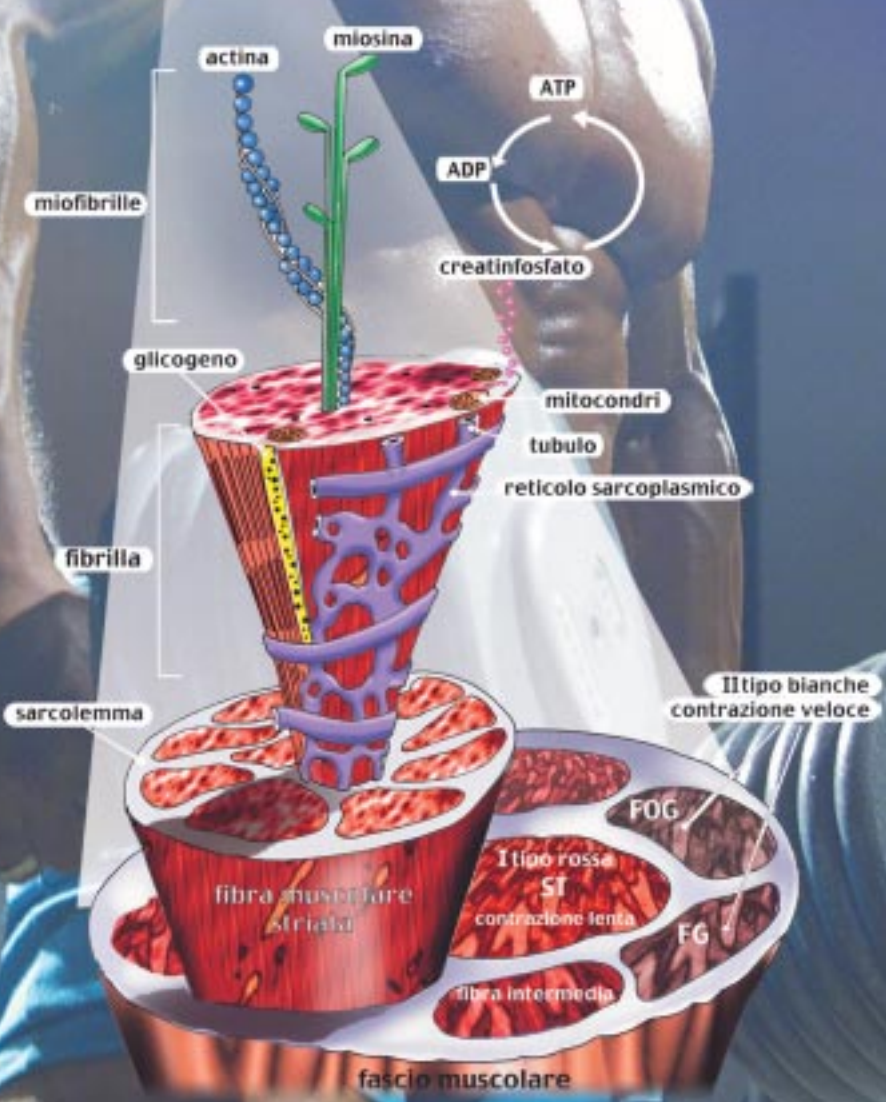


PROPRIETÀ DELLE



Derik Farnsworth Foto di Michael Neveux

UNITÀ MOTORIE E TIPI DI FIBRE

Ipotesi sulla prescrizione degli esercizi

di Gus Karageorgos
PARTE 2

Proprietà del reclutamento delle UM

Nel corso di contrazioni muscolari volontarie graduate, le UM sono reclutate in modo da aumentare di dimensione, aumentare la forza di contrazione, e diminuire la resistenza alla fatica. Quindi, le fibre più piccole, meno forti, resistenti alla fatica, sono state, di solito, reclutate prima delle fibre più grandi, più forti, affaticabili, a prescindere dalla velocità di contrazione (principio della misura di Henneman). Inoltre, "tutte le UM sono reclutate a livelli di forza successivamente più bassi, se le contrazioni sono eseguite a velocità sempre più grandi. (Infatti) ...durante le contrazioni più veloci nei movimenti di test, la soglia di reclutamento (diventa) così bassa per tutte le unità, incluse quelle più grandi, che il gruppo (è) virtualmente simultaneamente attivato"²². Tuttavia, la forza di soglia del reclutamento delle fibre di tutte le UM, diminuisce in presenza di contrazioni sempre più veloci (cioè in rapide contrazioni di fase, oppure balistiche), lo stesso schema di reclutamento generale delle fibre (dalle più piccole alle più grandi) è mantenuto. In alcuni rari casi, tuttavia, se il movimento è portato con sufficiente velocità e la conduzione avviene lungo un assone piuttosto lungo (diciamo circa un metro) anche se i motoneuroni più piccoli vengono reclutati prima, ci sarà "un'apparente" inversione nell'ordine di reclutamento delle fibre, per la minore velocità di conduzione dei motoneuroni più piccoli con una soglia più bassa.²²

Sappiamo anche che soggetti molto motivati sono abbastanza capaci di raggiungere una contrazione piena, volontaria e massimale (CVM), poiché è stato dimostrato che le stimolazioni elettriche supermassimali sovrimposte su una CVM non incrementano la tensione muscolare^{5, 6, 15}. Quindi, quando si usa un'alta % della massima tensione muscolare (come è probabile che accada in molti protocolli d'allenamento per la forza), si arriverà ad un punto in ogni serie (e spesso abbastanza