

Principi e adattamenti dell'allenamento della forza: dalle molecole al movimento

Convegno Internazionale

Sabato 19 ottobre 2013
Aula Magna, ore 8.30-13.15
Largo A. Gemelli, 1 - Milano

Informazioni:
Dipartimento di Pedagogia
Università Cattolica del Sacro Cuore
Largo Gemelli 1 - 20123 Milano
Tel. 02 7234 2209 - Fax 02 7234 2402
email: di.pedagogia@unicatt.it
sito internet: <http://di.pedagogia@unicatt.it>



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Per ulteriori approfondimenti vedere slide

ALCUNI CONCETTI EMERSI

Marco NARICI: ADATTAMENTI NEUROMUSCOLARI ALL'ALLENAMENTO DELLA FORZA

- Con il 75% del carico massimo (1RM) si ottiene la massima sintesi proteica nei giovani (Kumar 2009)

Age-related differences in the dose-response relationship of muscle protein synthesis to resistance exercise in young and old men

Vinod Kumar¹, Anna Selby¹, Debbie Rankin¹, Rekha Patel¹, Philip Atherton¹, Wulf Hildebrandt¹, John Williams², Kenneth Smith¹, Olivier Seynnes³, Natalie Hiscock⁴ and Michael J. Rennie¹

¹University of Nottingham, School of Graduate Entry Medicine and Health, Derby DE22 3DT, UK

²Anaesthetic Department, Derby Hospitals NHS Foundation Trust, Derby DE22 3DT, UK

³IRM, Manchester Metropolitan University, Manchester M1 5GD, UK

⁴Unilever Discover R & D, Colworth Science Park, Sharnbrook MK44 1LQ, UK

We investigated how myofibrillar protein synthesis (MPS) and muscle anabolic signalling were affected by resistance exercise at 20–90% of 1 repetition maximum (1 RM) in two groups (25 each) of post-absorptive, healthy, young (24 ± 6 years) and old (70 ± 5 years) men with identical body mass indices (24 ± 2 kg m⁻²). We hypothesized that, in response to exercise, anabolic signalling

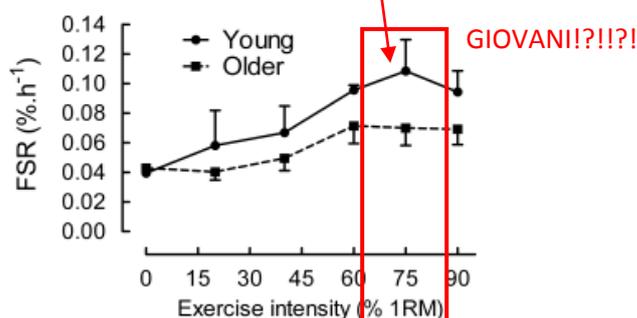


Figure 2. Dose-response relationship of myofibrillar protein synthesis (FSR, fractional synthetic rate, % h⁻¹) measured at 1–2 h post-exercise for 5 young men and 5 older men at each intensity

The responses of the young men overall were greater than those of the older men ($P < 0.04$). The responses between 60 and 90% of 1 RM in young and old were indistinguishable from each other but those in the young were together significantly higher than in the older men ($P < 0.01$) for 15 subjects in each group

- IL MUSCOLO HA MEMORIA (Bruusgaard 2010): quando ci alleniamo le cellule satelliti donano un mio-nucleo alle fibre (per consentire la fase anabolica e quindi l'ipertrofia). Quando finiamo di allenarci questo stimolo (memoria muscolare) rimane attivo per circa 3 mesi nonostante si riduca il volume muscolare. Questo aspetto potrebbe essere importante da considerare per il recupero degli infortuni (sfruttare attivazioni pregresse per ridurre i tempi di recupero) (l'ultima frase sottolineata è una mia considerazione Fabrizio Borri)

Myonuclei acquired by overload exercise hypertrophy and are not lost on detraining

J. C. Bruusgaard, I. B. Johansen, I. M. Egner, Z. A. Rana, and K. Gundersen¹

Department of Molecular Biosciences, University of Oslo, 0371 Oslo, Norway

Edited by Gerald D. Fischbach, The Simons Foundation, New York, NY, and approved July 16, 2010 (received for review

Effects of previous strength training can be long-lived, even after prolonged subsequent inactivity, and retraining is facilitated by a previous training episode. Traditionally, such "muscle memory" has been attributed to neural factors in the absence of any identified local memory mechanism in the muscle tissue. We have used *in vivo* imaging techniques to study live myonuclei belonging to distinct muscle fibers and observe that new myonuclei are added before any major increase in size during overload. The old and newly acquired nuclei are retained during severe atrophy caused by subsequent denervation lasting for a considerable period of the animal's lifespan. The myonuclei seem to be protected from the high apoptotic activity found in inactive muscle tissue. A hypertrophy episode leading to a lasting elevated number of myonuclei retarded disuse atrophy, and the nuclei could serve as a cell biological substrate for such memory. Because the ability to create myonuclei is impaired in the elderly, individuals may benefit from strength training at an early age, and because anabolic steroids facilitate more myonuclei, nuclear permanency may also have implications for exclusion periods after a doping offense.

nuclei newly recruited by overload subsequent denervation. This last myonuclei might provide a substrate muscle cells.

