



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



**Università degli Studi
di Genova**

Facoltà di medicina e Chirurgia

Master in Riabilitazione dei Disturbi Muscoloscheletrici

A.A. 2009/2010

Campus Universitario di Savona

*In collaborazione con Master of Science in Manual Therapy
Vrije Universiteit Brussel*

**L'esercizio pliometrico nell'arto superiore:
revisione della letteratura**



Candidato:

Peano Francesca

Relatore:

Arianna Angaramo

Manolo Migliorini

INDICE

1. ABSTRACT.....	3
2. INTRODUZIONE.....	4
• Razionale del concetto di pliometria;	
• caratteristiche biomeccaniche;	
• meccanismi neurofisiologici;	
• corretto programma di esercizio pliometrico;	
• controindicazioni all'esercizio pliometrico.	
3. MATERIALI e METODI	13
4. RISULTATI.....	14
5. DISCUSSIONE.....	26
6. CONCLUSIONI.....	35
7. BIBLIOGRAFIA.....	37

ABSTRACT

Obiettivi: lo scopo di questa tesi è di approfondire le conoscenze riguardanti l'esercizio pliometrico. S'intende approfondire il ruolo di tale tipologia di esercizio nel training di rinforzo muscolare dedicandosi in modo particolare al suo utilizzo nel rinforzo dell'arto superiore.

Risorse dati: per fare ciò è stata compiuta una ricerca attiva su Internet, utilizzando come database informatici PubMed e Pedro, con l'intento di ricercare in letteratura quegli articoli che trattassero in tutte le sue parti l'argomento sopra descritto.

Metodi di revisione: il metodo di ricerca usato su Pubmed e su Pedro ha portato a ricercare produzioni non solo in lingua inglese e che non fossero troppo datate, pubblicate dal 1977 al 2010.

Parole chiave: sono state utilizzate le seguenti parole chiave:
stretch- shortening cycle, upper limb, plyometric, one repetition.

INTRODUZIONE

L' esercizio pliometrico ,o meglio chiamato ciclo di stiramento-accorciamento, stretch-shortening cycle, è una metodica di allenamento che consente di combinare forza e velocità di contrazione nel muscolo.

Lo scopo di questa tesi è quello di approfondire l'utilità e l'importanza dell'esercizio pliometrico focalizzandosi soprattutto sull'arto superiore e le sue indicazioni.

- ***razionale dell'esercizio pliometrico;***

Il termine pliometrico è relativamente recente anche se il concetto che esprime è nato già nell' Europa dell'est dove era conosciuto e utilizzato come allenamento al salto. Il termine pliometria è stato coniato da un allenatore americano di atletica Fred Wilt nel . Dopo le Olimpiadi del 1972, Valery Borzon, il vincitore della medaglia d'oro nei 100 metri piani, attribuì il suo successo all'esercizio pliometrico.

L'etimologia del termine deriva da *plyo* dal greco aumentare e *metria* che significa misurare; infatti, definisce un movimento potente e rapido che richiede un preallungamento del muscolo e l'attivazione del ciclo stiramento – accorciamento allo scopo di produrre una successiva forza concentrica che garantisce un aumento della potenza muscolare.

Lo scopo di questo tipo di allenamento è d'innalzare la soglia di eccitabilità del sistema nervoso per migliorare le capacità reattive del sistema neuromuscolare e quindi ridurre il tempo necessario per la contrazione eccentrica e concentrica successiva. Questa combinazione tra azione concentrica ed eccentrica permette di incrementare la

performance del muscolo durante la fase finale rispetto a una contrazione concentrica isolata. 2

Questo ciclo di stiramento-accorciamento si trova in tutti i movimenti sia quelli connessi con la pratica di un'attività sportiva sia quelli nell'attività di vita quotidiana.

Per spiegare la fisiologia di questo ciclo si deve far un'introduzione su due fattori importanti:

- I riflessi propriocettivi da stiramento;
- Le proprietà elastiche delle fibre muscolari.

- ***Caratteristiche biomeccaniche: PRINCIPI NEUROFISIOLOGICI ALLA BASE DELL'ESERCIZIO PLIOMETRICO***

Il riflesso miotattico da stiramento

Il riflesso da stiramento permette al muscolo di contrarsi e inibisce il muscolo antagonista dal fare altrettanto. Esempio: il riflesso quadricipitale permette di contrarre il muscolo quadricipite quando il tendine patellare viene colpito dal martelletto: vengono attivati così i recettori sensoriali tendinei che sono sensibili all'allungamento e alla velocità di allungamento del muscolo.

Tale rapidità è dovuto al collegamento diretto tra i recettori sensoriali del muscolo, in particolare gli Organi tendinei del Golgi e i fusi neuromuscolari, le cellule presenti nel midollo osseo e le fibre muscolari responsabili della contrazione.

Il fuso neuromuscolare

Il fuso neuromuscolare è sensibile all'allungamento e le sue fibre sono posizionate in parallelo. Durante i movimenti, il fuso si allunga e si accorcia insieme al muscolo. Di conseguenza, qualsiasi gesto che porti a un allungamento delle fibre muscolari interesserà allo stesso modo anche i fusi, determinando un aumento della frequenza degli impulsi in uscita. Questi segnali vengono immediatamente rielaborati a livello del midollo spinale, causando la contrazione riflessa del muscolo e preservandolo dal danno determinato da un suo eccessivo stiramento. L'entità di questa contrazione muscolare riflessa è tanto più intensa quanto maggiore è la frequenza degli impulsi nervosi (a sua volta direttamente proporzionale al grado di stiramento captato dalle fibre sensitive del fuso neuromuscolare).

L'organo tendineo del Golgi a differenza del fuso, è localizzato all'inserzione tendinea della fibra muscolare e ha un'azione inibente sul muscolo così da diminuirne lo stato di tensione, in quanto si attiva a seguito dell'aumento di tensione.

L'importanza della rapidità del riflesso miotattico è che nel ciclo di stiramento-accorciamento, il muscolo subisce una contrazione più veloce rispetto a qualunque altro tipo di contrazione.

Più è veloce lo stiramento o l'allungamento di un muscolo, maggiore sarà la sua forza concentrica dopo lo stiramento. Il risultato è un movimento più potente, in grado di dominare la forza d'inerzia generata dal peso corporeo dell'atleta.

L'esercizio pliometrico contribuisce al miglioramento del controllo muscolare nell'ambito del sistema nervoso e a desensibilizzare l'organo tendineo del Golgi aumentando il livello d'inibizione. ⁵

L'aumento della produzione di forza che si osserva durante il ciclo di stiramento – accorciamento è dovuto alla combinazione degli effetti mediati dall'accumulo dell'energia elastica e dall'attivazione muscolare riflessa mio tattica.

Le proprietà elastiche del muscolo

Il muscolo è formato da una componente contrattile, una componente elastica in serie e una in parallelo. Quest'ultime sono indispensabili nel procurare stabilità e integrità alle fibre durante l'allungamento. L'energia emanata è l'energia cinetica, massima attraverso la componente elastica in serie nella contrazione concentrica, minima durante la contrazione eccentrica.

