia dalle 5 ripetizioni e 2 serie di Bennell alle 20 ripetizioni e 3 serie di Engebretsen.

Quindi si può osservare una sorta di progressione, partendo in una fase iniziale con esercizi che non coinvolgano direttamente la muscolatura della cuffia dei rotatori, ma che lavorano principalmente sul controllo della scapola e sul rinforzo dei muscoli periscapolari, lavorando su bassi carichi e contrazioni isometriche o movimenti privi di resistenza. In una seconda fase, si passa poi a coinvolgere direttamente i muscoli della cuffia dei rotatori ed i movimenti che eseguono, lavorando con esercizi concentrici ed eccentrici, aumentando progressivamente i carichi ed inserendo resistenza manuali o elastici tipo *theraband*. Questi esercizi poi devono essere mantenuti anche al termine del trattamento con supervisione del fisioterapista e devono essere eseguiti

quotidianamente. Tuttavia, data l'eterogeneità dei due protocolli, è difficile riuscire a dare chiare indicazioni sul volume e sulla frequenza del trattamento.

Entrambi gli studi inclusi che considerano la popolazione con lesione a-traumatica della cuffia dei rotatori hanno un basso rischio di *bias*. L'unico dei due che ha un dubbio rischio di *bias* è Engebretsen dove non risulta chiaro se i due fisioterapisti che applicano il trattamento siano o no in cieco. Tuttavia è difficile che nei trial che trattano di fisioterapia, i due fisioterapisti che eseguono il trattamento siano in cieco rispetto allo stesso per la natura degli interventi presi in esame e quindi è abbastanza frequente riscontrare un *bias* di performance all'interno di RCT che trattano confronti fra metodiche di trattamento in ambito fisioterapico. A parte la presenza di questo possibile *bias* nello studio di Engebretsen, entrambi gli studi spiegano in maniera adeguata come viene eseguita la randomizzazione e l'allocazione nascosta, non presentando *bias* di selezione, i valutatori vengono dichiarati in cieco e tutti gli outcome vengono riportati in maniera adeguata, dimostrando una buona validità interna. Inoltre vengono ben spiegate le metodiche di raccolta dei dati e degli outcome e gli interventi somministrati, dimostrando una buona validità esterna e una facile e possibile applicabilità in ambito clinico.

Limiti

La ricerca è stata effettuata tramite database elettronici ricercando solo studi pubblicati, e sono stati inclusi solo articoli pubblicati in inglese o italiano, pertanto potrebbero non essere stati considerati degli articoli che rispondevano ai criteri d'inclusione per tipologia d'intervento. Inoltre, l'impossibilità di reperimento di tre full text che avrebbero soddisfatto i criteri di inclusione, ha limitato a 6 la lista degli articoli inclusi e analizzati.

Un ulteriore limite è rappresentato dal fatto che gli articoli che parlano delle lesioni traumatiche inclusi nella revisione sono di scarsa qualità metodologica ed hanno un elevato rischio di *bias*, soprattutto per quanto riguarda la randomizzazione, l'allocazione, la cecità dei partecipanti e dei valutatori. Il limite principale, sempre per questo sottogruppo di popolazione sta nel fatto che gli articoli considerati parlano unicamente di lesioni traumatiche a carico della loggia posteriore della coscia, quindi è possibile che lesioni traumatiche a carico di altri distretti possano avere un comportamento diverso e beneficio da un'altra tipologia di esercizio.

Anche la specificità dei criteri di inclusione ha rappresentato un limite, infatti si cercava una popolazione con caratteristiche ben specifiche che ha portato all'esclusione di molti articoli a causa degli interventi non appropriati o mal descritti e di conseguenza non riproducibili e della popolazione considerata, che spesso era post-chirurgica o descritta con alcuni termini generici e quindi esclusa, determinando un basso numero di articoli inclusi nella revisione.

Infatti è stato difficile riuscire ad effettuare una ricerca sulla popolazione che subisce una lesione a-traumatica della cuffia dei rotatori. Molti degli studi presenti in letteratura utilizzano terminologie differenti o generiche, quali tendinite, tendinopatia, tendinite calcifica, impingement della cuffia dei rotatori o impingement subacromiale, senza accennare alla possibile presenza di una lesione muscolare e non riportando indagini strumentali o cliniche che ne accertino l'esistenza, considerando comunque la complessità di questa popolazione che spesso, nonostante la presenza della lesione, risulta essere asintomatica. Inoltre bisogna considerare come molti degli studi presenti in letteratura considerino protocolli di esercizi che vanno eseguiti successivamente all'intervento

chirurgico di riparazione della cuffia dei rotatori e che questi non potevano essere inclusi all'interno della nostra revisione.

Come ultimo limite segnaliamo che i protocolli di esercizi, i confronti, gli outcome e i follow up degli studi inclusi nella revisione sono molto eterogenei fra loro, e hanno reso impossibile l'effettuazione di una meta-analisi.

Conclusioni

Implicazioni per la pratica clinica

La presente revisione sistematica ha messo in luce la difficoltà di trarre conclusioni generali sull'esercizio terapeutico nelle lesioni muscolari, poiché le due sottocategorie più importanti, lesioni traumatiche e lesioni a-traumatiche, oltre una diversa epidemiologia ed eziologia, hanno una gestione ed un'evoluzione clinica differente. Questo si ripercuote in dissimili programmi terapeutici, posologia e criteri di progressione.

Tuttavia, l'analisi e l'interpretazione dei risultati hanno consentito di trarre delle conclusioni generali per i relativi sottogruppi di popolazione.

Per quanto riguarda le lesioni traumatiche, gli esercizi di controllo del tronco e di progressiva agilità possono essere una tipologia di trattamento utile. Non è stato possibile definire se il rinforzo eccentrico possa essere una valida alternativa a questo programma, poiché gli articoli che ne dimostrano l'efficacia sono di bassa qualità metodologica e con numerosi *bias*.

Per le stesse ragioni non è altresì chiaro se un programma di condizionamento generale e di corsa possa dare maggior beneficio se inserito all'interno del programma usuale.

Sempre tenendo conto dei limiti metodologici degli studi inclusi nella revisione, è stato possibile trovare una linea comune di gestione della progressione. I principi cardine sono quelli di regolare l'intensità seguendo una logica *pain free*, di progredire aumentando la velocità di esecuzione del gesto e passando da esercizi di controllo lungo il piano sagittale, verso uno trasversale ed infine uno frontale.

Occorre sicuramente fare una precisazione: siccome negli studi analizzati la popolazione era giovane e il gruppo muscolare lesionato era sempre quello degli ischiocrurali, non è chiara la possibilità estendere queste raccomandazioni ad altri gruppi muscolari.

Permane ancora la difficoltà riscontrata inizialmente, ovvero quella di trovare una metodologia di esercizio e di progressione che possa essere applicata a tutti i gruppi muscolari in caso di lesioni traumatiche.

Considerando le lesioni a-traumatiche, risulta complesso riuscire a dare precise indicazioni su quale sia la miglior posologia e la miglior progressione di esercizio terapeutico per il trattamento. Tuttavia si può osservare una linea generale riscontrata negli articoli, ossia partire da un programma di esercizi a basso carico privi di resistenza, incentrati principalmente sulla postura e sul controllo dinamico della scapola e sul rinforzo della muscolatura periscapolare. Successivamente, una volta raggiunto tale obiettivo, si potrà passare ad inserire un carico adeguato con resistenza manuale o con l'utilizzo di elastici, coinvolgendo direttamente la muscolatura della cuffia dei rotatori. Si partirà con contrazioni isometriche, per passare progressivamente a contrazioni eccentriche e concentriche, ad esercizi più complessi con combinazioni di più movimenti, incentrati sulle ADL ed effettuati con maggiore velocità. Importante sarà rispettare la sintomatologia del paziente.

E' inoltre possibile concludere come il programma di trattamento debba essere seguito da un protocollo di esercizi a domicilio semplice e a basso carico che deve essere mantenuto anche al termine del trattamento supervisionato dal fisioterapista.

Tuttavia queste considerazioni per la pratica clinica sono state ottenute dall'analisi di 2 articoli, che, per quanto abbiano un basso rischio di *bias* e una buona validità interna, rappresentano un

campione troppo basso per poter dare vere e proprie raccomandazioni cliniche. Inoltre il protocollo di esercizi che viene raccomandato è stato confrontato, in entrambi gli studi inclusi, con un'altra terapia, limitando quindi la possibilità di un confronto vero e proprio con altre metodiche di esercizio, ed in uno dei due articoli viene abbinato alla terapia manuale, lasciando quindi qualche perplessità sulla sua efficacia in assenza di essa.