Results

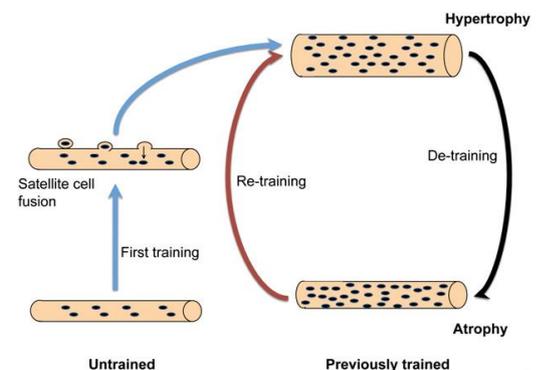
Newly Acquired Myonuclei Precede Hypertrophy in EDL Muscles
 We visualized their major synergist (day 1) fibers were visualized in the intact nuclei and the cross-sectional area (CSA) increased 35% over the 21-day period. CSA increased 35% to 150 μm^2 , whereas the number of nuclei per millimeter of fiber length (Fig. 1A) to rise after 6 days and seemed to precede the rise in CSA, which v

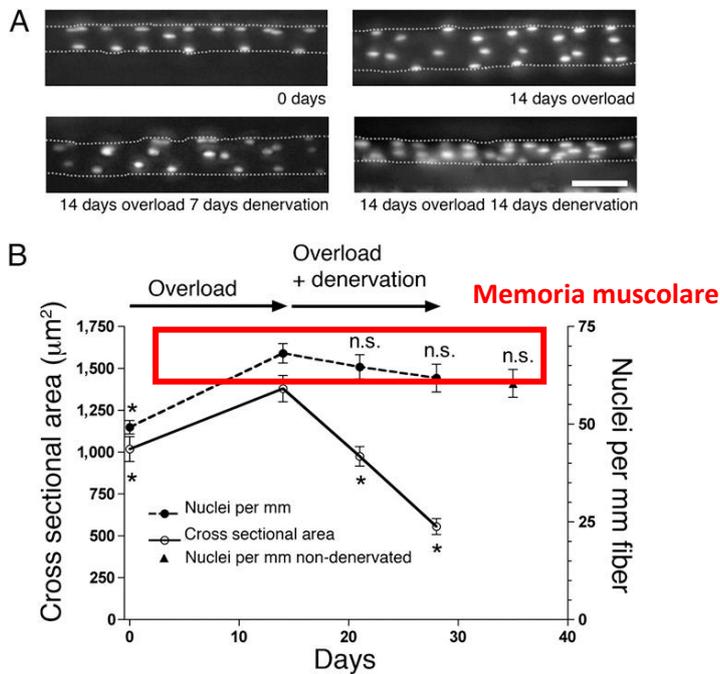
INTACT MUSCLE FIBERS.

Materials and Methods

Animal Experiments. Female Naval Medical Research Institute (NMRI) mice weighing 20–30 g were used, except for the experiments reported in Fig. 5, in which male Wistar rats weighing 270–370 g were used. The animal experiments were approved by the Norwegian Animal Research Authority and were conducted in accordance with the Norwegian Animal Welfare Act of December 20, 1975. The Norwegian Animal Research Authority provided governance to ensure that facilities and experiments were in accordance with the Animal Welfare Act; National Regulations of January 15, 1996; and European Convention for the Protection of Vertebrate Animals, Use for Experimental and Other Scientific Purposes, of March 18, 1986.

Inhalation gas anesthesia with 2% (vol/vol) isoflurane in air was used for all nonterminal experiments. For terminal experiments, i.p. injections of Equithesin (42.5 mg/mL chloral hydrate and 9.7 mg/mL pentobarbitone; Ullevål Sykehus) at a rate of 5 $\mu\text{L/g}$ body weight were used. All imaging and surgery were performed under deep anesthesia. The depth of anesthesia was checked regularly by pinching the metatarsus region of the limb, and additional doses were given if necessary.