L'energia totale è data dalla somma di entrambe. Ecco che associare una contrazione concentrica a una contrazione eccentrica permette un miglior utilizzo di questa energia. Quest'ultima è influenzata dal tempo, dall'entità e dalla velocità dell'allungamento. ³

Anche il tipo di fibra può influenzare l'accumulo di energia elastica: le fibre veloci rispondono a un prestiramento molto veloce ma di piccola entità, quelle lente sfruttano più energia a parità di energia accumulata. ⁴

Quasi tutti gli animali hanno diversi tipi di muscoli per produrre differenti tipi di reazioni. Ci sono tre tipi diversi di fibre muscolari: a contrazione lenta (tipo I), a contrazione rapida A (tipo IIa), e B a contrazione rapida (tipo IIb). Quelle di tipo I vengono reclutate per le attività aerobiche, perciò si contraggono lentamente, ma sono molto resistenti alla fatica.

Le fibre muscolari di tipo IIa hanno sia caratteristiche di resistenza e di potenza e sono reclutate per la lunga attività anaerobica. Le fibre muscolari di tipo IIb si occupano solo per brevi lavori come gli sprint, il salto. Esercitare i muscoli a contrazione rapida per produrre reazioni più rapide, è la base della pliometria.

La coordinazione neuromuscolare

Il controllo neuromuscolare è essenziale nel ripristino di un'attività funzionale corretta che ci permetta una buona esplorazione dello spazio. Il fine è di elaborare gli stimoli neurosensoriali periferici provenienti dalle articolazioni per tradurli in risposte motorie coordinate. L'esercizio pliometrico è in grado di determinare modificazioni a carico del sistema neuromuscolare per permettere al soggetto una migliore capacità di controllo della contrazione muscolare e dei meccanismi sinergici connessi con tale contrazione, grazie al quale è possibile un incremento di forza anche in assenza di modificazioni morfologiche del muscolo. Tali modificazioni a carico del sistema nervoso sono in grado di aumentare le prestazioni fisiche del soggetto.

- ***Meccanismi neurofisiologici***

Il ciclo di prestiramento e accorciamento influenza la risposta sensoriale dei fusi muscolari e organi tendinei del Golgi (GTO). Si ritiene che durante l'esercizio pliometrico, la soglia eccitatoria del GTO sia aumentata, rendendoli meno probabile per inviare segnali al limite di produzione di forza quando al muscolo è aumentata la tensione. Questo facilita la forza di contrazione superiore alla normale forza o esercitare il potere, e quindi una maggiore capacità di formazione.

I fusi muscolari sono coinvolti nel riflesso di stiramento e sono attivati dal rapido allungamento del muscolo così come lunghezza assoluta. Al termine della rapida contrazione eccentrica, il muscolo ha raggiunto una grande lunghezza a un alta velocità. Ciò può causare al fuso muscolare di emanare un potente riflesso, migliorare ulteriormente la potenza della seguente contrazione concentrica.

Le esercitazioni pliometriche si basano sui seguenti principi:

- **Lavoro positivo** - quando il muscolo si contrae per produrre energia cinetica (accelerazione del corpo o di un attrezzo), compie un lavoro positivo;
- **Lavoro negativo** - quando il muscolo in stato di tensione anziché accorciarsi viene stirato da una massa che si sposta e la forza impiegata agisce in direzione opposta allo spostamento di tale massa (per esempio avviene scendendo le scale), si compie un lavoro negativo. 6

Nel lavoro positivo l'energia prodotta dalla contrazione si trasforma in lavoro meccanico e in calore. Nel lavoro negativo, invece, l'energia che si produce si trasforma parte in calore e parte in energia elastica, che può essere immediatamente utilizzata per compiere un successivo lavoro positivo.

Analogamente a una palla che rimbalza, in cui lo spostamento in avanti-alto della stessa è dovuta all'energia elastica accumulata in seguito alla sua deformazione nell'attimo in cui urta contro il suolo, l'energia immagazzinata nella componente elastica (muscoli) e negli elementi elastici in serie (tendini) viene restituita durante la successiva spinta in avanti o in alto.

Durante la fase in cui il muscolo compie un lavoro negativo, avviene un accumulo di energia potenziale di deformazione elastica, la quale dopo il

passaggio dal regime di cedimento a quello di superamento può trasformarsi in energia cinetica.

In fisiologia la distinzione tra lavoro positivo e lavoro negativo è molto importante, dato che la forza che un muscolo può sviluppare è molto differente se lo stesso viene accorciato dalla contrazione o viene preventivamente stirato da un lavoro negativo.

Per lavoro negativo s'intende:

- La velocità della distensione muscolare che risulta relativamente bassa si ha produzione di energia termica (calore);
- La velocità di distensione è relativamente elevata che si ottiene un accumulo di energia elastica che potrà essere restituita quando il muscolo, dopo essere stato stirato, si accorcia nella successiva contrazione;
- La tensione del muscolo che cresce in proporzione alla velocità con la quale viene stirato.

Nell'esempio pratico una palla lasciata cadere sul terreno, l'altezza del rimbalzo dipenderà sia dall'elasticità della sfera, cioè dalla resistenza che oppone la sua superficie alla deformazione nell'urto, sia dalla velocità con cui la sfera colpisce il terreno, cioè dalla sua energia cinetica .

Da tutto ciò risulta che per ottenere un'altezza di rimbalzo ottimale abbiamo bisogno sia di una forte energia cinetica (dipende dall'altezza di caduta) sia di una buona elasticità, dipende dalle proprietà della muscolatura (ponti actomiosinici). Si ricerca, quindi, il giusto rapporto tra la necessità d'incremento della forza e il miglioramento delle capacità elastiche del muscolo.

Nei lanciatori in atletica leggera, per esempio, nei quali l'aumento della massa in rapporto all'incremento della forza (forza assoluta quindi) è una condizione inderogabile per il raggiungimento di elevati risultati, il programma prevede l'aumento prima della forza assoluta e in un secondo tempo dell'elasticità dei gruppi muscolari che dovranno dare il carattere esplosivo al gesto tecnico.

- ***come deve essere un corretto allenamento pliometrico***

Il lavoro pliometrico deve manifestarsi in esercitazioni che tendano a un ottimale e contemporaneo incremento delle capacità di forza e di elasticità.⁶

A tale scopo è necessario:

- effettuare esercitazioni specifiche che imitino la parte fondamentale dell'azione che si vuole migliorare;
- ricercare subito dopo le esercitazioni un rilassamento della muscolatura impegnata, evitando di sottoporla a condizioni di gravità.
- eseguire 5-7 ripetizioni successive con un recupero di 10-15 minuti tra le serie, con azioni tendenti a eliminare qualsiasi residuo di tensione della muscolatura; il numero delle serie sarà determinato dalle possibilità dell'atleta di mantenere elevate capacità di risposta (quindi capacità di lavoro positivo) nella fase di restituzione della forza elastica precedentemente immagazzinata nel lavoro negativo;
- mantenere la muscolatura decontratta prima dell'esecuzione con il particolare accorgimento di contrarla al massimo nell'attimo prima dell'urto (reattività) per l'efficace assorbimento dell'energia cinetica.