In conclusione, tali risultati sono coerenti con quelli presenti attualmente in letteratura nelle altre revisioni(70), quindi che l'esercizio terapeutico, spesso abbinato alla terapia manuale, risulta efficace nel ridurre il dolore e la disabilità, anche se non è ancora del tutto possibile chiaro quali siano la miglior posologia e la migliore progressione.

Implicazioni per la ricerca

Complessivamente, gli studi individuati tramite la ricerca sono di bassa qualità e con alto rischio di *bias*. Sono necessari studi di qualità più elevata con adeguate strategie di randomizzazione, assegnazione e, quando possibile, RCT che garantiscano la cecità dei soggetti coinvolti nello studio. Inoltre sono necessari studi clinici che prendano in considerazione una popolazione più varia, con lesioni a carico di diversi gruppi muscolari al fine di poter trarre conclusioni generalizzabili a tutti i distretti.

Bibliografia

1. Hopper MA, Tirman P, Robinson P. Muscle injury of the chest wall and upper extremity. *Semin Musculoskelet Radiol.* giugno 2010;14(2):122–30.
2. Danna NR, Beutel BG, Campbell KA, Bosco JA. Therapeutic approaches to skeletal muscle repair and healing. *Sports Health.* luglio 2014;6(4):348–55.
3. Bodine-Fowler S. Skeletal muscle regeneration after injury: an overview. *J Voice Off J Voice Found.* marzo 1994;8(1):53–62.
4. Westergren-Thorsson G, Persson S, Isaksson A, Onnervik PO, Malmström A, Fransson LA. L-iduronate-rich glycosaminoglycans inhibit growth of normal fibroblasts independently of serum or added growth factors. *Exp Cell Res.* maggio 1993;206(1):93–9.
5. Mueller-Wohlfahrt H-W, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. *Br J Sports Med.* aprile 2013;47(6):342–50.
6. Maffulli N, Del Buono A, Oliva F, Giai Via A, Frizziero A, Barazzuol M, et al. Muscle Injuries: A Brief Guide to Classification and Management. *Transl Med UniSa.* agosto 2015;12:14–8.
7. Yamamoto A, Takagishi K, Osawa T, Yanagawa T, Nakajima D, Shitara H, et al. Prevalence and risk factors of a rotator cuff tear in the general population. *J Shoulder Elbow Surg.* gennaio 2010;19(1):116–20.
8. Edmonds EW, Dengerink DD. Common conditions in the overhead athlete. *Am Fam Physician.* 1 aprile 2014;89(7):537–41.
9. Walker H, Gabbe B, Wajswelner H, Blanch P, Bennell K. Shoulder pain in swimmers: a 12-month prospective cohort study of incidence and risk factors. *Phys Ther Sport Off J Assoc Chart Physiother Sports Med.* novembre 2012;13(4):243–9.
10. Milgrom C, Schaffler M, Gilbert S, van Holsbeeck M. Rotator-cuff changes in asymptomatic adults. The effect of age, hand dominance and gender. *J Bone Joint Surg Br.* marzo 1995;77(2):296–8.
11. Frost P, Andersen JH, Lundorf E. Is supraspinatus pathology as defined by magnetic resonance imaging associated with clinical sign of shoulder impingement? *J Shoulder Elbow Surg.* dicembre 1999;8(6):565–8.
12. Sher JS, Uribe JW, Posada A, Murphy BJ, Zlatkin MB. Abnormal findings on magnetic resonance images of asymptomatic shoulders. *J Bone Joint Surg Am.* gennaio 1995;77(1):10–5.
13. Miniaci A, Mascia AT, Salonen DC, Becker EJ. Magnetic resonance imaging of the shoulder in asymptomatic professional baseball pitchers. *Am J Sports Med.* febbraio 2002;30(1):66–73.
14. Schibany N, Zehetgruber H, Kainberger F, Wurnig C, Ba-Ssalamah A, Herneth AM, et al. Rotator cuff tears in asymptomatic individuals: a clinical and ultrasonographic screening study. *Eur J Radiol.* settembre 2004;51(3):263–8.
15. Keller K, Engelhardt M. Strength and muscle mass loss with aging process. Age and strength loss. *Muscles Ligaments Tendons J.* ottobre 2013;3(4):346–50.
16. Tempelhof S, Rupp S, Seil R. Age-related prevalence of rotator cuff tears in asymptomatic shoulders. *J Shoulder Elbow Surg.* agosto 1999;8(4):296–9.
17. Dunn WR, Kuhn JE, Sanders R, An Q, Baumgarten KM, Bishop JY, et al. Symptoms of pain do not correlate with rotator cuff tear severity: a cross-sectional study of 393 patients with a symptomatic atraumatic full-thickness rotator cuff tear. *J Bone Joint Surg Am.* 21 maggio 2014;96(10):793–800.
18. Oliva F, Osti L, Padulo J, Maffulli N. Epidemiology of the rotator cuff tears: a new

- incidence related to thyroid disease. *Muscles Ligaments Tendons J.* luglio 2014;4(3):309–14.
19. Järvinen TAH, Järvinen TLN, Kääriäinen M, Kalimo H, Järvinen M. Muscle injuries: biology and treatment. *Am J Sports Med.* maggio 2005;33(5):745–64.
 20. Silder A, Thelen DG, Heiderscheit BC. Effects of prior hamstring strain injury on strength, flexibility, and running mechanics. *Clin Biomech Bristol Avon.* agosto 2010;25(7):681–6.
 21. Järvinen TAH, Järvinen TLN, Kääriäinen M, Aärimaa V, Vaittinen S, Kalimo H, et al. Muscle injuries: optimising recovery. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* aprile 2007;21(2):317–31.
 22. Sanfilippo JL, Silder A, Sherry MA, Tuite MJ, Heiderscheit BC. Hamstring strength and morphology progression after return to sport from injury. *Med Sci Sports Exerc.* marzo 2013;45(3):448–54.
 23. Arrington ED, Miller MD. Skeletal muscle injuries. *Orthop Clin North Am.* luglio 1995;26(3):411–22.
 24. Järvinen MJ, Lehto MU. The effects of early mobilisation and immobilisation on the healing process following muscle injuries. *Sports Med Auckl NZ.* febbraio 1993;15(2):78–89.
 25. Andrade BM, Baldanza MR, Ribeiro KC, Porto A, Peçanha R, Fortes FSA, et al. Bone marrow mesenchymal cells improve muscle function in a skeletal muscle re-injury model. *PloS One.* 2015;10(6):e0127561.
 26. Järvinen TA, Järvinen M, Kalimo H. Regeneration of injured skeletal muscle after the injury. *Muscles Ligaments Tendons J.* ottobre 2013;3(4):337–45.
 27. Kääriäinen M, Kääriäinen J, Järvinen TL, Sievänen H, Kalimo H, Järvinen M. Correlation between biomechanical and structural changes during the regeneration of skeletal muscle after laceration injury. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc.* marzo 1998;16(2):197–206.
 28. Aspelin P, Ekberg O, Thorsson O, Wilhelmsson M, Westlin N. Ultrasound examination of soft tissue injury of the lower limb in athletes. *Am J Sports Med.* ottobre 1992;20(5):601–3.
 29. De Smet AA, Best TM. MR imaging of the distribution and location of acute hamstring injuries in athletes. *AJR Am J Roentgenol.* febbraio 2000;174(2):393–9.
 30. Slavotinek JP, Verrall GM, Fon GT. Hamstring injury in athletes: using MR imaging measurements to compare extent of muscle injury with amount of time lost from competition. *AJR Am J Roentgenol.* dicembre 2002;179(6):1621–8.
 31. Schneider-Kolsky ME, Hoving JL, Warren P, Connell DA. A comparison between clinical assessment and magnetic resonance imaging of acute hamstring injuries. *Am J Sports Med.* giugno 2006;34(6):1008–15.
 32. Chan O, Del Buono A, Best TM, Maffulli N. Acute muscle strain injuries: a proposed new classification system. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* novembre 2012;20(11):2356–62.
 33. Pollock N, James SLJ, Lee JC, Chakraverty R. British athletics muscle injury classification: a new grading system. *Br J Sports Med.* settembre 2014;48(18):1347–51.
 34. Zarins B, Ciullo JV. ACute muscle and tendon injuries in athletes. *Clin Sports Med.* marzo 1983;2(1):167–82.
 35. Crowley DD. Suturing of Muscles and Tendons. *Calif State J Med.* dicembre 1902;1(2):48–54.
 36. Gilcreest EL. RUPTURE OF MUSCLES AND TENDONS: PARTICULARLY SUBCUTANEOUS RUPTURE OF THE BICEPS FLEXOR CUBITI. *J Am Med Assoc.* 13 giugno 1925;84(24):1819.
 37. Donoghue DD. Treatment of injuries to athlete. WB Saunders Co. 1984;
 38. Ryan AJ. Quadriceps strain, rupture and charlie horse: *Med Sci Sports Exerc.* giugno 1969;1(2):106???111.
 39. Takebayashi S, Takasawa H, Banzai Y, Miki H, Sasaki R, Itoh Y, et al. Sonographic findings in muscle strain injury: clinical and MR imaging correlation. *J Ultrasound Med.*

dicembre 1995;14(12):899–905.