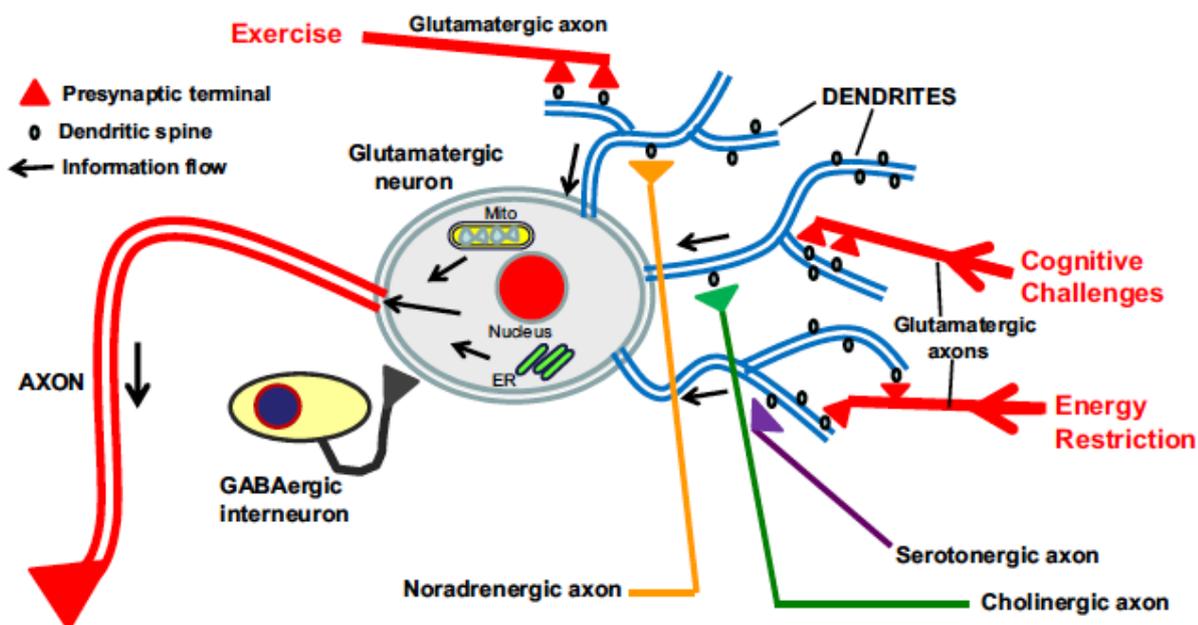




Effect of denervation on overloaded muscles studied in vivo. (A) Micrographs of fibers after overload and subsequent denervation. Nuclei are labeled with fluorescent oligonucleotides. Illustrations represent merged stacks of images from different focal planes. (Scale bar: 50 μm .) (B) Quantification of nuclei per millimeter of fiber length and CSA of single fibers after denervation of hypertrophied muscle. Each data point represents the mean \pm SEM ($n=23-35$ fibers from six to eight animals). Muscles were synergistablated and not denervated for 35 days (\blacktriangle). *Statistical significance difference ($P < 0.05$). n.s., Nonsignificant difference from 14 days of overload.

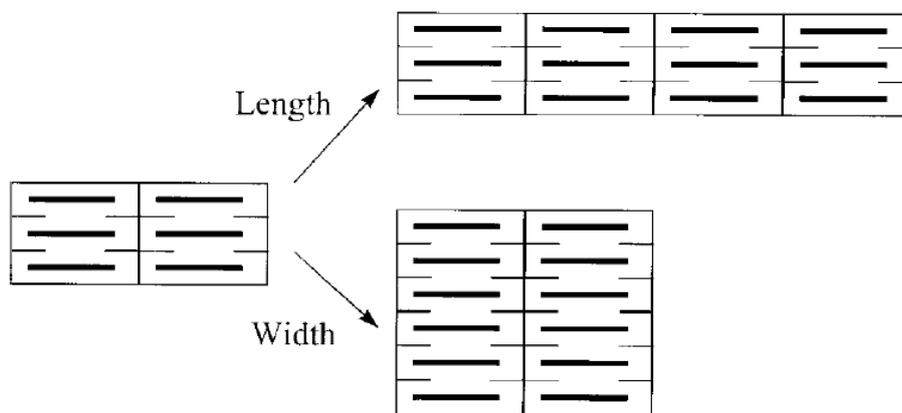
- Il muscolo durante esercizi di forza produce NEUROTROFINA che assume un ruolo importante nel mantenimento della struttura e della plasticità neuronale.
- L'allenamento determina il rilascio di una proteina che stimola l'ipertrofia (IRISINA). L'Irisina viene prodotta sia dal muscolo che dal cervello. L'allenamento fisico quindi allena anche il cervello (aspetto cognitivo e memoria); questo è interessante soprattutto nell'allenamento per gli anziani.

- i neuroni possono essere stimolati da: ALLENAMENTO IN SE' – COGNITIVO(CERVELLO-
RESTRIZIONE CALORICA___ si attivano le stesse vie neuronali.



Exercise increases Ca^{2+} influx which then activates signaling pathways that: **1)** induce the expression of genes involved in synaptic plasticity and cell survival, including those encoding neurotrophic factors, protein chaperones, and antioxidant enzymes; **2)** modify mitochondrial energy metabolism and free radical generation; and **3)** trigger Ca^{2+} release from the endoplasmic reticulum (ER).
Mattson, *Cell* 2012

- NON AVVIENE L'IPERPLASIA NELL'UOMO--- SI TRATTA SEMPRE DI IPERTROFIA (aumento del volume delle fibre).
- ALLENAMENTO DELLA FORZA: la lunghezza delle fibre muscolari aumenta dopo 10 giorni di allenamento di forza quindi l'aumento della massa muscolare e della forza non può essere solamente attribuito all' aumento dei sarcomeri in parallelo, ma anche dall'AUMENTO DEI SARCOMERI IN SERIE!!!!



Russel B et al. J.Appl. Physiol. (2000) 88:1127–1132

- Cosa determina l'aumento dei sarcomeri in serie??? Con l'allenamento aumenta il volume del tendine, il volume del muscolo (anche l'aumento in serie deve essere considerato come un aumento di volume) e migliora la stiffness.
- Anche l'anziano mantiene la capacità di ipertrofizzare, ovviamente con tempi di adattamento (aumento volume) e recupero più lunghi.