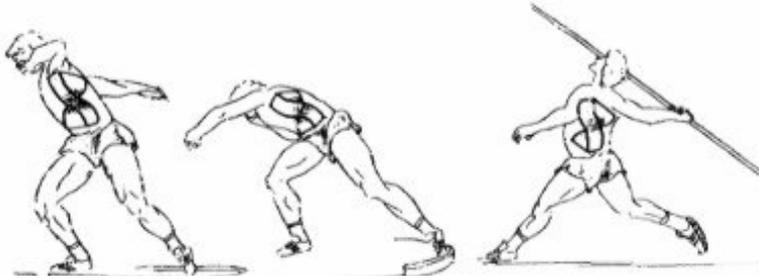


Fig 1: Stato di allungamento (contrazione eccentrica) che anticipa l'azione finale nel disco, nel peso, nel giavellotto e che determina la forza esplosiva come reattivo-balistica

- ***controindicazioni all'esercizio pliometrico:*** ¹³

le controindicazioni riguardano l'infiammazione acuta del muscolo e il dolore muscolare o condizioni post chirurgiche. L'esercizio pliometrico dev'essere affiancato da un programma di allenamento con i pesi. E' indicato per gli atleti agonisti non per gli atleti non agonisti.

E' controindicato per un periodo lungo di allenamento a causa del grande stress provocato durante l'esercizio.

MATERIALI E METODI

Lo scopo di questo studio è quello di indagare nella letteratura l'importanza dell'allenamento pliometrico nel training dell'arto superiore in particolare nel soggetto allenato in sport competitivi che utilizzano il "throwing"(lanciare) e l'"hitting" (colpire).

La ricerca ha incluso database elettronici quali pub Med e Pedro dal 1997 al 2010, usando le seguenti parole chiave: stretch- shortening cycle, upper limb, plyometric, one repetition.

La ricerca della letteratura non è stata limitata alla sola lingua inglese.

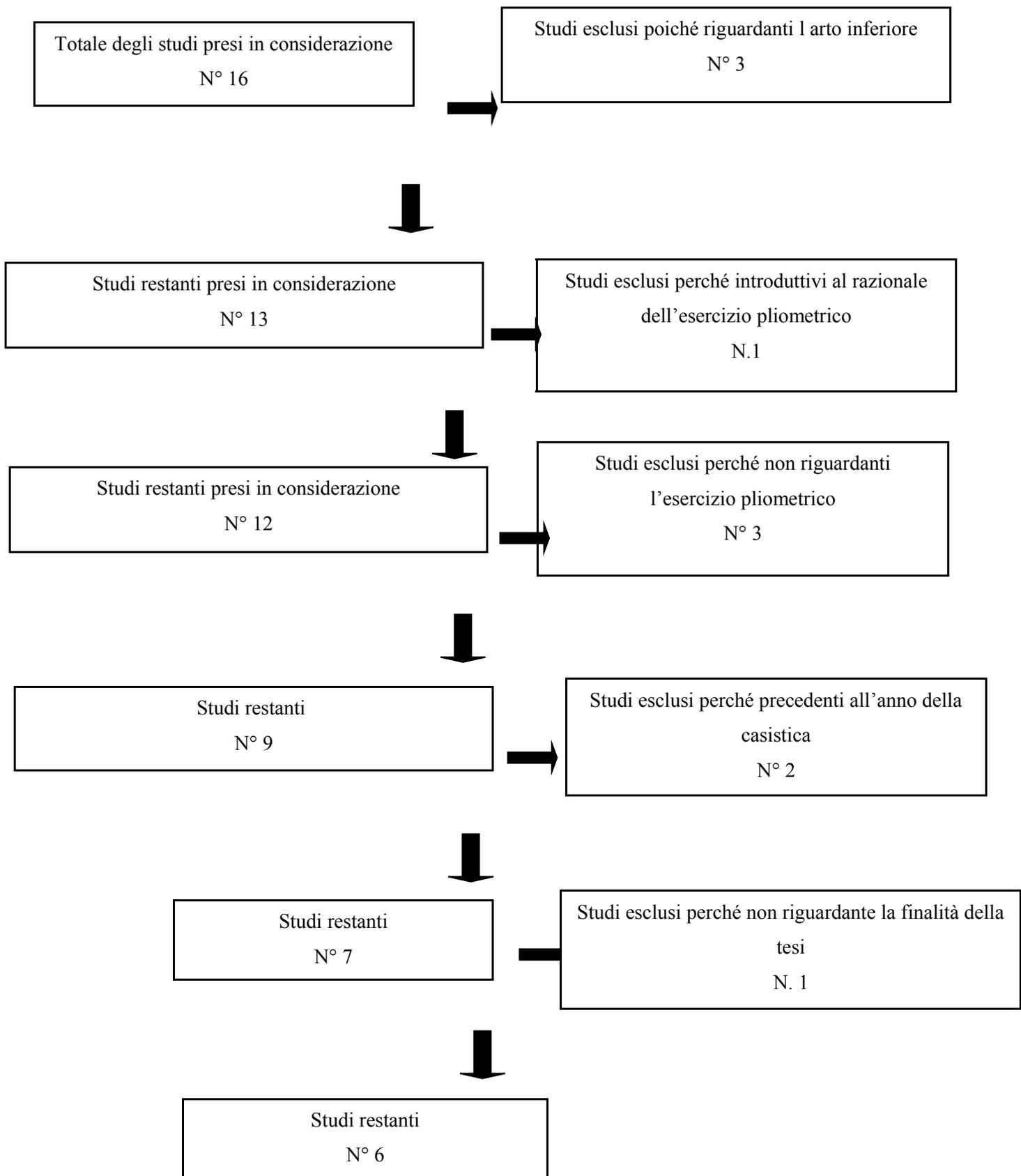
Tra tutti gli articoli trovati, i criteri utilizzati per l'inclusione degli studi sono stati: l'alta qualità degli scritti (Review e RCT), il periodo di tempo degli ultimi 11 anni, campioni di almeno 16 soggetti.

Le ragioni dell'esclusione di alcuni studi, invece, sono state: il fatto che riguardassero l'arto inferiore, riguardassero il rationale dell'esercizio pliometrico, antecedente al periodo d'inclusione.

RISULTATI

Attraverso la ricerca svolta sono stati trovati 16 articoli di cui soltanto 6 sono stati inclusi nella revisione svolta.

Alcuni degli articoli esclusi sono stati utilizzati per focalizzare meglio l'argomento riguardante l'esercizio pliometrico in generale, altri invece non sono stati presi in considerazione perché non attinenti con il lavoro di ricerca intrapreso. Vengono di seguito riportati un diagramma e alcune tabelle per esplicitare i motivi dell'esclusione degli articoli scartati e illustrare le caratteristiche di quelli analizzati nella revisione.