40. Peetrons P. Ultrasound of muscles. *Eur Radiol.* gennaio 2002;12(1):35–43.
41. Stoller DW. MRI in orthopaedics and sports medicine. 3° ed. Wolters Kluwer/Lippincott; 2007.
42. Kujala UM, Orava S, Järvinen M. Hamstring injuries. Current trends in treatment and prevention. *Sports Med Auckl NZ.* giugno 1997;23(6):397–404.
43. Almekinders LC. Results of surgical repair versus splinting of experimentally transected muscle. *J Orthop Trauma.* 1991;5(2):173–6.
44. Ahmad CS, Redler LH, Ciccotti MG, Maffulli N, Longo UG, Bradley J. Evaluation and management of hamstring injuries. *Am J Sports Med.* dicembre 2013;41(12):2933–47.
45. Mendiguchia J, Brughelli M. A return-to-sport algorithm for acute hamstring injuries. *Phys Ther Sport Off J Assoc Chart Physiother Sports Med.* febbraio 2011;12(1):2–14.
46. Mason DL, Dickens VA, Vail A. Rehabilitation for hamstring injuries. *Cochrane Database Syst Rev.* 12 dicembre 2012;12:CD004575.
47. Järvinen TA, Kääriäinen M, Järvinen M, Kalimo H. Muscle strain injuries. *Curr Opin Rheumatol.* marzo 2000;12(2):155–61.
48. Drezner JA. Practical management: hamstring muscle injuries. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med.* gennaio 2003;13(1):48–52.
49. Lehto MU, Järvinen MJ. Muscle injuries, their healing process and treatment. *Ann Chir Gynaecol.* 1991;80(2):102–8.
50. Silder A, Sherry MA, Sanfilippo J, Tuite MJ, Hetzel SJ, Heiderscheit BC. Clinical and morphological changes following 2 rehabilitation programs for acute hamstring strain injuries: a randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* maggio 2013;43(5):284–99.
51. Croisier J-L, Forthomme B, Namurois M-H, Vanderthommen M, Crielaard J-M. Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *Am J Sports Med.* aprile 2002;30(2):199–203.
52. Fernandes TL, Pedrinelli A, Hernandez AJ. MUSCLE INJURY - PHYSIOPATHOLOGY, DIAGNOSIS, TREATMENT AND CLINICAL PRESENTATION. *Rev Bras Ortop.* giugno 2011;46(3):247–55.
53. Kannus P, Parkkari J, Järvinen TLN, Järvinen T a. H, Järvinen M. Basic science and clinical studies coincide: active treatment approach is needed after a sports injury. *Scand J Med Sci Sports.* giugno 2003;13(3):150–4.
54. Sherry MA, Best TM. A comparison of 2 rehabilitation programs in the treatment of acute hamstring strains. *J Orthop Sports Phys Ther.* marzo 2004;34(3):116–25.
55. Worrell TW. Factors associated with hamstring injuries. An approach to treatment and preventative measures. *Sports Med Auckl NZ.* maggio 1994;17(5):338–45.
56. Hickey JT, Timmins RG, Maniar N, Williams MD, Opar DA. Criteria for Progressing Rehabilitation and Determining Return-to-Play Clearance Following Hamstring Strain Injury: A Systematic Review. *Sports Med Auckl NZ.* 29 dicembre 2016;
57. Maniar N, Shield AJ, Williams MD, Timmins RG, Opar DA. Hamstring strength and flexibility after hamstring strain injury: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* agosto 2016;50(15):909–20.
58. Page MJ, Green S, McBain B, Surace SJ, Deitch J, Lyttle N, et al. Manual therapy and exercise for rotator cuff disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 10 giugno 2016;(6):CD012224.
59. Pekyavas NO, Ergun N. Effects of different exercise and kinesiotaping application on pain, flexibility, strength and range of motion in patients with subacromial impingement syndrome, Subakromiyal sikisma sendromunda farkli egzersiz ve kinezyobant uygulamalarinin atri, esneklik, Kuwet ve eklem hareket acikltina etkisi. [Turkish, English]. *Fiz Rehabil.* 2014;25(1 suppl. 1):S31.
60. Heron S, Urmston M, Woby SR. A randomised controlled trial investigating the

effectiveness of three different modes of exercise for chronic shoulder impingement syndrome. *Physiother U K*. 2011;97:eS481.

61. Worsley PR, Mottram S, Warner M, Morrissey D, Gadola S, Carr A, et al. Clinical outcomes following motor control rehabilitation for shoulder impingement. *Rheumatol U K*. 2012;51:iii95.
62. Askling CM, Tengvar M, Tarassova O, Thorstensson A. Acute hamstring injuries in Swedish elite sprinters and jumpers: a prospective randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. *Br J Sports Med*. aprile 2014;48(7):532–9.
63. Askling CM, Tengvar M, Thorstensson A. Acute hamstring injuries in Swedish elite football: a prospective randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. *Br J Sports Med*. ottobre 2013;47(15):953–9.
64. Bennell K, Wee E, Coburn S, Green S, Harris A, Staples M, et al. Efficacy of standardised manual therapy and home exercise programme for chronic rotator cuff disease: randomised placebo controlled trial. *BMJ*. 8 giugno 2010;340:c2756.
65. Sherry MA, Best TM. A comparison of 2 rehabilitation programs in the treatment of acute hamstring strains. *J Orthop Sports Phys Ther*. marzo 2004;34(3):116–25.
66. Silder A, Sherry MA, Sanfilippo J, Tuite MJ, Hetzel SJ, Heiderscheit BC. Clinical and morphological changes following 2 rehabilitation programs for acute hamstring strain injuries: a randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2014;43(5):284–99.
67. Engebretsen K, Grotle M, Bautz-Holter E, Ekeberg OM, Juel NG, Brox JI. Supervised exercises compared with radial extracorporeal shock-wave therapy for subacromial shoulder pain: 1-year results of a single-blind randomized controlled trial. *Phys Ther*. gennaio 2011;91(1):37–47.
68. Leblebici B, Adam M, Yapgu S, Bags S, Akman MN. Comparing the effects of open versus closed kinetic chain scapulohumeral stability exercises in rotator cuff problems. [Turkish]. *Turk Fiz Tip Ve Rehabil Derg*. 2007;53(4):134–7.
69. Littlewood C, Ashton J, Mawson S, May S, Walters S. A mixed methods study to evaluate the clinical and cost-effectiveness of a self-managed exercise programme versus usual physiotherapy for chronic rotator cuff disorders: protocol for the SELF study. *BMC Musculoskelet Disord*. 30 aprile 2012;13:62.
70. Page MJ, Green S, McBain B, Surace SJ, Deitch J, Lyttle N, et al. Manual therapy and exercise for rotator cuff disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 10 giugno 2016;(6):CD012224.