presto nella serie) dove si avranno effettivamente reclutate tutte le UM disponibili per quel particolare movimento nell'esercizio. Successivamente, ogni aumento ulteriore della forza sarà generato dall'incremento della cadenza d'intervento (vale a dire la modulazione dell'impulso) di tutte queste unità reclutate. Siccome è anche riconosciuto che la contrazione tetanica fisiologica di un muscolo è da 5 a 10 volte più elevata di una contrazione non tetanica, quindi sarebbe ragionevole concludere che la cadenza di intervento è la maggior forza regolatrice durante la contrazione tonica¹⁶. Infatti, in alcuni dei muscoli più piccoli, il meccanismo principale dell'aumento della forza delle contrazioni volontarie, solo a livelli di forza relativamente bassi, è il reclutamento di fibre. In questi gruppi muscolari è stato scoperto che una grande % del totale delle UM erano già reclutate a livelli di forza relativamente bassi, e l'aumento della cadenza d'intervento tende ad essere il principale meccanismo sia ad alti livelli di forza, che a quelli intermedi.^{15, 18, 22, 25, 46}

PROPRIETÀ DELLE UNITÀ MOTORIE E TIPI DI FIBRE

Ipotesi sulla prescrizione degli esercizi

Quindi, la modulazione dell'impulso "contribuisce in larga maggioranza alla forza, se consideriamo l'intera gamma fisiologica"⁴⁶. Infatti, Grillnar e Udo hanno trovato che circa il 90% delle UM del muscolo soleo erano già reclutate al di sotto del 50% della tensione massima e nessuna UM era reclutata oltre il 75% della tensione massima²⁵. Millner-Brown ha scoperto, verificando il reclutamento dei muscoli della mano, che fino al 50% delle UM erano già attive a un livello di forza di 200 g, su una tensione massima totale di circa 4 kg (cioè a solo il 5% della tensione massima)⁴⁶. Risultati simili sono stati registrati da altri¹⁵. È stato ipotizzato che, "se il reclutamento fosse il solo (o anche il principale) mezzo con il quale si sviluppasse forza addizionale, il muscolo sarebbe incapace di produrre una contrazione che aumenta dolcemente, in modo regolare. All'aumentare della forza, l'aggiunta graduale delle UM grandi produrrebbe un effetto "a gradini" nella registrazione della produzione della forza"¹¹.