Martino Franchi: OVERVIEW DI EFFETTI DI ALLENAMENTO ECCENTRICO VS CONCENTRICO

- IPERTROFIA, perché ipertrofia con cellule satelliti?--- perché se con l'ipertrofia aumenta il volume delle fibre allo stesso tempo si deve mantenere un certo rapporto tra NUMERO DI NUCLEI E VOLUME DELLA FIBRA, se aumenta il volume della fibra (ipertrofia) per mantenere il rapporto costante devono aumentare anche i nuclei e questo avviene grazie alle cellule satelliti che "donano" un mionucleo alla fibra.
- Se aumenta l'angolo di pennazione aumentano i sarcomeri in parallelo e quindi aumenta la forza e diminuisce la velocità di contrazione
- Durante la contrazione eccentrica la forza espressa è superiore rispetto alla contrazione concentrica. L'attività elettrica (EMG) è però inferiore rispetto alla contrazione concentrica. Questo perché nella contrazione eccentrica abbiamo un effetto inibitorio (protezione per il muscolo), questo effetto comunque si riduce con l'allenamento

(adattamento)—quindi un soggetto allenato rispetto a un soggetto non allenato durante una contrazione eccentrica mostra una maggior attività EMG

- Cambiamenti strutturali che si verificano nel muscolo dopo allenamento concentrico o eccentrico: 1) con l'allenamento concentrico l'angolo di pennazione aumenta e il muscolo si accorcia. 2) nell'allenamento eccentrico le fibre si allungano e l'angolo di pennazione non cambia..... approfondendo: cosa accade al muscolo vasto laterale dopo 10 settimane di lavoro (3 volte a settimana di 3x8-10 rip alla pressa)?.. un gruppo ha eseguito il protocollo in concentrico (in relazione alla max contraz.concentrica) e un secondo gruppo ha eseguito lo stesso protocollo in eccentrico (in relazione alla max contrazione eccentrica).

RISULTATI:

in entrambe i gruppi CON\ECC aumenta il volume senza differenze

aumenta la forza (MCV) IN ENTRAMBE I GRUPPI

per quanto riguarda il rimodellamento dell'architettura muscolare il LAVORO

CONCENTRICO DETERMINA UN AUMENTO DELL'ANGOLO DI PENNAZIONE, IL LAVORO

ECCENTRICO DETERMINA UN AUMENTO DELLA LUNGHEZZA DELLE FIBRE

Da questo emerge che l'ipertrofia è determinata da due fattori 1) AUMENTO DELL'ANGOLO DI PENNAZIONE (sarcomeri in parallelo e quindi lavoro concentrico) 2) IL MUSCOLO PUO' IPERTROFIZZARE GRAZIE ALL'AUMENTO DEI SARCOMERI IN SERIE (lavoro eccentrico)

La Tecnologia YoYo™ **Fondamenti ed applicazioni**

Introduzione

Dalla fine degli anni '80, il crescente interesse per i viaggi spaziali di lunga durata ha posto il problema della salute degli astronauti. In assenza di gravità il loro sistema muscoloscheletrico, non più chiamato a sorreggere il peso del tronco, subisce una marcata atrofia muscolare (perdita di massa e forza) ed una diminuzione della densità minerale ossea.

Per questo motivo le Agenzie Spaziali Americana (NASA) ed Europea (ESA) hanno iniziato a cercare una soluzione al problema dell'allenamento degli astronauti nello spazio. La soluzione è giunta dagli studi di Per Tesch ed Hans Berg, due ricercatori presso il prestigioso Karolinska Institutet di Stoccolma, che ogni anno assegna il premio Nobel in Medicina e Fisiologia.

Utilizzando un volano messo in rotazione da un cinghia, Tesch e Berg hanno realizzato una macchina per l'allenamento resistivo che funziona indipendentemente dalla forza di gravità. Questa tecnologia, anche nota come *isoinerziale*, è stata brevettata col nome *YoYo Inertial Technology™* per la somiglianza con l'omonimo giocattolo. In letteratura scientifica i dispositivi YoYo™ sono anche indicati come *flywheel exercise devices*. Il sistema (Fig. 1) funziona come segue:

- durante la fase *concentrica* (CON) dell'esercizio, il muscolo viene contratto con la massima forza possibile tirando una cinghia (o una corda) arrotolata sull'asse del volano, mettendolo in rotazione ad alta velocità. La cinghia ha una lunghezza tale da essere completamente svolta alla fine del movimento.
- per via della propria inerzia, il volano continua a ruotare riavvolgendo la cinghia nel senso opposto, tirando a sé l'arto ed iniziando la successiva fase *eccentrica* (ECC). Dopo una blanda resistenza iniziale, il soggetto inizia a frenare tirando la cinghia fino a completo arresto del volano.

Ricominciando a tirare si inizia la successiva ripetizione, e così via per tutta la durata dell'esercizio. È possibile variare l'inerzia montando un numero maggiore o minore di volani.

L'efficacia della tecnologia isoinerziale è stata provata da numerosi studi di laboratori indipendenti e più di 150 pubblicazioni su riviste scientifiche internazionali. La sua applicazione è stata estesa con successo al settore dello sport, dove viene utilizzata per l'allenamento e la prevenzione degli infortuni in atleti e squadre di élite. Poiché atrofia muscolare e decalcificazione ossea sono effetti osservabili anche in pazienti costretti all'immobilità per trauma, malattia o età, l'impiego della tecnologia YoYo™ può essere esteso anche alla riabilitazione ed alla medicina geriatrica.