Allegati

Allegato A

Askling 2013	
<p>Gruppo sperimentale “L-protocol”: esercizi enfatizzanti la contrazione eccentrica</p>	<p>Esercizi con relativo volume e frequenza di applicazione: <u>1) Stretching e flessibilità: “the extender”, 2 volte al giorno, 3x12</u> Il soggetto deve fissare e stabilizzare la coscia della gamba lesionata con una flessione d'anca di circa 90° e poi effettuare lentamente delle estensioni di ginocchio fino ad un punto poco precedente la percezione del dolore. <u>2) Rinforzo e stabilizzazione toraco-lombo-pelvica: “the diver” una volta al giorno, 3x6</u> l'esercizio consiste in una flessione di anca (da una posizione eretta) della gamba lesionata, bilanciata da una protrazione delle braccia in avanti come per tuffarsi e tentando di raggiungere la massima estensione dell'anca della gamba sollevata mantenendo la pelvi orizzontale. L'angolo del ginocchio della gamba in appoggio dovrebbe essere mantenuto a 10-20° di flessione, quello della gamba sollevata circa a 90°. L'esercizio inizialmente deve essere effettuato lentamente. <u>3) Rinforzo specifico: “the glider”, uno ogni 3 giorni, 3x4</u> il soggetto è in stazione eretta con una mano su un appoggio. Tutto il peso deve essere sul tallone della gamba lesionata, la quale deve avere una flessione di ginocchio di 10-20°. La gamba non lesionata deve scivolare indietro (grazie ad una calza) e fermarsi prima di sentire il dolore. Il movimento di ritorno deve essere effettuato grazie all'aiuto delle braccia. La progressione si ottiene aumentando la distanza di scivolamento e facendo l'esercizio più velocemente.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div style="margin: 5px;">1 </div> <div style="margin: 5px;">2 </div> <div style="margin: 5px;">3 </div> </div>
	<p>Intensità: L'esercizio deve essere eseguito con un carico che non produca dolore</p>
	<p>Info generali e criteri per la progressione: -pain free -progressione da lento a veloce -aumento dell'intensità</p>
<p>Gruppo di controllo “C-protocol” Esercizi classici</p>	<p>Esercizi con relativo volume e frequenza di applicazione: <u>4) Stretching e flessibilità : “stretching contract-relax”, 2 volte al giorno, 3x4</u> Il tallone della gamba lesionata deve essere posta su un supporto stabile, ad un'altezza quasi massima, con il ginocchio circa 10° di flessione. Il tallone deve essere spinto in giù contro il supporto per 10s, a cui seguono 10s di rilassamento e una nuova posizione deve essere raggiunta flettendo il tronco in avanti per 20s. <u>5) Rinforzo e stabilizzazione toraco-lombo-pelvica : “cable pendulum”: una volta al giorno, 3x7</u> Deve essere usata una macchina con i cavi. L'estremità del cavo deve essere collegata con una cavigliera alla gamba lesionata, la quale ha il ginocchio flesso di circa 20-30°. Mentre la gamba non lesionata sta' in appoggio, delle estensioni anca devono essere effettuate con l'arto affetto. L'esercizio deve essere svolto lentamente. <u>6) Rinforzo specifico: “pelvic tilt”, ogni 3 giorni, 3x8 *solo con la gamba affetta</u> l'esercizio inizia in posizione supina, con i talloni appoggiati ed il ginocchio circa a 90°. La pelvi deve essere alzata utilizzando entrambe le gambe. La progressione si mette più peso sulla gamba lesionata e estendendo il ginocchio. L'ultimo stage prevede di effettuare l'esercizio monopodalico.</p>

4



5



6

**Intensità:**

L'esercizio deve essere eseguito con un carico che non produca dolore

Info generali e criteri per la progressione:

- pain free
- da lento a veloce
- aumento dell'intensità
- aumento della lunghezza del muscolo alla posizione di partenza.

Askling 2014**Gruppo sperimentale "L-protocol":**

esercizi enfaticamente la contrazione eccentrica

Esercizi con relativo volume e frequenza di applicazione:**Programma specifico:**1) Stretching e flessibilità: "the extender", 2 volte al giorno, 3x12

Il soggetto deve fissare e stabilizzare la coscia della gamba lesionata con una flessione d'anca di circa 90° e poi effettuare lentamente delle estensioni di ginocchio fino ad un punto poco precedente la percezione del dolore.

2) Rinforzo e stabilizzazione toraco-lombo-pelvica: "the diver" una volta al giorno, 3x6

L'esercizio consiste in una flessione di anca (da una posizione eretta) della gamba lesionata, bilanciata da una protrazione delle braccia in avanti come per tuffarsi e tentando di raggiungere la massima estensione dell'anca della gamba sollevata mantenendo la pelvi orizzontale. L'angolo del ginocchio della gamba in appoggio dovrebbe essere mantenuto a 10-20° di flessione, quello della gamba sollevata circa a 90°. L'esercizio inizialmente deve essere effettuato lentamente.

3) Rinforzo specifico: "the glider", uno ogni 3 giorni, 3x4

il soggetto è in stazione eretta con una mano su un appoggio. Tutto il peso deve essere sul tallone della gamba lesionata, la quale deve avere una flessione di ginocchio di 10-20°. La gamba non lesionata deve scivolare indietro (grazie ad una calza) e fermarsi prima di sentire il dolore. Il movimento di ritorno deve essere effettuato grazie all'aiuto delle braccia. La progressione si ottiene aumentando la distanza di scivolamento e facendo l'esercizio più velocemente.

1



2



3

**Programma generale (3 volte a settimana):**

- 4) cyclette
 - 5) 10x20s fast stepping in place
 - 6) jogging 10x40m
 - 7) 10x10m accelerazioni avanti e indietro
- *Quando gli esercizi sopra riescono ad essere svolti senza discomfort, un progressivo programma di corsa può essere iniziato. Esso comprenderà:
6x20m; 4x40m; 2x60m di corsa ad alta velocità.

	<p>Programma standard attività specifico: seguito dal proprio preparatore atletico.</p> <p>Intensità: L'esercizio deve essere eseguito con un carico che non produca dolore</p>
	<p>Info generali e criteri per la progressione:</p> <ul style="list-style-type: none"> -pain free -progressione da lento a veloce -aumento dell'intensità
<p>Gruppo di controllo "C-protocol" Esercizi classici</p>	<p>Esercizi con relativo volume e frequenza di applicazione:</p> <p><u>4) Stretching e flessibilità : "stretching contract-relax", 10 secondi spingi, 10 rilassi e 20 fletti avanti il tronco.</u> Il tallone della gamba lesionata deve essere posta su un supporto stabile, ad un'altezza quasi massima, con il ginocchio circa 10° di flessione. Il tallone deve essere spinto in giù contro il supporto per 10s, a cui seguono 10s di rilassamento e una nuova posizione deve essere raggiunta flettendo il tronco in avanti per 20s.</p> <p><u>5) Rinforzo e stabilizzazione toraco-lombo-pelvica : "cable pendulum": una volta al giorno, 3x7</u> Deve essere usata una macchina con i cavi. L'estremità del cavo deve essere collegata con una cavigliera alla gamba lesionata, la quale ha il ginocchio flesso di circa 20-30°. Mentre la gamba non lesionata sta' in appoggio, delle estensioni anca devono essere effettuate con l'arto affetto. L'esercizio deve essere svolto lentamente.</p> <p><u>6) Rinforzo specifico: "pelvic tilt", ogni 3 giorni, 3x8 *solo con la gamba affetta</u> l'esercizio inizia in posizione supina, con i talloni appoggiati ed il ginocchio circa a 90°. La pelvi deve essere alzata utilizzando entrambe le gambe. La progressione si mettendo più peso sulla gamba lesionata e estendendo il ginocchio. L'ultimo stage prevede di effettuare l'esercizio monopodalico.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>4</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>5</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>6</p>  </div> </div>
	<p>Programma generale:</p> <ul style="list-style-type: none"> 6) cyclette 7) 10x20s fast stepping in place 8) jogging 10x40m 9) 10x10m accelerazioni avanti e indietro <p>*Quando gli esercizi sopra riescono ad essere svolti senza discomfort, un progressivo programma di corsa può essere iniziato. Esso comprenderà: 6x20m; 4x40m; 2x60m di corsa ad alta velocità.</p> <p>Programma standard attività specifico: seguito dal proprio preparatore atletico.</p> <p>Intensità: L'esercizio deve essere eseguito con un carico che non produca dolore</p> <p>Info generali e criteri per la progressione:</p> <ul style="list-style-type: none"> -pain free -da lento a veloce -aumento de'intensità -aumento della lunghezza del muscolo alla posizione di partenza.

Sherry 2004

STST
(Stretching statico, esercizi di rinforzo)

Esercizi con relativo volume e frequenza di applicazione: tutti i giorni fino al ritorno allo sport. Visite ogni 7 giorni per controllare la tecnica degli esercizi e valutare la progressione. I soggetti sono stati incoraggiati a proseguire tale programma almeno 3 giorni alla settimana per 2 mesi dopo il ritorno allo sport.

Phase 1

- 10 min of low-intensity stationary biking with no resistance, primarily focusing on continuous movement with minimal force required
- Supine hip flexion with knee extension stretch 4 x 20 sec (Figure 1)
- Standing hip flexion with knee extension stretch with slow side-to-side rotation during the stretch, 4 x 20 sec
- Contract-relax hamstring stretch in standing with foot on stool, 4 sets of 10-sec contraction and 20-sec stretch
- Submaximal isometric hamstring sets, 10 reps for 10 sec held at 20° knee flexion and 60° knee flexion while lying supine
- Ice in long-sitting position for 20 min

Phase 2*

- 15 min of moderate-intensity stationary biking, moderate level of resistance and moderate work level; should feel some perceived exertion
- 5 min of moderate-velocity walk
- Supine hip flexion with knee extension stretch 4 x 20 sec
- Standing hip flexion with knee extension stretch with slow side to side rotation, 4 x 20 sec
- Prone leg curls, 3 x 10 reps with ankle weights for resistance
- Hip extension in standing with knee straight using Thera-Band resistance, 3 x 10 reps
- Non-weight-bearing "foot catches," 3 x 30 sec (Figure 2)
- Symptom-free practice without high-speed maneuvers
- Ice for 20 min if any symptoms of local fatigue or discomfort are present

*Progression criteria: Subjects progressed from exercises in phase 1 to exercises in phase 2 when they could walk with a normal gait pattern do a high knee march in place without pain.