La tensione alla quale nuove UM sono reclutate sembra, tuttavia, veramente variare in relazione al gruppo muscolare studiato. Sembrano esserci anche delle inconsistenze nei risultati delle ricerche. Mentre alcuni studi riportano che il reclutamento delle UM gioca un ruolo prioritario fino a 80% della CVM nei muscoli brachiali e deltoidi, altri non trovano nessun nuovo reclutamento oltre il 40% della CVM per gli stes-

si muscoli^{11, 18, 38}. Se queste differenze siano il risultato di differenze nei tipi di fibre e/o nell'uso del muscolo, non è chiaro. Molti ricercatori hanno anche suggerito che durante contrazioni prolungate che implicano una relativamente grande % di CVM (come mostrato in molti protocolli di forza), le unità più larghe, più affaticabili, saranno inevitabilmente disimpegnate prima delle unità più piccole, in ordine contrario nel quale sono state reclutate^{11, 18, 49}. Però, in molti protocolli d'allenamento che usano una relativamente alta % di 1-RM, la maggioranza delle fibre (incluse le più larghe, più affaticabili, il tipo con la soglia più alta), saranno veramente reclutate (e spesso piuttosto presto nel corso della serie) specialmente se ad esaurimento concentrico. Infatti, anche durante prolungate contrazioni a basso livello (che impiegano una relativa bassa percentuale di 1-RM) "c'era un reclutamento in successione delle unità motorie per compensare l'affaticamento contrattile, così che alla fine tutte le unità motorie fossero svuotate di glicogeno"¹⁵.

Falletin e altri (1993) sostengono che nel corso di contrazioni prolungate, a basso livello, (in altre parole <20% della CVM o simili), sono reclutate nuove UM per rimpiazzare quelle unità prima attive ed esaurite, così che una "rotazione delle UM" può essere una caratteristica importante in queste contrazioni sotto il massimale¹⁸. Chiaramente queste scoperte (se accurate) influiscono, in certo modo, sul dibattito corrente nelle filosofie d'allenamento.

Così, R. Carpinelli sottolinea che: "Mentre la fatica aumenta nel corso di una serie di ripetizioni, il vostro cervello recluta un maggior numero di UM, e le stimola più frequentemente. Quando raggiungete il massimo, gli ulteriori incrementi di forza sono generati aumentando la frequenza della stimolazione di tutte le UM. Nel punto di fatica muscolare momentanea (e probabilmente anche prima)... state reclutando il massimo numero di UM disponibili per quell'esercizio specifico."⁹

Continua a pag. 102

... che le serie multiple dello stesso esercizio recluteranno più UM oppure fibre muscolari, è, molto probabilmente, erroneo. Infatti, lo stesso livello di reclutamento delle fibre, e un molto maggiore livello di fatica delle fibre può essere indotto dalle "serie a scalare" (in pratica un protocollo di allenamento a "piramide discendente") 43 oppure anche singole serie (portata a esaurimento momentaneo) facendo durare la serie più a lungo.



Charles Hernandez Foto Eric Jacobson (www.impact-photography.com)

PROPRIETÀ DELLE UNITÀ MOTORIE E TIPI DI FIBRE

Ipotesi sulla prescrizione degli esercizi

Quindi l'argomento tipico dei bodybuilder, che serie multiple dello stesso esercizio recluteranno più UM oppure fibre muscolari, è, molto probabilmente, erroneo. Infatti, lo stesso livello di reclutamento delle fibre, e un molto maggiore livello di fatica delle fibre può essere indotto dalle "serie a scalare" (in pratica un protocollo di allenamento a "piramide discendente")⁴³ oppure anche singole serie (portate a esaurimento momentaneo) facendo durare la serie più a lungo. Si può argomentare, tuttavia, che le serie multiple dello stesso esercizio (presumendo un riposo sufficiente tra le serie) possono fornire maggiore stimolazione ipertrofica reclutando le stesse fibre più volte; se questo è più efficace nell'ottimizzare l'adattamento ipertrofico, è correntemente oggetto di dibattito. La maggioranza delle prove scientifiche, in ogni caso, non sostengono la superiorità delle serie multiple^{19, 59, 57}. (Per una discussione estesa vedi l'articolo di R. Carpinelli nel mese di Febbraio 1997 di Master Trainer).