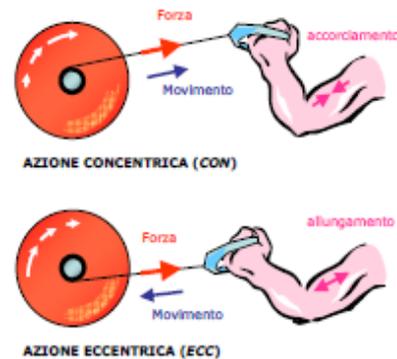


Figura 1: Principio di funzionamento di una macchina YoYo™

Resistenza variabile ed illimitata

Una delle differenze principali rispetto agli esercizi convenzionali (macchine a pesi, bilancieri o manubri) è che, mentre con i pesi la resistenza è costante ed equivale al carico impostato (esercizio isotonic), nei dispositivi YoYo™ la resistenza è variabile ed è in ogni istante proporzionale alla forza sviluppata: maggiore è la forza, maggiore sarà l'accelerazione con la quale il volano reagisce (esercizio isoinerziale).

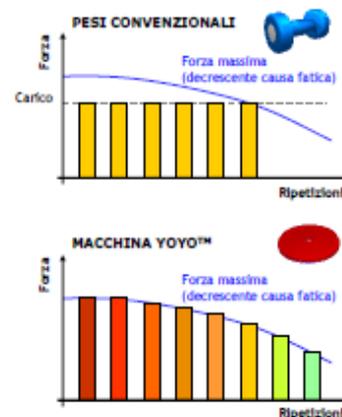


Figura 2: Il concetto di resistenza variabile

Il concetto è illustrato in Fig. 2. Con i pesi, l'esercizio termina quando la forza massima che si riesce a sviluppare scende, a causa della fatica, sotto al carico impostato. Ne consegue che tutte le ripetizioni, tranne l'ultima, sono per definizione sub-massimali. Viceversa,

in un dispositivo YoYo™ ogni ripetizione è sempre svolta alla massima forza che l'atleta riesce a produrre, pur se questa decresce con la fatica. Ne consegue che la "dose" di allenamento (lavoro) per un dato numero di ripetizioni è superiore che con i pesi. Inoltre, non esistendo una soglia di carico minima, è possibile proseguire l'esercizio fino ad esaurimento.

Per via del carico costante, le macchine a pesi richiedono inoltre speciali camme per compensare le variazioni del braccio di leva del muscolo lungo l'escursione articolare. Tali camme, studiate per un'antropomorfia "media" possono essere non ottimali per atleti con statura fuori standard o con deficit a particolari angoli articolari, per esempio in seguito a lesioni. Grazie alla resistenza variabile, i dispositivi YoYo™ si adattano invece in maniera ottimale alla forza che l'atleta riesce a sviluppare in ciascun istante ed a ciascun angolo articolare.

Inoltre, mentre in un esercizio tradizionale la scelta del carico è critica nel determinare il numero di ripetizioni per serie, in un dispositivo YoYo™ è possibile usare la stessa inerzia per un'ampissima gamma di utilizzo, sia a forze bassissime che molto intense. Peculiarità unica delle macchine isoinerziali, l'inerzia stabilisce piuttosto la velocità alla quale l'esercizio è svolto. In altre parole, ciascuna ripetizione è sempre massimale, e l'inerzia determina esclusivamente la velocità di esecuzione: minore è l'inerzia, maggiore sarà l'accelerazione e decelerazione del volano, la velocità di esecuzione e la conseguente "esplosività" del gesto atletico.

Per ultimo l'esercizio isoinerziale, essendo a forza variabile, è molto più simile al normale funzionamento del muscolo che non un esercizio a forza costante. Nello sport, per esempio, la grande maggioranza dei gesti riguarda l'accelerazione e la decelerazione a forza elevata di una massa inerziale (per esempio una palla o una parte stessa del corpo). Una macchina YoYo™ ricrea la stessa modalità di funzionamento, trasformando l'accelerazione di una massa inerziale rotante (il volano) in un gesto mono- o multiarticolare.

Il sovraccarico eccentrico

Per azione eccentrica si intende lo sviluppo di forza per contrastare lo stiramento del muscolo provocato da fattori esterni (come nel gioco del "braccio di ferro"), in contrapposizione all'azione concentrica (sviluppo di forza durante accorciamento del muscolo).

Le azioni eccentriche producono una forza maggiore a parità di attivazione neurale, hanno un minore costo metabolico ed espongono il muscolo a maggiori rischi di lesione che quelle concentriche. Sforzi eccentrici non controllati, soprattutto se ad alta velocità (per es. bruschi cambi di direzione in condizioni di instabilità posturale), risultano spesso in danno muscolare e conseguente perdita di forza e dolore.

Per questi motivi l'allenamento eccentrico consistente nell'espore il muscolo, in condizioni controllate, a carichi eccentrici elevati, è attualmente riconosciuto come il più efficace metodo di prevenzione delle lesioni. Esso ha inoltre dimostrato di promuovere un maggiore miglioramento delle caratteristiche contrattili del muscolo (incremento della forza muscolare e sintesi di proteina miofibrillare). Sono stati anche riportati risultati incoraggianti nell'uso dell'allenamento eccentrico per la cura di tendinopatie achillee e patellari.

Data la maggiore efficienza muscolare in tale fase, la modalità più efficace per promuovere allenamento eccentrico è lo sviluppo del cosiddetto sovraccarico eccentrico, ovvero la generazione di forza e potenza di picco eccentrica superiore a quella concentrica.