AUTORE - ANNO	MOTIVO DELL'ESCLUSIONE
<p data-bbox="236 300 778 450">1. Load-dependent movement regulation of lateral stretch shortening cycle jumps.</p> <p data-bbox="236 506 778 607">Fleischmann J, Gehring D, Mornieux G, Gollhofer A.</p> <p data-bbox="236 669 724 712">Eur J Appl Physiol. 2010 Sep</p>	<p data-bbox="895 300 1406 342">Perché riguarda l'arto inferiore</p>
<p data-bbox="236 813 778 1021">2. Effects of exhaustive dumbbell exercise after isokinetic eccentric damage: recovery of static and dynamic muscle performance.</p> <p data-bbox="236 1077 778 1178">Sakamoto A, Maruyama T, Naito H, Sinclair PJ.</p> <p data-bbox="236 1240 778 1350">J Strength Cond Res. 2009 Dec;23(9):2467-76</p>	<p data-bbox="895 813 1445 920">Non riguarda l'esercizio pliometrico</p>
<p data-bbox="236 1350 778 1615">3. The contribution of stretch-shortening cycle and arm-swing to vertical jumping performance in children, adolescents, and adult basketball players.</p> <p data-bbox="236 1671 778 1839">Gerodimos V, Zafeiridis A, Perkos S, Dipla K, Manou V, Kellis S.</p> <p data-bbox="236 1901 708 1944">Pediatr Exerc Sci. 2008 Nov</p>	<p data-bbox="895 1350 1289 1393">Riguarda l'arto inferiore</p>

<p>10. The contribution of stretch-shortening cycle and arm-swing to vertical jumping performance in children, adolescents, and adult basketball players. Gerodimos V, Zafeiridis A, Perkos S, Dipla K, Manou V, Kellis S. <i>Pediatr Exerc Sci.</i> 2008 nov</p>	<p>Perché riguarda l'arto inferiore</p>
<p>11. Effects of increased eccentric loading on bench press 1RM.</p> <p>Doan BK, Newton RU, Marsit JL, Triplett-McBride NT, Koziris LP, Fry AC, Kraemer WJ.</p> <p><i>J Strength Cond Res.</i> 2002 Feb</p>	<p>Non riguarda l'argomento richiesto</p>
<p>13. Maximal strength and power characteristics in isometric and dynamic actions of the upper and lower extremities in middle-aged and older men.</p> <p>Izquierdo M, Ibañez J, Gorostiaga E, Garrues M, Zúñiga A, Antón A, Larrión JL, Häkkinen K.</p> <p><i>Acta Physiol Scand.</i> 1999 Sep</p>	<p>Non riguarda l'argomento richiesto</p>
<p>14. Stretch-shortening drills for the</p>	<p>Escluso per esser precedente</p>

<p>upper extremities: theory and clinical application.</p> <p>Wilk KE, Voight ML, Keirns MA, Gambetta V, Andrews JR, Dillman CJ.</p> <p>J Orthop Sports Phys Ther. 1993 May;</p>	<p>alla casistica scelta</p>
<p>15. Fatigue during stretch-shortening cycle exercises: changes in mechanical performance of human skeletal muscle.</p> <p>Gollhofer A, Komi PV, Miyashita M, Aura O.</p> <p>Int J Sports Med. 1987 Apr;</p>	<p>Antecedente alla data scelta della casistica</p>
<p>16. Lateral dominance of stretch-shortening cycle performance in unilateral and bilateral athletes</p> <p>Mirayagughi K. Demura S. del 2008</p>	<p>Non risponde esattamente alla finalità della tesi</p>

Sono stati così inclusi i seguenti 6 articoli perché specifici per questo studio.

<u>titolo</u>	<u>Obiettivi</u>	<u>campione</u>
1)gender difference in ability using the stretch-shortening cycle in the upper extremities di Miyaguchi K. Demura S.2009	Elaborare un indice per valutare l'abilità del ciclo SSC durante la flessione del gomito e esaminare le differenze tra i sessi	33 atleti uomini(29 destrimani 2 sinistri)21 donne(tutte
2)Muscle-contraction proprieties in overarm throwing movement di Grazios AK. Gissis, Sotiropoulos AA.Niolaidis 2006	Identificare il tipo di contrazione nei movimenti di lancio senza carico oltre la testa	24 soggetti divisi in 3 gruppi: - soggetti non allenati; - atleti;
3) <u>RELATIONSHIPS BETWEEN MUSCLE POWER OUTPUT USING THE STRETCH-SHORTENING CYCLE AND ECCENTRIC MAXIMUM STRENGTH</u> di Miyaguchi K.	Esaminare le relazioni tra la produzione di potenza muscolare usando il ciclo stiramento-accorciamento (SSC) e la massima forza sviluppata in contrazione eccentrica durante la flessione del gomito	18 maschi
the stretch shortening cycle of the upper limb and their relationships with a one repetition maximum Bench Press di Kazuyoshi miyaguchi and shinichi Demura 2006	Esaminare le proprietà della potenza del muscolo dell'arto superiore usando SSC e la relazione tra la potenza si uscita con una ripetizione massimale.	16 uomini atleti

<u>metodo</u>	<u>Tipo di misurazione</u>
<p>; Utilizzare un 20% di carico sui flessori del gomito in 2 condizioni: SSC e stato di rilassamento del muscolo[static relaxed muscle (SR)]</p>	<p>Misurazione della potenza muscolare tramite Rotary ENCODER a frequenza 100HZ e 1200 pulses per giro.</p>
<p>1)test: il movimento iniziale era eseguito con una velocità autocontrollata; 2 test: il movimento iniziale era eseguito con la max velocità;</p>	<p>seduti con una fune con una parte fissa e una parte mobile che permette il movimento.</p>
<p>sollevare su un leggero ma costante carico (2 kg) di flessione del gomito nelle seguenti due condizioni preliminari: 1) la condizione statica del muscolo rilassato (condizione SR), e 2) con la SSC;</p>	<p>dinamometro palmare PER LA CONTRAZIONE ECCENTRICA; - L'encoder rotativo:PER IL SSC.</p>
<p>Utilizzare un carico di 40% della contrazione massima dell'arto dominante in tre condizioni: muscolo rilassato(SR) SSC e contrazione isometrica.</p>	<p>Rotary encoder</p>

<i>parametri</i>	<i>risultati</i>
<p>-picco di velocità; - tempo di picco della velocità; - 0,1 velocità al secondo durante la contrazione concentrica; 0,5 sec di potenza iniziale;</p>	<p>- il picco di potenza in entrambe le condizioni mostra valori più alti negli uomini che nelle donne; - la potenza iniziale mostra significativi valori più alti nel SSC e SR</p>
<p>- velocità di inizio movimento; - velocità della fine della contrazione concentrica; - velocità dopo il 50 ms della fase concentrica; - <i>dinamica:</i></p>	<p>Un aumento della velocità del movimento iniziale è correlato con il più alto impulso di decelerazione così come il livello più alto di forza iniziale.;</p>
<p>1) velocità di picco ($\sup \hat{v}$ ms⁻¹), 2) la velocità di 0,1 secondi durante la contrazione concentrica ($\sup ms^{-1} \hat{v}$).</p>	<p>La resistenza massima eccentrica è legato alla potenza di picco con il SSC, ma il contributo della forza massima eccentrica alla potenza iniziale in cui potenziamento SSC è stata cospicuamente osservato può essere bassa.</p>
<p>-picco di velocità; - tempo di picco di velocità; - velocità; - velocità durante la contrazione concentrica; - <i>velocità accumulata partendo a = 70°.</i></p>	<p>In termini di picco di velocità e potenza nel SSC e SR sono stati rilevati maggiori risultati rispetto alla condizione di ISO. Il tempo del picco di velocità del SSC sono significativamente più corte rispetto al SR e ISO</p>

<u><i>titolo</i></u>	<u><i>obiettivi</i></u>	<u><i>campioni</i></u>	<u><i>Metodo</i></u>
6) relationships between stretch shortening cycle performance and maximum muscles strength Di Kazuyoshi Miyagigihu e Shinichi Demutra 2008	Esamina la relazione tra la potenza del muscolo e la massima forza o usando SSC.	16 uomini atleti	Utilizzar un carico di 40% di max contrazione dei flessori del gomito nelle due condizioni: static relaxation e SSC
7) Influence of load and stretch shortening cycle on the kinematics, kinetics and muscle activation that occurs during explosive upper-body movements 1997	1) esaminare la effetto del carico sulla, velocità forza, potenza e dei muscoli attività durante balistici sforzo massimale panca getta. (2) valutare l'influenza del CSD sulla parte superiore del corpo esplosivo prestazioni.	17 uomini	Effettuare un ciclo di SSC su una panca con una sbarra e effettuare una contrazione concentrica con la sbarra a un cm dal petto