Speculazioni e Raccomandazioni

1) Quando tutti gli altri fattori sono uguali (cioè capacità di recupero, volume di allenamento, nutrizione ecc.), quegli individui e/o gruppi muscolari che hanno una maggiore % di FT, tendono ad affaticarsi più rapidamente perché una % maggiore di forza muscolare totale è generata dalle potenti fibre FT che sono più facilmente affaticabili. Mentre ciascuna di queste fibre più larghe si affatica (vale a dire è disimpegnata), si nota una rapida caduta della forza (maggiore stimolazione/tempo sotto tensione). Questo ha senso per due ragioni. Primo, per via di un maggior livello di affaticabilità delle fibre più larghe e più abbondanti nei soggetti FT, ci sarà un più rapido declino nella forza nei gruppi muscolari allenati. Secondariamente, ciascuna di queste fibre larghe contribuisce a maggiori incrementi di tensione che le fibre più piccole. Quindi, a mano a mano che queste fibre, nei soggetti e/o nei gruppi muscolari FT, si affaticano, avverrà una corrispondente più marcata diminuzione della forza. Con sog-

getti e/o nei gruppi muscolari ST (dove la gran parte della forza è generata da fibre più piccole, più resistenti alla fatica), si vede lo schema opposto. Siccome queste fibre sono resistenti alla fatica e contribuiscono in misura minore ad aumentare la forza, allora ci sarà una corrispondente, meno profonda, caduta della forza espressa e della fatica, con ciascuna successiva ripetizione o TSC. Quindi, non è sorprendente trovare una gran variabilità fra questi due opposti tipi di fibre. Come ha fatto notare A. Jones: "Fino ad ora, su cento soggetti diversi, la più ampia gamma che abbiamo incontrato includeva un soggetto che poteva

Continua a pag. 104



Jamo Nezzar Foto di Michael Neveux

The Arthur Jones Collection

Una coppia superba di volumi, oltre 1.400 pagine con dozzine di fotografie, tabelle e diagrammi. Limitata a 500 copie numerate. Rilegatura professionale, copertina rigida con scritte dorate incise, un contenitore per raccogliere i due volumi. Progettato per sopportare anni di utilizzo pesante.



VOLUME 1: Il Nautilus Bulletins 1 e 2, i primi articoli per Nautilus (16 in totale, comprese alcune delle brochure originali), i primi articoli per Iron Man, gli articoli per *The Athletic Journal*, tutte le 73 parti di My First Half-Century in the Iron Game e il libro inedito di 16 capitoli The Future of Exercise (1997 e successivi), con interviste e articoli aggiunti che descrivono l'uomo... il tutto in un unico tomo: oltre 900 pagine!

VOLUME 2: "...and God Laughs". Un'autobiografia di Arthur Jones. Comprende oltre 40 fotografie, oltre 500 pagine. L'autobiografia si concentra sulle gesta di Jones lontano dal mondo dell'allenamento, in Africa, Sud America, Messico ecc.

"Un GRANDE contributo al mondo del sollevamento pesi. Contenuto di grande livello educativo e grafica, stampa e realizzazione di altissima qualità".

Stuart McRobert

**The Arthur Jones
collection Volume 1**
I lavori di Arthur Jones
edizione limitata
oltre 900 pagine - € 80,00

I due volumi in coppia costano 125,00 \$ USA più spese di spedizione di 17,50 \$ USA per gli USA, 10,00 \$ USA per il Canada, 39,50 \$ USA per l'Europa (per gli altri paesi, contattare la I.A.R.T.). Per ordinare, visitate l'<http://www.i-a-r-t.com/departments/news.html> oppure inviate un ordine postale a I.A.R.T., 5 Abigail Court, Sudbury, Ontario P3A 6C1, Canada; tel. (705) 566-7276.

Presto i due volumi saranno disponibili in lingua italiana e saranno pubblicati da Olympian's News/Sandro Ciccarelli Editore. **PRENOTATELI!** Saranno disponibili in edizione limitata! Tel. 055/959530 oppure 055/959266 Fax 055/9146982 E-mail info@olympian.it

eseguire solo una ripetizione con 80% della sua forza positiva... e un altro soggetto che eseguiva 34 ripetizioni con più dell'80% della sua forza positiva³¹.