Durante esercizi convenzionali tuttavia, la fase eccentrica è sottosviluppata. In tali esercizi (Fig. 3 a sin.), lo sforzo prodotto viene trasformato in energia potenziale gravitazionale (sollevamento del peso), successivamente dissipata durante la fase di abbassamento. L'area sottesa alla curva della potenza rappresenta l'energia trasformata, ed è pertanto uguale per la fase concentrica ed eccentrica. Poiché la fase eccentrica ha una durata maggiore (velocità minore) di quella concentrica, la potenza eccentrica è inferiore.

In esercizi YoYo™ (Fig. 3 a ds.), lo sforzo si traduce invece in energia cinetica rotazionale del volano, successivamente dissipata durante la fase eccentrica. Non essendoci fenomeni di attrito, anche qui l'energia (l'area sottesa alla curva della potenza) è uguale per le fasi concentrica ed eccentrica. In questo caso è però possibile ritardare la fase di frenata, lasciando inizialmente riavvolgere la cinghia senza opporre sforzo. Ne risulta un tempo minore per dissipare l'energia cinetica del volano e una conseguente potenza (= energia / tempo) eccentrica maggiore. Più lungo è il ritardo nella frenata, maggiore sarà il sovraccarico eccentrico prodotto.

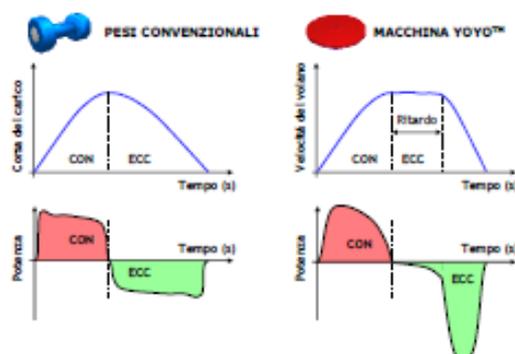


Figura 3: Generazione del sovraccarico eccentrico

La Fig. 4 mostra la risposta fisiologica in una singola ripetizione, durante un esercizio con macchina a pesi tradizionali (*leg extension*) comparata con l'equivalente di tipo YoYo™, a parità di condizioni. Si può osservare come la forza nell'esercizio tradizionale,

sostanzialmente costante e pari al carico impostato (le lievi fluttuazioni sono dovute alle forze inerziali di accelerazione e decelerazione del carico), sia decisamente inferiore a quella nella macchina YoYo™. La potenza eccentrica è inoltre minore nella macchina convenzionale. Il grafico in basso infine, mostrante l'attività elettrica muscolare (EMG) nei quadricipiti, evidenzia una molto più marcata attivazione muscolare eccentrica nella macchina YoYo™ che in quella tradizionale.

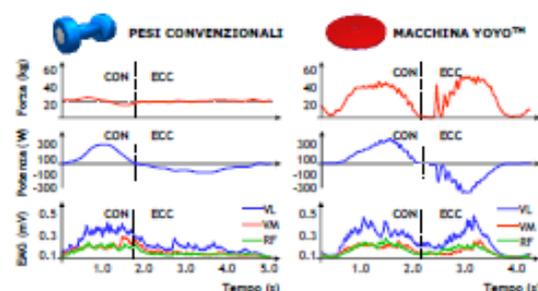


Figura 4: Risposta fisiologica durante una singola ripetizione in un esercizio con pesi tradizionali e con macchine YoYo™

Studi ed applicazioni pratiche

In Fig. 5 sono mostrati i risultati di uno studio comparativo di 5 settimane, consistente in 14 sessioni di allenamento unilaterale degli estensori del ginocchio. Per lo studio sono stati selezionati 16 soggetti, la metà dei quali si è allenata su una *leg extension* tradizionale e l'altra metà su una macchina YoYo™. Forza massima e volume muscolare (misurato mediante risonanza magnetica) sono stati comparati prima e dopo l'allenamento. Sebbene l'incremento di volume muscolare sia stato osservato in entrambe le macchine (~3% con pesi e 6% con macchina YoYo™), l'incremento della forza massima è stato significativo solo per il gruppo YoYo™.

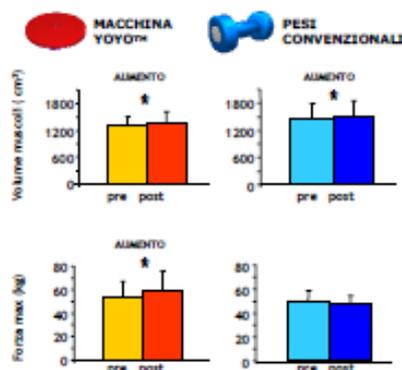


Figura 5: Confronto fra allenamento con pesi tradizionali e su macchine YoYo™

Allo scopo di valutare l'efficacia dello YoYo™ come mezzo di prevenzione dell'atrofia muscolare, sono stati condotti diversi studi finanziati dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA). In uno di questi, i soggetti sono stati costretti a letto (*bed rest*) per 90 giorni, per indurre un'atrofia muscolare simile a quella osservata in durante permanenza nello spazio. Metà dei soggetti è stata inoltre sottoposta ad un regime di allenamento consistente in alternativamente 2 e 3 sessioni alla settimana di 4 x 7 ripetizioni su una *leg press* YoYo™ opportunamente equipaggiata.

Nonostante nei 90 giorni la durata totale netta degli esercizi sia stata di soli 30-40 min, ciò è stato sufficiente per prevenire il calo di massa muscolare (Fig. 6), della forza isometrica e della forza esplosiva concentrica ed eccentrica.