<i>Tipo di misurazione</i>	<i>Parametri</i>	<i>risultati</i>
Rotary encoder	<ul style="list-style-type: none"> - picco di velocità; - velocità durante la contrazione concentrica; tempo di picco di velocità; - iniziale potenza; - picco di potenza. 	Tempo di picco di potenza molto ridotto nel SSC e la potenza molto più alta
Elettromiografia muscolatura estensoria e flessoria del gomito	<ul style="list-style-type: none"> - altezza generata, velocità media, forza e potenza; - il picco di velocità, forza e potenza, e la durata del concentrico fase. 	<p>Altezza generata è diminuita con carico crescente in entrambi i tipi di movimento (Tabella 1). Media e massima concentrico la velocità è diminuita con l'aumentare del carico (Fig. 1 e 2).</p> <p>Media e la forza di picco maggiore con l'aumentare del carico (Fig. 1 e 4). Il carico gettato anche avuto un significativo effetto sulla potenza media, con la più alta potenza media output viene prodotto al 30%</p>

DISCUSSIONE

Gli articoli presi in esame sono 6 ed hanno il fine di analizzare il comportamento dei muscoli dell'arto superiore di fronte all'esercizio pliometrico nel movimento di flessione di gomito.

Tutti gli articoli si basano sul confronto dei cambiamenti di parametri di velocità e potenza tra una condizione iniziale del muscolo rilassato rispetto alla condizione di esercizio pliometrico per valutare:

- 1) la differenza presente tra uomini e donne;
- 2) l'abilità dell'esercizio pliometrico;
- 3) le proprietà di potenza del muscolo nell'arto superiore usando SSC;
- 4) le relazioni tra gli SSC e 1RM(massima ripetizione) nella bench press;
- 5) le relazioni tra SSC e la forza massima emanata;
- 6) le relazioni tra SSC e la forza massima eccentrica.

L'esercizio pliometrico è inteso come un ciclo sostenuto da una azione muscolare eccentrica rapida che stimola il riflesso di allungamento e accumula l'energia elastica, e aumenta la forza prodotta durante la successiva azione concentrica. ⁷

L'uso del SSC produce una potenza in uscita del muscolo maggiore in tempi più brevi rispetto alla normale contrazione concentrica.

E' un tipo di allenamento molto utilizzato nello sport: per l'arto inferiore riguarda gesti sport quali il salto, nell'arto superiore riguarda il lancio.

La maggior parte delle attività esplosive comportano una preparazione del movimento che mette i muscoli agonisti in un posizione di allungamento prima della contrazione concentrica: questa performance

antecedente alla fase concentrica influenza così sia la cinematica che la cinetica del movimento così come la velocità e la forza media, il picco di forza, la potenza media e il picco di potenza iniziale più alta in tutti i carichi nel movimento pliometrico.

Gli studi revisionati non sono omogenei infatti sono stati presi in esame sia atleti non allenati, sia allenati senza carico, allenati e inseriti in una squadra, e giocatori di baseball, tennis, volleyball, basketball per gli uomini e giocatori di volleyball, tennis, ginnastica, basket ball per le donne.

Lo studio del 2006 di Grazios Nikolaidis e Gissis e Sotiroulos dimostra come il SSC sia un tipo di allenamento molto importante nello sviluppo della forza nel gesto sportivo (in particolare sul lancio). La forza sviluppata prima della contrazione concentrica è fondamentale per determinare la velocità del lancio. I 24 soggetti scelti sono stati divisi in tre gruppi: non allenati (gruppo 1), allenati con i pesi (gruppo 2), giocatori di palla mano in una squadra (gruppo 3). Nel primo test i soggetti sceglievano la velocità di lancio, nel secondo test dovevano eseguire il gesto alla massima velocità possibile. Nel primo caso si è visto che la contrazione volontaria massimale è impossibile nel tempo ristretto. La velocità e l'impulso sono valori che sono influenzati da un'energia elastica accumulata nella contrazione eccentrica. Questa tabella mostra una chiara differenza di velocità iniziale: del 109% nel 1° gruppo, del 87,2% nel 2° gruppo, del 37,5% nel 3° gruppo. In questo studio la durata della fase di decelerazione ammonta a 212 mmsec nel lancio e 162 mm sec nel secondo. Il valore più basso era $0,318 \text{ m} \times 1/\text{s}$ nel gruppo 1, mentre il valore più alto era nel gruppo 2 ($2,8 \text{ m} \times 1/\text{s}$) la variazione di velocità del movimento iniziale è connesso a una larga variazione dei parametri. Infatti il valore dell'impulso di decelerazione nel

lancio 2 rispetto al lancio 1 aumenta del 86% nel gruppo 1, del 59% nel gruppo 2 e del 42% nel gruppo 3. I più alti valori di decelerazione del movimento iniziale e della forza iniziale di tutti i gruppi è in collegamento con l'aumento dei parametri di velocità a 50 ms(60% nel gruppo , 58% nel gruppo 2 e 62% nel gruppo3) e l'impulso di velocità 50 ms(70% nel gruppo 1, 40,5% nel gruppo 2 e 62, 5 % nel gruppo 3).

Nello studio del 1997 di R. Newton e Aron Murphy si è dimostrato che il picco di forza media sono stati maggiori per il SSC rispetto alla contrazione concentrica così come il picco di potenza di uscita e media erano significativamente più alti per la SSC rispetto alla contrazione concentrica. Sono stati reclutati 17 uomini sottoposti a un weight training che dovevano effettuare lanci con SSC o solo con contrazione concentrica su bench usando carichi al 15%, 30%, 45%, 60%, 75%, 90% and 100%

Lo studio è stato condotto in 2 sessioni in 4 giorni ed effettuavano la prima sessione con one repetition maximum usando SSC. Il secondo test è iniziato con un riscaldamento generale che coinvolge due serie di dieci piegamenti su panca con un carico submassimale del 45% di 1RM, seguiti da 5 minuti di allungamento statico del muscolo pettorale e m. tricipiti.

Durante tutti i tiri ciascun soggetto era sottoposto a valutazione elettromiografica della porzione sternale del gran pettorale, del ventre del capo lungo del tricipite brachiale e del deltoide.

Il picco di velocità concentrica diminuisce con l'aumentare del carico, mentre la forza aumenta con l'aumentare del carico.

Il carico utilizzato ha un significativo effetto sulla potenza media, con la potenza di uscita più alta prodotta al 30% e al 45% . Il picco di potenza

di uscita era massimo al 15% e 30% dei carichi e diminuiva con l'aumento dei carichi. Il tempo del movimento concentrico aumentava con l'aumentare del carico.

Per quanto riguarda le frequenze elettromiografiche non ci sono importanti effetti sul carico generato a livello del deltoide medio, del deltoide (anteriore) e parte media del gran pettorale. Ci sono significativi effetti a livello del gran pettorale superiore e del tricipite medio e anteriore. L'attività elettromiografia dei muscoli aumenta con l'aumentare del carico usato.