2) Poiché l'ipertrofia selettiva, o a maggioranza di fibre FT, è stata osservata solitamente in molti programmi per la forza^{27, 63}, allora, mentre un soggetto diventa progressivamente più forte, una maggiore % di tensione muscolare totale verrà dall'insieme delle fibre FT. Ne consegue che, mentre diventa progressivamente più forte, le caratteristiche della sua fibra muscolare prenderanno un comportamento più "tipo-FT". Per questo motivo, le indicazioni portate avanti da alcuni autori di diminuire progressivamente il volume e la frequenza degli allenamenti mentre uno diventa più forte, hanno senso (in altre parole, questi soggetti allenati rispondono semplicemente sempre più come soggetti FT). Se questo spiega completamente la proporzione che esiste tra forza e capacità di recupero, è discutibile. Esso offre tuttavia, una semplice spiegazione. La necessità di diminuire il TSC, mentre si diventa più forti (un punto di vista portato avanti da alcuni autori) anch'essa trova un senso, per questo motivo. Mentre si diventa progressivamente più forti, e mentre le fibre FT si adattano ipertrofizzandosi (in misura maggiore delle fibre ST), si noterà un maggior livello d'affaticabilità (aumentata stimolazione/tempo sotto tensione). Effettivamente, il livello d'intensità (stimolazione/tempo) tende ad aumentare, mentre si diventa più forti, dal momento che il contributo delle FT al totale della forza muscolare diventa maggiore. Quindi, se volete continuare a massimizzare l'adattamento ipertrofico di questo insieme di fibre di nuova ipertrofia, potreste avere necessità anche di diminuire il TSC per ritrovare i nuovi livelli d'intensità. Quindi, per una crescita muscolare e di forza a lungo termine, si dovrebbero continuamente regolare quei parametri d'allenamento come il recupero, il volume, la frequenza, TSC, eccetera per permettere lo stimolo alla migliore crescita dell'insieme di fibre più abbondanti in ognuno. Non riuscire a farlo, può condurre a risultati non ottimali.

3) Indipendentemente dai carichi impiegati (almeno, entro limiti ragionevoli), una serie, di un qualsiasi esercizio, portata ad esaurimento momentaneo (o vicino all'esauri-

mento) recluterà normalmente il massimo numero di UM disponibili per quell'esercizio. Questo include l'intera gamma delle fibre muscolari, da quelle più resistenti alla fatica, a contrazione lenta (ST)-ossidate o di fibre muscolari tipo I, a quelle moderatamente resistenti alla fatica, a contrazione veloce (FT) -ossidate o di fibre di tipo IIA, fino alle più potenti, facilmente affaticabili, fibre FT-glicolitiche o fibre di tipo IIB. Infatti, in una serie portata (o vicino a) esaurimento muscolare momentaneo, mentre la % di 1-RM usate diminuisce (almeno, entro limiti ragionevoli), si sta veramente portando all'affaticamento una maggiore percentuale di fibre disponibili (incluse le unità più larghe). Questo spiega perché si è momentaneamente più deboli quando ci si allena all'esaurimento con una serie che includa una % minore di 1-RM. Questo spiega anche la più marcata diminuzione della forza che interviene nelle serie successive portate all'esaurimento, mentre la serie iniziale piega un numero più alto di ripetizioni o TSC. In effetti, avete esaurito una maggiore % delle fibre totali (incluse le fibre più larghe) quando fate durare di più la serie oppure il TSC nella prima serie. Inoltre, se una serie che usa una minore % di 1-RM (portata all'esaurimento) recluta lo stesso numero di fibre (e ne affatica un maggior numero) che una serie con una più alta % di 1-RM portate all'esaurimento (come è stato suggerito in 15, 18) e ancora, si trova un più basso livello di forza e/o adattamento ipertrofico con un protocollo con minore % di 1-RM (come è stato suggerito in 13, 21, 43, 48), allora, la concomitante

Indipendentemente dai carichi impiegati (almeno, entro limiti ragionevoli), una serie, di un qualsiasi esercizio, portata ad esaurimento momentaneo (o vicino all'esaurimento) recluterà normalmente il massimo numero di UM disponibili per quell'esercizio. In effetti, avete esaurito una maggiore % delle fibre totali (incluse le fibre più larghe) quando fate durare di più la serie.