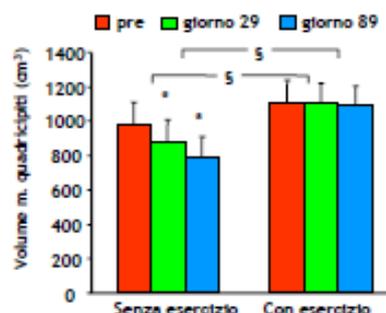


Figura 6: Effetto dell'atrofia indotta sul volume muscolare e compensazione mediante utilizzo di macchine YoYo™

Altrettanto interessanti sono i risultati di una ricerca condotta su 30 giocatori di calcio professionisti provenienti da due squadre della lega Svedese di serie A. I giocatori sono stati divisi in due gruppi, ai quali è stato somministrato un identico regime di allenamento. In aggiunta, durante la pre-stagione, metà di essi hanno effettuato sedute di allenamento eccentrico preventivo per i muscoli ischiocrurali con una macchina YoYo™. Al termine della stagione, su un totale di 13 infortunati (Fig. 7), quelli appartenenti al gruppo sottoposto ad allenamento eccentrico aggiuntivo hanno riportato un numero di lesioni tre volte inferiore (3 infortunati contro 10). Tale gruppo ha inoltre riportato un incremento significativo della forza massima e delle prestazioni su un test di velocità massima in 30 minuti.

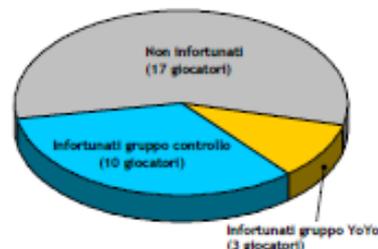


Figura 7: Riduzione delle lesioni dei muscoli ischioocrurali (flessori della ossola) in giocatori di calcio professionisti sottoposti ad allenamento eccentrico preventivo

Monitoraggio della prestazione

Il parametro fisiologico che maggiormente caratterizza una prestazione non è la forza massima, né il massimo peso sollevabile, bensì la potenza. Espressa in Watts (W), si calcola come:

Potenza (W) = Forza (N) x Velocità (m/s) oppure

Potenza (W) = Energia (J) / Tempo (s)

e rappresenta l'energia che si riesce a sviluppare nell'unità di tempo; per esempio, l'energia cinetica (e quindi la velocità) che si riesce ad imprimere ad un pallone nel tempo di un calcio.

In un esercizio con i pesi, la potenza prodotta può variare largamente a seconda della velocità a cui viene eseguito. Ancora più drastica è la variabilità in un esercizio con macchine YoYo™, data la peculiarità della resistenza variabile. Ciò rende necessario poter valutare oggettivamente la prestazione misurando la potenza prodotta. Questa esigenza è, a maggior ragione, ancor più critica per somministrare un allenamento eccentrico in condizioni controllate.

Per queste esigenze, l'azienda partner SmartCoach Europe ha sviluppato il sistema SmartCoach, costituito da:

- un misuratore di potenza (Power Encoder)
- il software SmartCoach

Il misuratore di potenza si connette ad un sensore installato sulla macchina YoYo™ misurando la potenza prodotta durante l'esercizio. Inoltre, è dotato di un sensore di velocità (encoder a filo) che ne permette l'uso anche con tradizionali bilancieri, pesi liberi o macchine a pesi. La potenza misurata è trasmessa ad un computer mediante un'interfaccia USB.

Il software, caratterizzato da un'interfaccia di semplice utilizzo, permette di:

- creare un calendario con gli esercizi pianificati, scegliendo da una libreria di più di 85 esercizi; per ognuno di essi è possibile specificare il numero di serie, le ripetizioni, l'inerzia (o il carico per esercizi tradizionali), il tempo di riposo e così via
- allenarsi con un *feedback* in tempo reale sulla potenza sviluppata. È possibile impostare un valore di potenza da raggiungere (per esempio, un predeterminato incremento rispetto alla prestazione raggiunta nella precedente sessione di allenamento); il sistema inoltre contegna le ripetizioni mancanti alla fine della serie, il numero di serie effettuate, ed il tempo di riposo fra di esse
- valutare i risultati immediatamente dopo l'allenamento, su grafici di semplice lettura che mostrano i progressi di: potenza concentrica ed eccentrica, lavoro, carico (o inerzia) e ritmo di esecuzione.

È inoltre disponibile una innovativa funzione che permette di allenare atleti in remoto, inviando loro il calendario degli esercizi e valutando la prestazione a

distanza, sfruttando una connessione ad Internet. Alcune schermate del software sono mostrate in Fig. 8.



Figura 8: il software SmartCoach: in alto, piano di allenamento con gli esercizi della giornata; al centro, funzione di feedback che misura la potenza in tempo reale rispetto ad una soglia prefissata; in basso, schemata di valutazioni dei progressi che mostra l'incremento di potenza, lavoro ed altri parametri lungo la stagione di allenamento

Come detto, infine, una delle caratteristiche peculiari delle macchine YoYo™ è quella di poter fornire un sovraccarico eccentrico più o meno accentuato a seconda che la fase di frenata sia più o meno ritardata (quanto più si ritarda la frenata verso la fine della fase eccentrica, tanto maggiore sarà la potenza eccentrica di picco rispetto a quella concentrica nella stessa ripetizione).