La velocità media era più alta nei lanci con SSC rispetto a quelli con CO di tutti i carichi considerati. Non c'è differenza nell'altezza generata dall'esercizio pliometrico rispetto a quello CO in ogni carico. Il picco di velocità prodotto non era significativamente differente tra i due lanci tranne che nel 75% del carico.

Entrambe la media e il picco sia della forza che della potenza era più alta nei lanci con SSC che nel CO.

Per quanto riguarda la fase eccentrica del lancio con SSC, il carico influisce diminuendo il picco di velocità con il suo aumento. La forza media di questa fase aumentava con il carico, così come la forza misurata a 50 ms e 100 ms prima dell'inizio della fase concentrica. Il carico

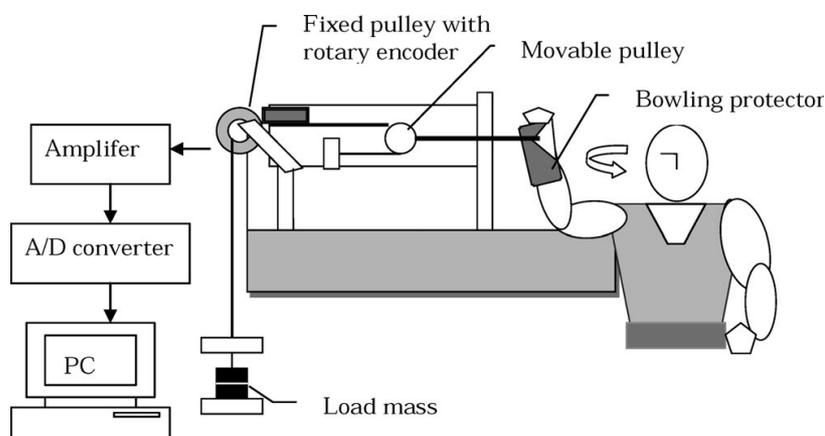
non ha avuto alcun effetto sul picco di attività EMG durante il movimento eccentrico, o l'attività EMG 50 ms o 100 ms prima della fine della fase eccentrica per uno qualsiasi dei muscoli esaminati.

Gli ultimi 4 articoli partono tutti dalle stesse condizioni preliminari di studio: la condizione statica del muscolo rilassato (condizione SR), con la SSC con movimento opposto (condizione SSC).

Con movimento antagonista s'intende il movimento in cui il muscolo si espande in modo opposto immediatamente prima all'inizio dell'allungamento del muscolo agonista.

Nello studio di Demura del 2006 viene considerata anche lo stato di contrazione isometrica.

Partiamo da quest'ultimo nell'analisi. Lo studio prende in considerazione 16 uomini allenati (giocatori di basket, baseball, nuoto, soccer e golf) che dovevano sollevare un carico al 40% della propria contrazione massima con l'arto dominante(erano tutti destrimani) e che venivano misurati da un rotary encoder.

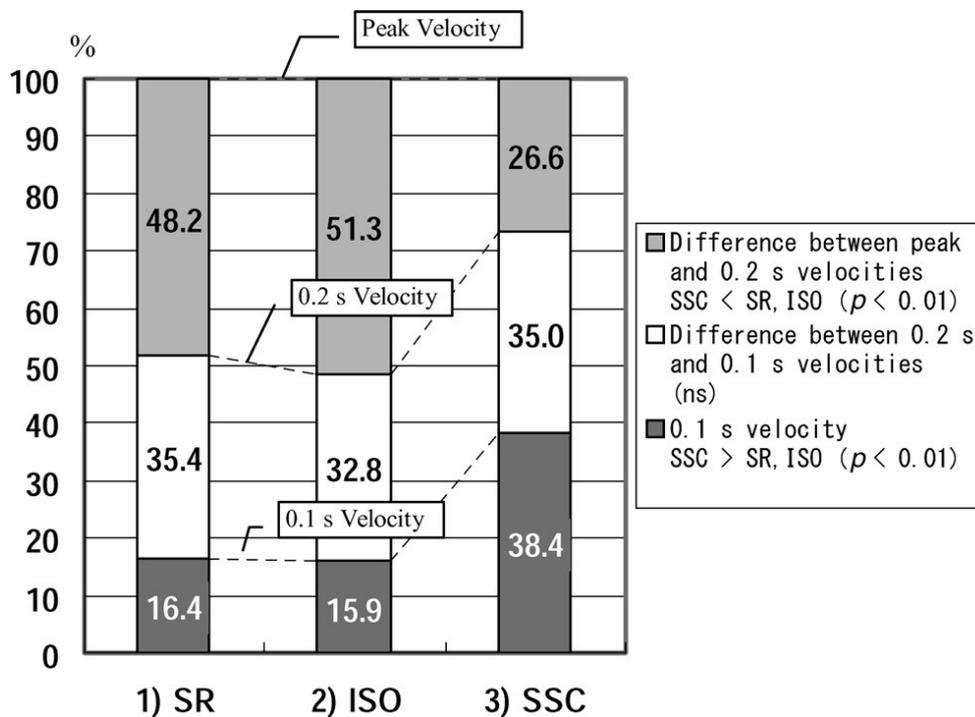


I soggetti dovevano spingere la maniglia tramite la flessione del gomito più velocemente possibile nella direzione opposta alla fune metallica collegata a un carico costante. Il range di movimento della flessione del gomito era tra gli 80° (posizione di partenza) e i 120°.

Nella prima condizione (SR) partivano da una condizione di muscolo rilassato;

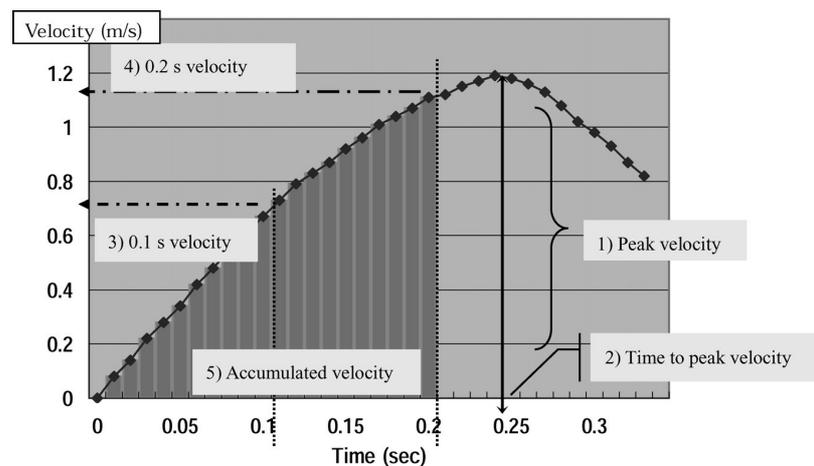
nella seconda (ISO) i soggetti spingevano la maniglia fino a un carico di 40% a 80° di flessione del gomito e poi tenevano la contrazione isometrica per 3 secondi; nell'ultima (SSC) effettuavano un movimento contrario alla direzione del movimento.

Ci sono molte differenze significative tra le tre condizioni in tutti i parametri di potenza. (SCC, SR, ISO).



Il picco di potenza e di velocità era più alte nel SR e nel SSC rispetto alla condizione ISO e il picco di velocità era più basso che nel SR e ISO. Mentre i valori di velocità della contrazione iniziale a 0.1 e 0.2 secondi erano più alti nel SSC rispetto al SR e ISO condizioni.