Steve Holman Foto di Michael Neveux

massima ipertrofia di tutte le fibre sembra improbabile. L'incompatibilità di tipi differenti di allenamento è fortemente possibile (come è stato proposto in 14, 60), quindi i tentativi di stimolare al massimo tutte le diverse componenti muscolari (come è stato suggerito da alcuni autori) è probabilmente impossibile. Un ciclo o protocollo che potrebbe essere ottimale per stimolare certi sottotipi di fibre e/o enzimi può compromettere lo sviluppo di altri sottotipi e/o enzimi. Infatti si può speculare che sotto le condizioni di uno stimolo in un esercizio competitivo (dove c'è affaticamento di entrambe le fibre glicolitiche e ossidate), i processi di adattamento fisiologici possono spostare l'adattamento ipertrofico verso la gamma delle fibre resistenti alla fatica. Gli studi sull'adattamento/trasformazione delle fibre lo hanno già suggerito. Se questo scenario è accurato, allora, se si è prima di tutto interessati nel massimizzare la forza

muscolare e l'adattamento ipertrofico, può essere necessario cercare un protocollo d'allenamento (attraverso la sperimentazione) che ottimizza l'adattamento all'insieme delle proprie fibre più abbondanti e che regoli di conseguenza i parametri d'allenamento, come è stato suggerito nel punto 2. ➡

Gus Karageorgos ha conseguito il dottorato in Neuroscienze dall'Università di Toronto. Ha seguito corsi accademici in chirurgia dentale, legge, e istituto di medicina. Adesso sta seguendo part-time alcuni studi avanzati in fisiologia e fisica, con alcune ricerche indipendenti, che hanno portato alla stesura di quest'articolo. Seguendo una routine ad alto volume, per più di cinque anni, Gus non riusciva ad andare oltre i 70 kg (per un'altezza di 1.76). Da quando impiega routine abbreviate è stato capace di aumentare il suo peso corporeo fino a 86 kg (con una percentuale di grasso del 7-10%). Più recentemente, Gus ha sperimentato varie diete e ha ottenuto la sua migliore percentuale di grasso corporeo del 4% con un peso di 79 kg. Siamo informati che Gus contribuirà probabilmente al Bulletin con una discussione più critica sui meriti della "periodizzazione", poiché crede che ci siano sufficienti prove scientifiche (dalla biologia molecolare) che gettano seri dubbi su molti degli argomenti portati avanti dai sostenitori della periodiz-

Riferimenti bibliografici

zazione (alcuni dei quali vengono sollevati in quest'articolo). Gus può essere raggiunto all'indirizzo e-mail: shtud@accessv.com¹ Abernethy, P., Thayer, R., Taylor, A. (1990). Acute and chronic responses of skeletal muscle to endurance and sprint exercise. *Sports Medicine* 10(6):365-389.

² Abernethy, P.J., Jurimae, J., Logan, P.A., Taylor, A.W., Thayer, R.E. (1994). Acute and chronic response of skeletal muscle to resistance training. *Sports Med* 17(1):22-38.

³ Bacou, F., Rouanet, P., Barjot, C., Janmot, C., Vigneron, P., d'Albis, A. (1996). Expression of myosin isoforms in denervated, cross-reinnervated and electrically stimulated rabbit muscles. *Eur J Biochem* 236:539-547.

⁴ Barjot, C., Rouanet, P., Vigneron, P., Janmot, C., d'Albis, A., Bacou, F. (1998). Transformation of slow-or fast-twitch rabbit muscles after cross-reinnervation or low frequency stimulation does not alter the in vitro properties of their satellite cells. *J of Muscle Research and Cell Motility* 19:25-32.

⁵ Bellanger, A.Y., McComas, J. (1981). Extent of motor unit activation during effort. *J Appl Physiol* 51(5):1131-1135.

⁶ Bellemare, F., Woods, J.J., Johansson, R., Bigland-Ritchie, B. (1983). Motor-unit discharge rates in maximal voluntary contractions of three human muscles. *J. of Neurophysiol* 50(6):1380-1392.