FIGURE 1. Hamstring stretch with slow side-to-side rotation, with rotation primarily occurring at the hips as the chest rotates from being over the left leg to being over the right leg.

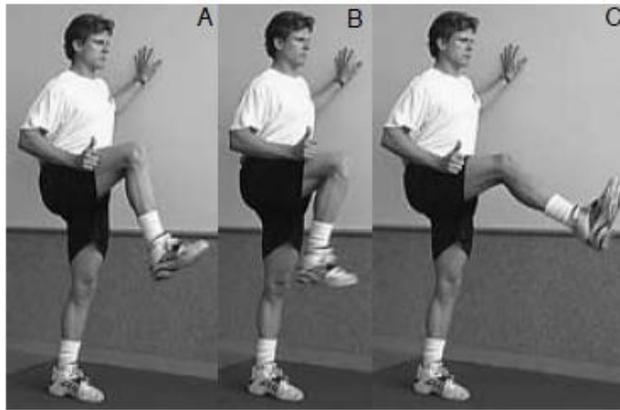


FIGURE 2. Foot catch exercise. This exercise was described and pictured in a review article by Worrell²⁶; “The athlete stands parallel to a wall, using the upper extremity on the wall side as needed for stability, and simulates the swing phase of walking or running. During the swing phase, the athlete performs a quick quadriceps contraction and then attempts to catch or stop the lower leg before reaching full knee extension by a hamstring contraction.”

Info generali e criteri per la progressione:

2 fasi: nella 1° Fase ghiaccio applicato alla fine del programma riabilitativo ogni giorno per 20 minuti. I soggetti avanzano alla fase 2 del programma di esercizi quando sono in grado di camminare con la stessa lunghezza del passo e con lo stesso tempo nella fase di stance su entrambi gli arti inferiori e quando sono in grado di effettuare una marcia a ginocchia alte in assenza di dolore. Il gruppo STST ha effettuato stretching statico, esercizi isometrici con resistenza progressiva e ghiaccio nella fase 1 e nella fase 2 stretching dinamico ed esercizi di rinforzo concentrici ed eccentrici per gli ischiocrurali.

PATS
Esercizi
progressivi di
agilità e

Esercizi con relativo volume e frequenza di applicazione: tutti i giorni fino al ritorno allo sport. Visite ogni 7 giorni per controllare la tecnica degli esercizi e valutare la progressione. I soggetti sono stati incoraggiati a proseguire tale programma almeno 3 giorni alla settimana per 2 mesi dopo il ritorno allo sport.

stabilizzazione del tronco.

Phase 1

- Low- to moderate-intensity sidestepping, 3 x 1 min
- Low- to moderate-intensity grapevine stepping (lateral stepping with the trail leg going over the lead leg and then under the lead leg), both directions, 3 x 1 min
- Low- to moderate-intensity steps forward and backward over a tape line while moving sideways, 2 x 1 min
- Single-leg stand progressing from eyes open to eyes closed, 4 x 20 sec
- Prone abdominal body bridge (performed by using abdominal and hip muscles to hold the body in a face-down straight-plank position with the elbows and feet as the only point of contact), 4 x 20 sec
- Supine extension bridge (performed by using abdominal and hip muscles to hold the body in a supine hook lying position with the head, upper back, arms, and feet as the points of contact), 4 x 20 sec
- Side bridge, 4 x 20 sec on each side (Figure 3)
- Ice in long sitting for 20 min

Phase 2*

- Moderate- to high-intensity sidestepping, 3 x 1 min
- Moderate- to high-intensity grapevine stepping, 3 x 1 min
- Moderate- to high-intensity steps forward and backward while moving sideways, 2 x 1 min
- Single-leg stand windmill touches, 4 x 20 sec of repetitive alternate hand touches (Figure 4)
- Push-up stabilization with trunk rotation (performed by starting at the top of a full push-up, then maintain this position with 1 hand while rotating the chest toward the side of the hand that is being lifted to point toward the ceiling, pause and return to the starting position), 2 x 15 reps on each side
- Fast feet in place (performed by jogging in place with increasing velocity, picking the foot only a few inches off the ground), 4 x 20 sec
- Proprioceptive neuromuscular facilitation trunk pull-downs with Thera-Band, 2 x 15 to the right and left
- Symptom-free practice without high-speed maneuvers
- Ice for 20 min if any symptoms of local fatigue or discomfort are present

Key: Low intensity, a velocity of movement that is less than or near that of normal walking; moderate intensity, a velocity of movement greater than normal walking but not as great as sport; high intensity, a velocity of movement similar to sport activity.

*Progression criteria: subjects progressed from exercises in phase 1 to exercises in phase 2 when they could walk with a normal gait pattern and do a high knee march in place without pain.

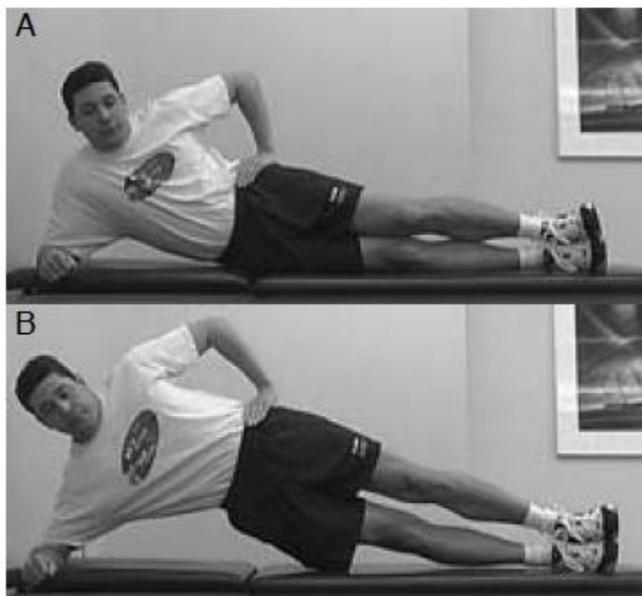


FIGURE 3. Side bridge: performed by using abdominal and hip muscles to hold the body in a side-lying plank position with the lower elbow and feet being the only points of contact.

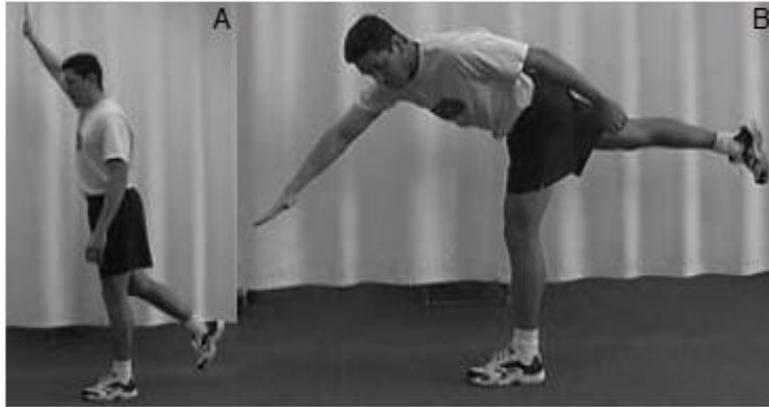


FIGURE 4. Single-leg stand windmill touches: performed by standing on 1 leg, then rotating the trunk and flexing the hips to bring the hand down in front of the lower leg.

Info generali e criteri per la progressione:

2 fasi: nella 1° Fase ghiaccio applicato alla fine del programma riabilitativo ogni giorno per 20 minuti. I soggetti avanzano alla fase 2 del programma di esercizi quando sono in grado di camminare con la stessa lunghezza del passo e con lo stesso tempo nella fase di stance su entrambi gli arti inferiori e quando sono in grado di effettuare una marcia a ginocchia alte in assenza di dolore. Il programma di riabilitazione consiste in esercizi di progressiva agilità e stabilizzazione del tronco. Per stabilizzazione del tronco si intende all'attività muscolare del tronco e della pelvi di mantenere la colonna vertebrale e la pelvi in posizione neutra o allineata. Nella fase 1 gli esercizi avvengono principalmente sul piano frontale e trasversale, nella fase 2 sul piano trasversale e sagittale. E' stato dato un programma di esercizi a domicilio.