La velocità iniziale di contrazione muscolare dimostra correlazione con la 1RM ma non con la massima contrazione volontaria: quindi i parametri di questa velocità, valutando il tasso di forza sviluppata, sono più vicini in 1Rm rispetto alla massima velocità volontaria durante la



flessione del gomito.

Lo studio di Miyaguchi e S. Demura del 2008 ha studiato 18 giovani uomini (destrimani) atleti nelle seguenti discipline: basket, calcio, tennis. I soggetti dovevano compiere un movimento posizionandosi sul rotary encoder in una posizione iniziale di flessione di gomito a 80°. I soggetti spingevano la maniglia solo con la contrazione concentrica più velocemente possibile da una posizione di riposo (SR condition) e poi dovevano effettuare un movimento volontario nella direzione opposta nell'arco di movimento tra gli 80° e 120°(SSC).

La forza eccentrica è stata invece misurata con un dinamometro isocinetico.

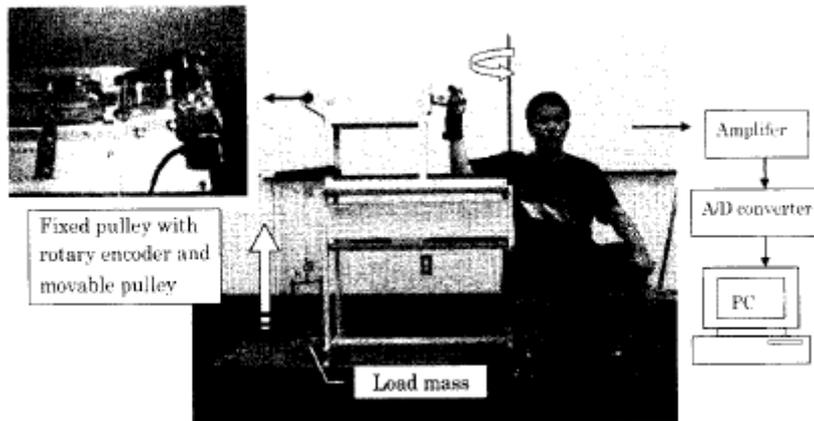
Lo studio ha dimostrato che la condizione di SSC ha mostrato valori significativamente più elevati rispetto alla condizione di SR nella velocità di 0,1 secondi, ma non in velocità di punta. Per quanto riguarda i rapporti

tra la massima resistenza eccentrica e ogni parametro, la potenza di picco ha mostrato una correlazione significativa ed elevata nella condizione di SSC, ma non nella condizione di SR e il contributo della forza eccentrica per la potenza muscolare in uscita utilizzando la SSC non è così grande nel movimento del muscolo antagonista, ma potrebbe essere importante per la frenata.

I soggetti che hanno utilizzato una riabilitazione con esercizio eccentrico hanno riportato dolori muscolari in quanto è presente una più alta potenza di uscita rispetto a quella esercitata dalla contrazione concentrica e isometrica. La loro correlazione però può significare che la forza emanata dalla contrazione eccentrica può rinforzare il training isometrico e il picco di forza iniziale nell'esercizio pliometrico.

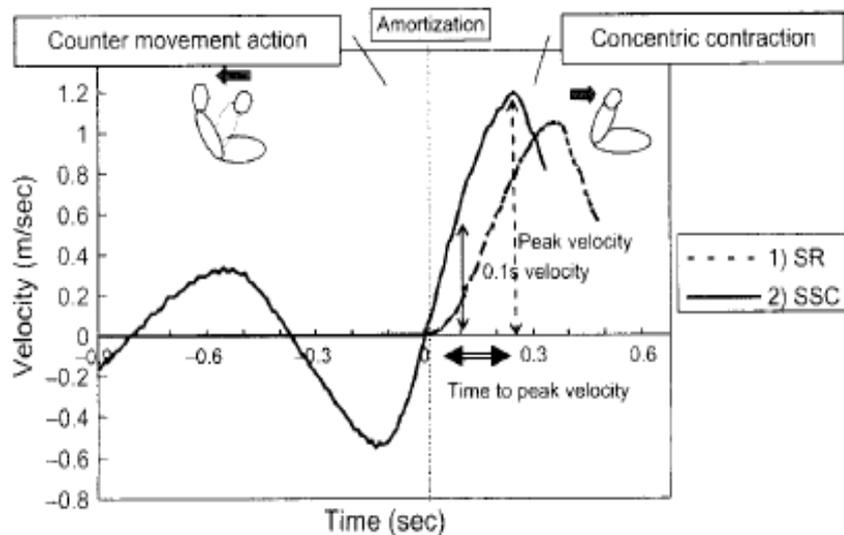
Nello studio di Kazuyoshi Miyaguchi e Shinichi Demura del 2009 sono stati reclutati 33 uomini atleti di basket, tennis, baseball, volleyball, (di cui 29 erano destrimani) e 21 donne atlete destrimane (di volleyball, tennis, basketball, gymnastic).

I soggetti dovevano spingere la maniglia del rotary encoder nella condizione di SR, stato del muscolo rilassato dalla posizione di 80° di flessione del gomito ed effettuare il movimento con una contrazione concentrica e nella condizione di SSR, dove partendo dalla condizione di 80° di flessione del gomito spingevano la maniglia effettuando un "countermovement" fino a 110°.

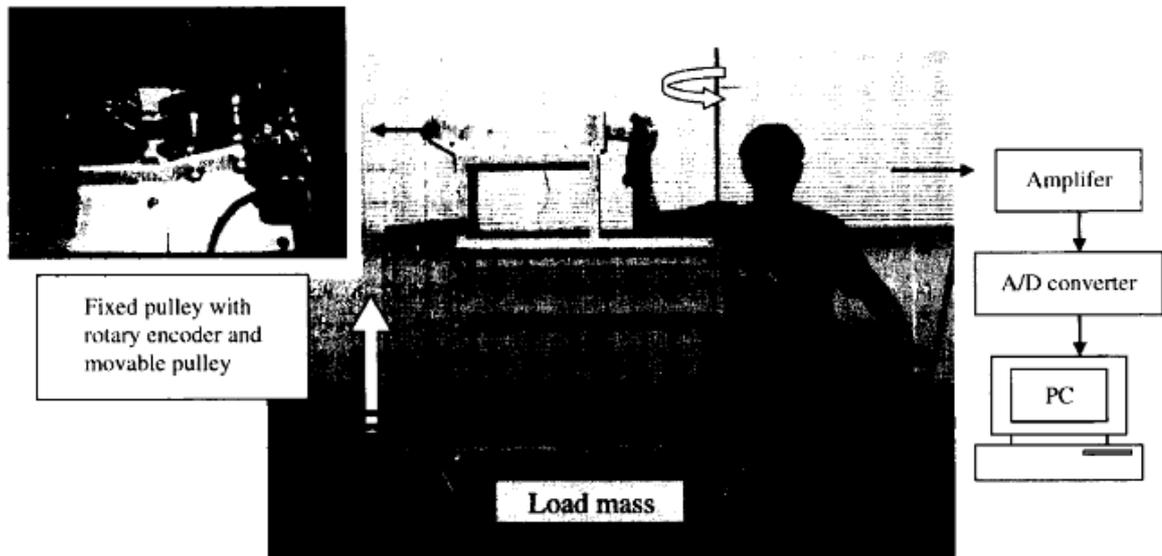


Questo studio ha dimostrato come il picco di potenza è più basso nel SR (la Potenza iniziale è più alta) e maggiore negli uomini rispetto alle donne. Per quanto riguarda il tempo di potenza le donne hanno valori più alti nel SR rispetto agli uomini ma non per quanto riguarda il SSC. In 0,1 secondi la velocità dalla condizione di SR nelle donne mostrava valori più alti nelle donne rispetto agli uomini ma non nella condizione di SSC. Il tempo della potenza della velocità mostrava valori più alti nelle donne rispetto agli uomini nel SR ma non nel SSC. Per quanto riguarda l'indice di SSC negli uomini e nelle donne, gli uomini mostravano valori più significativi e più alti.