Per poter trarre il massimo vantaggio da questo stimolo è però necessario che il sovraccarico eccentrico sia monitorizzato, in modo da risultare adeguato ma non eccessivo con conseguenti rischi a carico muscolare e tendineo.

A questo proposito, SmartCoach incorpora una modalità di *feedback* particolare in cui, anziché impostare un valore assoluto di potenza obbiettivo, si può impostare un valore di sovraccarico eccentrico (Fig. 9). Ad esempio, un sovraccarico del 30% ± 10% significa che, per ciascuna ripetizione, la potenza di picco eccentrica debba essere fra il 20 ed il 40% più alta di quella concentrica della stessa ripetizione. Il *feedback* viene indicato disegnando la barra della potenza eccentrica in blu (sovraccarico insufficiente), verde (sovraccarico nei limiti prescritti) o rosso (sovraccarico eccessivo).

Grazie a questa intuitiva modalità d'uso, l'atleta apprende velocemente come utilizzare correttamente una macchina YoYo™ senza correre il rischio di sollecitazioni eccessive. Il preparatore atletico può così prescrivere programmi di allenamento con sovraccarico progressivamente crescente di settimana in settimana.



Figura 9: feedback in modalità di sovraccarico eccentrico di SmartCoach: anziché stabilire un valore assoluto di potenza obbiettivo, si seleziona il sovraccarico eccentrico desiderato, ovvero la percentuale di potenza eccentrica eccedente quella concentrica in ciascuna ripetizione. Durante l'esercizio, la potenza (di picco) concentrica è disegnata in giallo, mentre quella eccentrica è indicata in blu, verde o rosso a seconda che il sovraccarico (in valori percentuali) sia insufficiente, adeguato o eccessivo rispetto all'obbiettivo impostato

Presto sarà inoltre disponibile un sistema integrato con display a colori (*SmartCoach computer*), da montare direttamente sulla macchina e che non richiederà l'uso di un computer esterno. Gli atleti accederanno al proprio programma di allenamento mediante una carta o uno speciale braccialetto radio. Sarà possibile collegare diverse macchine in rete fra di loro, gestendo la distribuzione degli esercizi, la raccolta e l'analisi dei dati da un unico computer centrale, creando così una palestra completamente automatizzata.

Linea di macchine YoYo™

Le seguenti macchine YoYo™ sono disponibili:

- YoYo™ Leg Curl (Fig. 10)
- YoYo™ Mini (Fig. 11); macchina portatile a cavo configurabile per svariati esercizi fra cui squat verticale, tirate al mento, vogatore; grazie all'impiego del cavo permette inoltre di eseguire esercizi su qualunque piano
- YoYo™ Multigym (Fig. 12); configurabile per svariati esercizi fra cui pressa, vogatore, calf press, ecc
- YoYo™ Squat (Fig. 13); permette di effettuare esercizi di squat verticale e laterale (unipodalici)
- YoYo™ Leg Press
- YoYo™ Leg Extension
- YoYo™ Row

Inoltre, a breve sarà disponibile una macchina YoYo multifunzione convertibile in un vogatore aerobico, che permetterà di eseguire sia esercizi di resistenza che aerobici su una singola macchina.



Figura 10: YoYo™ Leg Curl



Figura 11: YoYo™ Mini

Con la tecnologia ISOINERZIALE abbiamo una maggior distribuzione del carico tra schiena, ginocchia, caviglia, rispetto al bilanciare.

Forte componente preventiva eccentrica... parte posteriore della coscia

Studi dimostrano una maggior attività elettromiografica rispetto al bilanciare

Non è il carico che decide l'intensità nello yo-yo ma la velocità con cui mi muovo (velocità di srotolamento)

Vantaggio della gradualità e degli angoli di lavoro: rispetto ai pesi (carico "massimo" da subito, con lo yo-yo possiamo aumentare il carico (velocità di srotolamento) gradualmente e con l'instaurarsi della fatica le ripetizioni sono comunque massimali rispetto ai pesi liberi (la fase eccentrica è pari e contraria alla fase concentrica) se tiro 10 devo tenere 10, se tiro 5 mi restituisce 5. In questo modo riesco a salvaguardare le articolazioni e gli angoli di lavoro sono abbastanza modulabili.

È molto importante un approccio didattico all'attrezzo (inerzia e velocità basse)

Doms: nelle prime 3 settimane ci sono DOMS (non elevati) che comunque si riducono con il tempo (ADATTAMENTO)

Questo attrezzo ha un'ottima valenza preventiva soprattutto negli sport con frenate e ripartenze importanti come ad esempio nel calcio e nello sci

Anche la VERSA PULLEY sfrutta la tecnologia isoinerziale, l'intensità di lavoro è più bassa ma permette di lavorare su più piani. "La yo-yo ha un effetto metabolico la versapulley ha un effetto funzionale":

LATTATO DOPO 50" DI YO-YO: livelli di lattato molto elevati

Quello che conta nell'esercizio eccentrico è sapere a che intensità sto lavorando rispetto alla massima contrazione eccentrica (non rispetto alla massima contrazione concentrica) nonostante tutto questo è importante ricordare che non bisogna pensare solo ad allenare il muscolo in modo isolato, E' IMPORTANTE CONSIDERARE IL MOVIMENTO (il cervello programma il movimento non il muscolo isolato).