*gli esercizi sono svolti a domicilio

Silder 2013

<p>PATS Esercizi progressivi di agilità e</p>	<p>Esercizi con relativo volume e frequenza di applicazione: 5 giorni alla settimana a domicilio fino al ritorno in campo (dalle 2 alle 6 settimane). Almeno 1 volta a settimana è stata effettuata una visita clinica per monitorare la tecnica degli esercizi e valutare la progressione.</p>
--	--

stabilizzazi
one del
tronco.

The progressive agility and trunk stabilization program consisted of 3 phases. The program was designed to last approximately 2 to 6 weeks but progressed on a subject-specific basis, using criteria as indicated. Intensity was used to guide the stationary biking and agility exercises. Descriptions of the intensity levels were given to athletes and assessed qualitatively during the activity. Low intensity was described as little to no exertion; this intensity can be thought of as primarily used to create motion. Moderate intensity was described as that above daily activity, with some perceived exertion. High intensity was described as a perceived exertion near that of competitive sports.

	Exercises	Sets	
Phase 1	Stationary bike • Low intensity	1 × 10 min	
	10-m back-and-forth sidestep shuffle • Low to moderate intensity • Pain-free speed and stride	5 × 30 s	
	10-m back-and-forth grapevine • Low to moderate intensity • Pain-free speed and stride	5 × 30 s	
	Fast foot stepping in place	3 × 30 s	
	Prone body bridge (forearm plank)	5 × 10 s	
	Side body bridge (plank)	5 × 10 s on each side	
	Supine bent-knee bridge	10 × 5 s	
	Standing single-leg balance • Progressing from eyes open to eyes closed • Lean forward slightly	4 × 20 s for each limb	
	Phase 2	Stationary bike • Moderate intensity	1 × 10 min
		10-m back-and-forth sidestep shuffle • Moderate to high intensity • Pain-free speed and stride	6 × 30 s
		10-m back-and-forth grapevine • Moderate to high intensity • Pain-free speed and stride	6 × 30 s
10-m back-and-forth boxer shuffle • Low to moderate intensity • Pain-free speed and stride		4 × 30 s	
Rotating body bridge (hand plank) • 5-s hold on each side		2 × 10 repetitions on each side	
Supine bent-knee bridge with walk-outs 1. Begin with knees very bent 2. Holding hips up entire time, alternate small steps out with feet, decreasing knee flexion		3 × 10 repetitions	
Single-leg windmill touches without weight		4 × 8 repetitions per arm per lower limb	
Lunge walk with trunk rotation, opposite-hand toe touch, and T lift • Hip flexed such that the chest and back leg are parallel to the ground as the toe reaches to the opposite foot		2 × 10 steps per limb	
Single-leg balance with forward trunk lean and opposite-leg hip extension		5 × 10 s per limb	
Phase 3		Stationary bike • Moderate to high intensity	1 × 10 min

	Exercises	Sets
	Phase 3 (continued)	
	30-m back-and-forth sideshuffle • Moderate to high intensity • Pain-free speed and stride	6 × 30 s
	30-m back-and-forth grapevine • Moderate to high intensity • Pain-free speed and stride	6 × 30 s
	10-m back-and-forth boxer shuffle • Moderate to high intensity • Pain-free speed and stride	4 × 30 s
	Forward/backward accelerations • Pain-free progression from 5 m to 10 m to 20 m	6 × 30 s
	Rotating body bridge with dumbbell • 5-s hold on each side • 1.4 to 3.6 kg (3-8 lb) based on individual body weight and ability	2 × 10 repetitions
	Supine single-leg chair bridge 1. 1 leg on a high chair with hip flexed 2. Raise hips, lower, and repeat • Progress from slow to fast speed	3 × 15 repetitions
	Single-leg windmill touches with dumbbells • 2.3 to 6.8 kg (5-15 lb) based on individual body weight and ability	4 × 8 repetitions per arm per lower limb
	Lunge walk with trunk rotation, opposite-hand toe touch, and T lift • Hip flexed such that the chest and back lower limb are parallel to the ground as the toe reaches to the opposite foot • 2.3 to 6.8 kg (5-15 lb) based on individual body weight and ability	2 × 10 steps per limb
	Symptom-free individual practice of sport, avoiding sprinting and high-speed maneuvers	
	Intensità: Gli esercizi devono essere svolti in assenza di sintomi, lentamente senza movimenti rapidi e repentini.	
	Info generali e criteri per la progressione: 3 Fasi: nella prima fase applicazione di ghiaccio sul punto della lesione per 20 minuti al termine di ogni sessione di riabilitazione. I soggetti avanzavano alla fase 2 quando erano in grado di svolgere con entrambi gli arti inferiori un cammino che avesse la stessa lunghezza del passo e la stessa tempistica di stance, una contrazione isometrica degli ischiocrurali a 90° di flessione del ginocchio senza dolore ed una forza di 4/5. I soggetti progredivano alla fase 3 quando erano in grado di camminare avanti ed indietro con la stessa lunghezza del passo e lo stesso timing nella fase di stance per entrambi gli arti inferiori, una forza di 5/5 degli ischiocrurali a 90° di flessione di ginocchio con la tibia in posizione neutra, intrarotazione ed extrarotazione. Hanno partecipato ad una versione differente del protocollo PATS originale, con l'aggiunta di una fase 3, che ha consentito la formazione di un programma di resistenza progressivo durante gli esercizi di stabilizzazione del tronco ed ha aggiunto una camminata a passo lungo che determinava rotazione del tronco e stabilizzazione della pelvi con gli ischiocrurali in una posizione di allungamento. Nella fase 1 gli esercizi erano principalmente sul piano frontale e trasversale, nella fase 2 sul piano trasversale e sagittale, nella fase 3 è stata incrementata la velocità e la resistenza degli esercizi.	
PRES Esercizi progressivi di corsa e	Esercizi con relativo volume e frequenza di applicazione: 5 giorni alla settimana a domicilio fino al ritorno in campo (dalle 2 alle 6 settimane). Almeno 1 volta a settimana è stata effettuata una visita clinica per monitorare la tecnica degli esercizi e valutare la progressione.	

rinforzo
eccentrico)

The progressive running and eccentric strengthening program consisted of 3 phases. The program was designed to last approximately 2 to 6 weeks but progressed on a subject-specific basis, using criteria as indicated. Intensity was used to guide the stationary biking and agility exercises. Descriptions of the intensity levels were given to athletes and assessed qualitatively during the activity. Low intensity was described as little to no exertion; this intensity can be thought of as primarily used to create motion. Moderate intensity was described as that above daily activity, with some perceived exertion. High intensity was described as a perceived exertion near that of competitive sports.

	Exercises	Sets
Phase 1	Stationary bike	1 × 10 min
	• Low intensity	
	Increasing effort hamstring isometrics	10 × 10 s at 3 knee flexion angles (30°, 60°, 90°)
	• Submaximal to maximal	
	Bilateral supine heel slides	15 repetitions
	1. Lie supine on slippery surface	
	2. Slide heels to buttock and back out	
	Progressive running program (APPENDIX C)	

	Exercises	Sets
Phase 2	Stationary bike	1 × 10 min
	• Moderate intensity	
	Prone hamstring curls	3 × 12 repetitions, injured limb only
	• Prone with hip flexed at edge of a table (chest and stomach on the table)	
	• Use ankle weights or resistance band	
Phase 3	Prone hip extension off edge of bed or table through full range of motion (chest and stomach on the table)	3 × 12 repetitions, injured limb only
	• Use ankle weights or resistance band	
	Prone leg lift and knee curl	2 × 12 repetitions, injured limb only
	1. Lift straight leg slightly off floor (extend hip)	
	2. Flex knee without dropping leg	
	Progressive running program (APPENDIX C)	
Phase 3	Stationary bike	1 × 10 min
	• Moderate to high intensity	
	Nordic hamstring drop-curl progression	3 times per week; (1) 2 × 5 to 8 repetitions, drop only; (2) 3 × 5 to 8 repetitions, drop only; (3) 3 × 9 to 12 repetitions, drop only
	• Complete 2 pain-free sessions before progressing to next level	
	• Complete all 3 sessions, drop only, then progress through sessions again with drop and curl	
	Prone foot catches with ankle weight	2 × 10 to 20 repetitions, injured limb only
	1. Lie prone with hip flexed at edge of table	
	2. Lift leg until parallel with table	
	3. Drop leg quickly	
	4. Try to slow the fall and pause just before foot hits the floor	
Prone hip extension off the edge of bed or table for full range of motion	2 × 10 to 20 repetitions, injured limb only	
• Use ankle weight		
1. Lift leg parallel to the floor		
2. Drop and catch before leg touches floor		
Standing 1-leg foot catches	2 × 20 repetitions, injured limb only	
1. Stand against the wall		
2. Repeat the swing phase of sprinting, pausing just prior to full hip flexion, with the knee extended		
Symptom-free individual practice of sport, avoiding sprinting and high-speed maneuvers		