La cosa fondamentale in questo studio è stato dimostrare come l'elasticità tendinea presente nelle donne sia importante per quanto riguarda la velocità e nella fase eccentrica dovuto anche alla maggior presenza di fibre I nelle donne rispetto agli uomini. La dominante presenza di fibre I nelle donne e la maggior inibizione del sistema nervoso determina la differenza rispetto agli uomini nella forza del muscolo.



Nello studio di Kazuyoshi Myragughi e Shihichi Demura del 2008 sono stati reclutati 16 atleti di baseball, basketball, nuoto, atletica e calcio tutti destrimani. I soggetti dovevano spingere la maniglia del rotary encoder il più velocemente possibile nella direzione opposta alla fune metallica che era collegata a un carico costante sia partendo da una condizione di riposo (SR) sia nella condizione di SSC. La forza massima sviluppata è stata misurata con 1 Rm bench press e con dinamometro isocinetico. Il dinamometro misura il peak torque nella flessione del gomito a tre diverse velocità di angolazione 69 sec^{-1} 180 sec^{-1} 300 sec^{-1} .



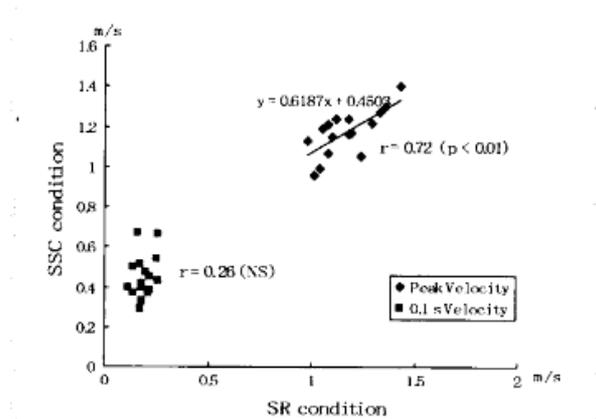
Questo studio dimostra che non ci sono particolari differenze durante tra SSC e SR per quanto riguarda il picco di velocità e picco di potenza. Il tempo per il picco di velocità del SSC era significativamente più corto che nel SR.

La figura mostra la relazione tra 0,1 s di velocità tra il SR e SSC e la relazione tra i picchi di velocità nelle 2 condizioni.

TABLE 1. Physical characteristics of the subjects and results of maximum strength test.

	Age (yrs)	Height (m)	Weight (kg)	MVC (N)	Isokinetic FLEXION (ft lbs)			1 RM BP (kg)
					60 deg/s	180 deg/s	300 deg/s	
Mean	21.40	1.74	70.50	98.43	24.63	22.88	19.69	85.47
SD	0.90	0.05	7.87	20.69	3.93	3.36	3.75	15.90
Range	18-23	1.61-1.81	61-86	73.53-137.25	19-33	17-29	15-27	60-115

La seguente figura mostra correlazioni tra 0,1 s velocità e 0,1 s potenza e valori di forza muscolare variabili in entrambi le condizioni. A 0,1 s di potenza nel SSC condizione vi è un'alta correlazione con 1RM Bench Press e moderata correlazione con la forza isocinetica.



CONCLUSIONE

Nella fase di ricerca del materiale si sono incontrate difficoltà nel reperire materiale specifico ed inerente all'argomento che possedesse anche una evidenza scientifica, in quanto la maggior parte degli studi che sono stati effettuati si focalizzano sull'esercizio pliometrico a livello dell'arto inferiore.

Un'ulteriore difficoltà nello sviluppare la revisione degli studi considerati è stata dovuta al fatto che la maggior parte dei lavori avesse un campione ridotto e soggetti con alta eterogeneità (più o meno allenati, praticanti differenti attività sportive con relativi gesti tecnici, differenti preparazioni atletiche).

A causa dei pochi studi effettuati, non c'è una così forte evidenza scientifica riguardo alle potenzialità dell'allenamento pliometrico dell'arto superiore nel migliorare la performance sportiva. Un ulteriore limite è dato dal fatto che la maggior parte degli studi siano stati incentrati sull'attività dei muscoli che intervengono nella flessione del gomito, tralasciando un'indagine specifica sui gruppi muscolari che agiscono a livello della spalla e che potrebbero modificare i programmi di allenamento specifici per determinati sport al fine di migliorare la prestazione sportiva degli atleti. Sarebbe così utile approfondire in dettaglio tutti i gesti atletici dell'arto superiore nelle varie discipline e il loro allenamento tramite il stretch-shortening cycle.

KEY-POINTS

- Pochi lavori innovativi e recenti;tutti clinical trial non randomizzati;
- Individuati importanti strumenti per la misurazione della forza muscolare:
 - rotary encoder;
 - dinamometro palmare;
 - elettromiografia di superficie.
- Necessità di lavori che migliorino la visione globale dell'arto superiore.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Wilt fred. "pliometric what it is and how it works". Athletic journal 1975.
- 2) KOmi: "stretch-shortening cycle: a power model to study normal and fatigued muscle " 2006
- 3) Enoka r.m."Neuromechanical basis of kinesiology " 1989
- 4) Bosco, C.J. TIHANYIA AND KOMI "Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles" 1990.
- 5) Bosco komi "Potentiation of mechanical behaviour of the human skeletal muscle through prestretching" 1979;
- 6) Edo Patregnani "Allenamento e prestazione sportiva" Edizioni Edi Ermes 1990;
- 7) Kazuyoshi Miyaguchi and Shinichi Demura "Muscle Power Output Properties Using the Stretch-shortening Cycle of the Upper Limb and Their Relationships with a One-Repetition Maximum Bench Press" 2006;
- 8) Kazuyoshi Miyagighu e Shinichi Demutra "Relationship between stretch shortening cycle performance and maximum muscles strength" 2008.
- 9) Miyagughi K. Demura S. "Gender difference in ability using the stretch-shortening cycle in the upper extremities" 2009;
- 10) Grazios AK. Gissis, Sotiropoulos AA.Niolaidis "Muscle-contraction properties in overarm throwing movement" 2006;
- 11) Miyagughi K. Demura S "relationships between muscle power output using the stretch-shortening cycle and eccentric maximum stretch "2008;
- 12) Mirayagughi K. Demura S. "Lateral dominance of stretch-shortening cycle performance in unilateral and bilateral athletes"2008;

13) Kevin E. Wilk, M. Voight "Stretch-shortening drills for the upper Extremities: theory and application" 1993;

14) Robert U. Newton á Aron J. Murphy á Brendan J. Humphries Greg J. Wilson á William J. Kraemer á Keijo Häkkinen "Influence of load and stretch shortening cycle on the kinematics, kinetics and muscle activation that occurs during explosive upper body movement" 1997.