PROGRESSIVE RUNNING SCHEDULE

Exercises

- 5 min of gentle stretching before and after each session, 3 × 20 s each
 - Standing calf stretch
 - Standing quadriceps stretch
 - Half kneeling hip flexor stretch
 - Groin or adductor stretch
 - Standing hamstring stretch
- Repeat each level 3 times, progressing to the next level when pain free
- Maximum of 3 levels per session
- On the following session, start at the second-highest level completed
- Ice after each session, 20 min

	Acceleration Distance, m	Constant Speed (Maximum, 75% Speed) Distance, m	Deceleration Distance, m
Level 1	40	20	40
Level 2	35	20	35
Level 3	25	20	25
Level 4	20	20	20
Level 5	15	20	15
Level 6	10	20	10

	Acceleration Distance, m	Constant Speed (Maximum, 95% Speed) Distance, m	Deceleration Distance, m
Level 7	40	20	40
Level 8	35	20	35
Level 9	25	20	25
Level 10	20	20	20
Level 11	15	20	15
Level 12	10	20	10

Intensità: Gli esercizi devono essere svolti in assenza di sintomi, lentamente senza movimenti rapidi e repentini.

Info generali e criteri per la progressione:

3 Fasi: nella prima fase applicazione di ghiaccio sul punto della lesione per 20 minuti al termine di ogni sessione di riabilitazione.

I soggetti avanzavano alla fase 2 quando erano in grado di svolgere con entrambi gli arti inferiori un cammino che avesse la stessa lunghezza del passo e la stessa tempistica di stance, una contrazione isometrica degli ischiocrurali a 90° di flessione del ginocchio senza dolore ed una forza di 4/5.

I soggetti progredivano alla fase 3 quando erano in grado di camminare avanti ed indietro con la stessa lunghezza del passo e lo stesso timing nella fase di stance per entrambi gli arti inferiori, una forza di 5/5 degli ischiocrurali a 90° di flessione di ginocchio con la tibia in posizione neutra, intrarotazione ed extrarotazione.

E' stato creato un programma di riabilitazione basato sulla corsa progressiva e sul rinforzo eccentrico. La fase 1 consiste in una camminata a passo corto ed esercizi di rinforzo isometrico. Nella fase 2 esercizi di rinforzo concentrico ed eccentrico. Nella fase 3 sono stati intensificati gli esercizi eccentrici con una componente di potenza. La corsa dalla fase alla fase 3 è stata modificata andando verso progressivi sprint che richiedessero decelerazioni e accelerazioni.

Bennel

Esercizi con relativo volume e frequenza di applicazione:

Controllo motorio scapolare e rinforzo dei muscoli periscapolari e della cuffia dei rotatori:

- Esercizi scapolari: Sono effettuati solo nella settimana 1 e 2; 15 × 5 ripetizioni con 10 secondi di contrazione isometrica mantenuta. In decubito laterale, il fisioterapista muove passivamente la spalla verso la posizione neutra poi nei movimenti di protrazione/elevazione, verso retrazione/depressione, per poi passare ad una mobilizzazione attiva assistita-> attiva -> resistita nei movimenti di retrazione e depressione.
- Esercizi domiciliari: Sono eseguiti prima sotto supervisione e poi sono mantenuti come programma domiciliare. Due volte al giorno per le prime due settimane; una volta al giorno nelle settimane successive. Questi esercizi sono programmati per aumentare la forza della cuffia dei rotatori e della muscolatura della scapola e la resistenza applicata può essere manuale o applicata grazie a delle fasce elastiche theraband.

Name	Description	Dosage	Weeks performed
Scapular setting	Sitting, isometric hold of scapula in retracted and depressed position	5 sec hold × 5 reps	Week 1 then maintained in all exercises
Self-resisted isometric ER	Standing sideways to wall. Upper arm squeezing a towel roll against body, elbow bent with forearm pushing into wall	5 sec hold × 5 reps	Weeks 1&2
Active ER	Sitting with shoulder in 45° Abd resting elbow and forearm on table in IR. Taking shoulder into ER	10 reps × 2	Week 1&2
Shoulder shrugs	Standing with arms slightly abducted and actively elevating scapula then lowering slowly	10 reps × 2 handweight	Week 1&2
Pectoralis minor stretch	Supine with arms in 45° Abd and elbows bent to 90°. Shoulders rotate into ER to stretch muscle	5 reps with 10 sec hold × 2	Weeks 2-6
Wall push up	Standing arms length from wall, hands at shoulder height and shoulders in 45° Abd. Body lowered to wall and then pushed away	5 reps × 2	Weeks 2-10
Chin tuck	Standing with head and back against a wall. Chin tucked in toward neck	5 reps × 10 sec holds	Week 2
Resisted external rotation	Sidelying with affected shoulder uppermost, elbow bent to 90° and holding weight in hand. Weight lifted up toward ceiling with upper arm against body	10 reps × 2 using hand weight	Week 2
Thoracic extension over towel	Supine on a firm surface with arms by side and lying on towel roll placed horizontally on floor at level of maximum thoracic curve	1-3 mins hold	Weeks 3-6
Resisted scapular setting – elbow extension with shoulder neutral	Standing, arm by side and elbow bent holding theraband attached in front at shoulder height. Elbow straightened and slowly flexed whilst keeping scapula in set position	10 reps × 2 using theraband	Weeks 3-6
Resisted external rotation	Standing, elbow bent to 90° and forearm along stomach and holding onto theraband at waist height. Keeping elbow in to side, pulling against theraband to perform ER	10 reps × 2 using theraband	Weeks 3&4
Resisted internal rotation	Standing, elbow bent to 90° and shoulder in ER and holding onto theraband at waist height. Keeping elbow in by side, pulling against theraband to perform IR	10 reps × 2 using theraband	Weeks 3&4
Resisted horizontal row	Standing, both arms outstretched holding onto theraband attached at waist height. Both arms pulled back toward trunk with elbows flexed	10 reps × 2 using theraband	Weeks 3-10
Resisted external rotation in supported 90° Abd	Sitting with shoulder supported in 90° Abd on table and forearm resting on table holding a weight in hand. Weight lifted toward ceiling keeping elbow on table	10 reps × 2 using hand weight	Weeks 5&6
Resisted internal rotation in supported 90° Abd	Sitting with shoulder supported in 90° Abd on table and forearm resting on table holding theraband attached behind. Hand taken to table to perform IR	10 reps × 2 using theraband	Weeks 5&6
Corner stretch	Standing with one hand on each corner wall at shoulder height and elbows bent. Leaning in toward corner to stretch anterior shoulder and thoracic spine	5 reps × 10 sec holds	Weeks 5-10
Resisted scapular setting – elbow flexion	Standing with hands at chest height, elbows bent and holding onto theraband which is then stretched apart by trying to straighten both elbows	10 reps × 2	Weeks 7-10
Resisted external rotation in unsupported Abd	ER performed in standing with shoulder unsupported in 45° scapular plane, elbow bent and holding theraband attached in front	10 reps × 2	Weeks 7-10
Resisted internal rotation in unsupported Abd	IR performed in standing with shoulder unsupported in 45° scapular plane, elbow bent and holding theraband attached behind	10 reps × 2	Weeks 7-10

ENGBRETSEN 2011

Esercizi con relativo volume e frequenza di applicazione:

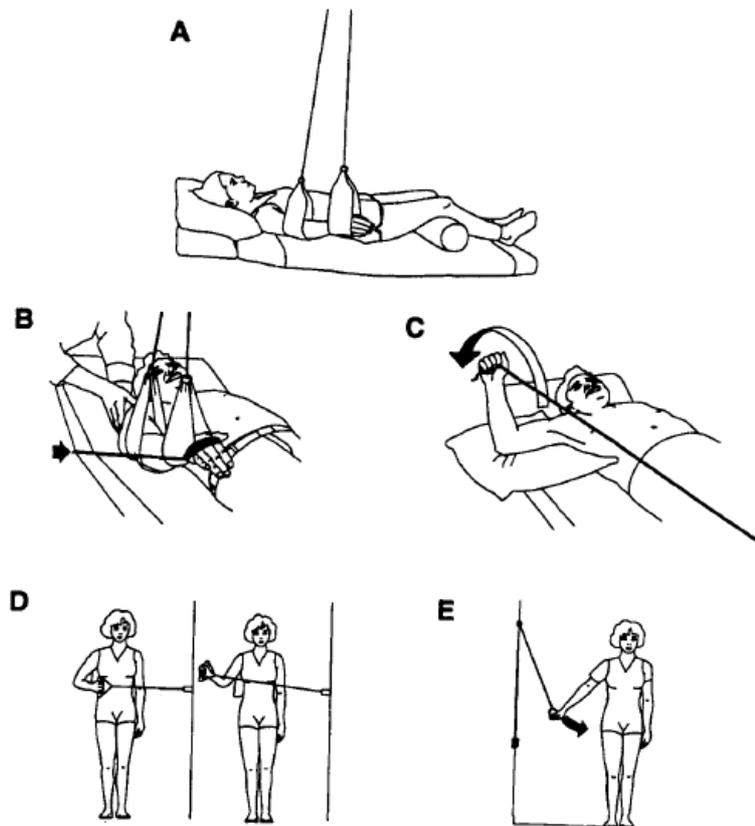
2 sessioni da 45 minuti a settimana per un massimo di 12 settimane. Tecniche manuali e una carrucola per eliminare la forza di gravità ed assicurare il movimento sul piano orizzontale sono stati utilizzati in questa fase. I feedback sono stati dati dal fisioterapista muovendo la testa dell'omero o la scapola. Frequentemente era una questione di deprogrammazione e riattivazione di un programma di movimento che era stato precedentemente immagazzinato. Numerose tecniche sono state utilizzate per riguadagnare il controllo muscolare e ottenere agilità nei movimenti: cocontrazione ventrale e dorsale dell'articolazione glenomeroale e lungo l'asse dell'omero, trazione laterale della testa dell'omero, stretching passivo ed attivo dei muscoli accorciati e allenamento dei muscoli antagonisti. Mentre il paziente cammina, è incoraggiato ad alternare l'oscillazione libera del braccio al riposo con l'aiuto di una cintura. La progressione degli esercizi e le loro immagini sono riportate nello specifico in Figura 1 e Figura 3 e 4.

Gli esercizi con il braccio supportato nella carrucola sono stati creati in differenti posizioni per ottenere un movimento libero dal dolore in ogni direzione (Figura 3A). La modalità di sospensione è stata individualizzata partendo dall'esercizio più comodo e confortante per il paziente. La flessione ed estensione in decubito laterale è stata usata sia per mobilizzare la glenomeroale che per assistere le rotazioni scapolari. L'estensione a gomito esteso da uno stretching ventrale. I movimenti sono stati automatizzati attraverso esercizi giornalieri e prima con supervisione. E' imperativo ottenere la parte iniziale di abduzione e flessione corretta per evitare la migrazione della testa dell'omero. L'inibizione reciproca è stata utilizzata per rilassare gli antagonisti ed ottenere il miglior movimento funzionale. (Figura 3B). All'inizio, la durata dell'allenamento è meno di 1 ora. Ottenuti i progressi di forza e movimento libero dal dolore, sono stati effettuati esercizi di rinforzo con resistenza crescente utilizzando un elastico. (Figura 3B e 3C). Il numero di ripetizioni e la resistenza devono essere aumentate lentamente in rotazione esterna. E' essenziale raggiungere in normale movimento glenomeroale e scapolotoracico prima di iniziare il programma di rinforzo. Per i pazienti che hanno avuto difficoltà ad ottenere un corretto pattern di movimento sul piano verticale, è stato utilizzato uno strumento che dava resistenza direttamente opposta alla gravità (Figura 4). Infine la resistenza è stata aggiunta gradualmente per rinforzare i rotatori di cuffia e gli stabilizzatori scapolari (Figura 3D-E-F).

How	What	Why	How much	Home exercise
Unloaded with sling and guided by Pt's hands	Supine position, arm hung in a sling. Abduction-add.	Reactivating the supraspinatus muscle in abd. Pain reduction	5-15 min – till muscle fatigue	–
Assisted against gravity by elastic cord	Standing side-ways with elastic cord attached to the wall. "Clap your thigh" instead of "lift your arm"	Assisted abduction by the elasticity of the cord for "agility of movement" and correct activity	Don't count – just "let go"!	3×20 once a day
Active movements but assisted against gravity in parts of ROM by Pt's hands	Side-lying sinking of the arm from vertical position. Assisted against gravity in concentric phase	Initiation of eccentric loading of supraspinatus. Scapular control Pain reduction	Successively increased till scapular control is obtained	3×10 when the correct movement can be performed. Once a day
Active movements, full ROM; Concentric and eccentric loading	Side-lying, lifting the arm up and down. Successive overload.	Strength and endurance training. Pain reduction	Slightly over limit of pain. Max 2 kg in lying position	3×15 once a day with gradually increased weight and speed.

Unloaded with elastic cord and guided by pt's hands. The arm on a pillow.	Supine position, external rotation, elastic cord as light resistance for guidance of movement	Activating the infraspinatus muscle to avoid anterior migration of humeral head	Not more resistance than the patient is able to perform 3×50 repetitions	3×30 once a day with gradually increased degree of abduction
Side-lying with pillow under the elbow. Assisted by Pt against gravity in conc. phase	Side-lying external rotation	Initiating eccentric training. Assisted concentric phase	Till the correct neuromuscular activity is obtained including scapular control	–
Side-lying against gravity. Full AROM	External rotation and extension in the thoracic spine	Eccentric loading of infraspinatus and scap.control	Slightly over limit of pain. Max 2 kg	3×15 once a day with gradually increased weight and speed.

Figure 1. The main exercises of the supervised exercise programme.



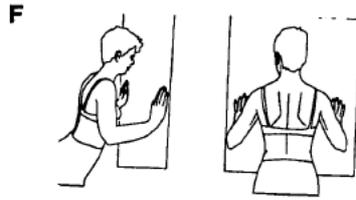


Fig. 3. (A) Abduction–adduction in the supine position is used in relearning of the correct glenohumeral movement. The proximal support is vertical and lateral to the body. With improved cuff function, the support may gradually be moved more axially. (B) Abduction–adduction as in (A). A light elastic cord provides resistance to adduction. The physical therapist controls and assists in movement of the humeral head. (C) Initial training of the rotators in the supine position with the arm slightly elevated and abducted. Resistance not greater than the patient is able to perform (3 × 50 repetitions). The abduction angle is gradually increased. (D) When training the short rotators in a sitting or standing position, a modified neutral position is secured by a pillow in the axilla. (E) A pulley apparatus or elastic cords are used for training in the sagittal as well as the scapular plane. (F) Push ups against wall.

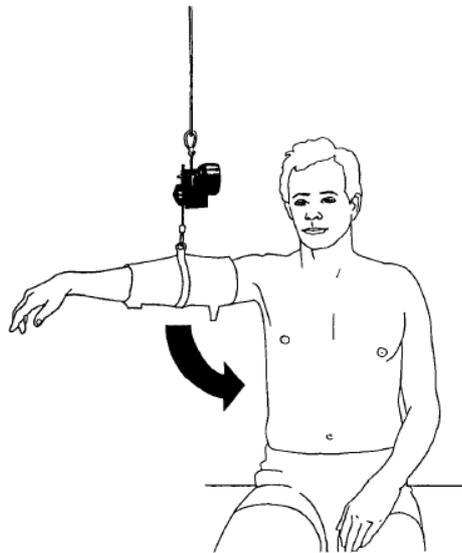


Fig. 4. In the sitting position, a brace secures the straight elbow and an attachment to the instrument which gives resistance to a downward pull and assistance to elevation. The instrument is designed to support tools or the arm in a work context. Suspended from the ceiling, the resistance may vary between 0.9 and 2.6 kg, providing the help required to secure a normal scapulohumeral rhythm.

Info generali e criteri per la progressione:

Nella prima fase l'obiettivo iniziale è quello di scaricare da stress la cuffia dei rotatori e le altre strutture subacromiali. In questa fase sono stati utilizzati: uno specchio per la consapevolezza della postura, tecniche di terapia manuale per il rilassamento muscolare, un elastico per effettuare movimenti ripetitivi rilassanti, esercizi con resistenza manuale per la muscolatura periscapolare con una fionda fissata al soffitto. Nella seconda fase l'obiettivo è l'incremento della forza eccentrica del sovra ed infraspinato generata quando si abbassa il braccio in stazione eretta. Questo programma incorpora il controllo scapolare e la stabilità dinamica della scapola. I partecipanti ricevevano nell'immediato feedback e correzioni dal fisioterapista.

Una volta normalizzato il pattern disfunzionale neuromuscolare, sono stati effettuati esercizi di endurance con graduale aumento della resistenza con i principi della catena cinetica aperta e chiusa e dell'esercizio pliometrico. I partecipanti hanno eseguito un programma di esercizi a domicilio che consiste nella correzione dell'allineamento durante le ADL ed esercizi a basso carico con un elastico per dare assistenza e resistenza ai movimenti.