⁷ Bigland-Ritchie, B.R., Dawson, N.J., Johansson, R.S., Lippold, O.C.J. (1986). Reflex origin for the slowing of motoneuron firing rates in fatigue of human voluntary contractions. *J Physiol* 379:451-459.

⁸ Buchthal, F., Schmalbruch, H. (1980). Motor unit of mammalian muscle. *Physiol Reviews* 60 (1):90-140.

⁹ Carpinelli, R.N. (1996). A big question mark for "Periodization of strength". *Hard training* 6 (1): 6-10.

¹⁰ Carvalho, A.J., McKee, N.H. (1996). Simultaneous assessment of isometric forces in fast-and slow-twitch muscles of single rat hindlimbs in situ. *Can J Appl Physiol* 21(1):23-34.

¹¹ DeLuca, C.J., LeFever, R.S., McCue, M.P., Xenakis, A.P. (1982). Behaviour of human motor units in different muscles during linearly varying contractions. *J Physiol* 329:113-128.

¹² Dietz, V. (1978). Analysis of the electrical muscle activity during maximal contraction and the influence of ischaemia. *J of Neurol Sc* 37:187-197.

¹³ Dons, B., Bollerup, K., Bonde-Peterson, Hancke, S. (1979). The effect of weight lifting exercise related to muscle fiber composition and muscle cross-sectional area in humans. *Eur J Appl Physiol* 40:95-106.

¹⁴ Dudley, G.A., Djamil, R. (1985). Incompatibility of endurance and strength-training modes of exercise. *J Appl Physiol* 59:1446-1451.

¹⁵ Edstrom, L., Grimby, L. (1986). Effect of exercise on the motor unit. *Muscle and Nerve* 9:104-126.

¹⁶ Enoka, R.M., Trayanova, N., Laouris, Y., Bevan, L., Reinking, R.M., Stuart, D.G. (1992).

Fatigue-related changes in motor unit action potentials of adult cats. *Muscle and Nerve* 14:138-150.

¹⁷ Enoka, R.M. (1996). Commentary-Neural and neuromuscular aspects of muscle fatigue. *Muscle and Nerve Suppl* 4:S31-S32.

¹⁸ Fallentin, N., Jorgensen, K., Simonsen, E.B. (1993). Motor unit recruitment during prolonged isometric contractions. *Eur J Appl Physiol* 67:335-341.

¹⁹ Feigenbaum, M.S., Pollock, M.L. (1997). Strength training. Rationale for current guidelines for adult fitness programs. *The physician and sports Medicine* 25(2):44-64.

²⁰ Fitts, R.H. (1994). Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiol Reviews* 74(1):49-94.

²¹ Fleck, S.J., Kraemer, W.J. (1987). Designing resistance training programs. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books.

²² Freund, H. (1983). Motor unit and muscle activity in voluntary motor control. *Physiol Reviews* 63(2):387-436.

²³ Gerdle, B., Karlsson, A.G., Crenshaw, A.G., Friden, J. (1997). The relationships between EMG and muscle morphology throughout sustained static knee extensions at two sub-maximal force levels. *Acta Physiol Scand* 160:341-351.

²⁴ Granier, P., Dubouchaud, H., Mercier, B., Ahmaidi, S., Prefaut, U. (1996). Lactate uptake by forearm skeletal muscles during repeated periods of short-term intense leg exercise in humans. *Eur J Appl Physiol* 72:209-214.

²⁵ Grillner, S., Udo, M. (1971). Recruitment in the tonic stretch reflex. *Acta Physiol Scand* 81:571-573.

²⁶ Grotmol, S., Totland, G., Kryvi, H. (1988). A general, computer-based method for the study of the spatial distribution of muscle fiber types in skeletal muscle. *Anat Embryol* 177:421-426.

²⁷ Hakkinen, K., Ali, M., Komi, P.V. (1985). Changes in isometric force and relaxation time, electromyographic and muscle fiber characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta Physiol Scand* 125:573-585.

²⁸ Housh, T.J., deVries, H.A., Johnson, G.O., Housh, D.J., Evans, S.A., Stout, J.R., Evetovich, T.K., Bradway, R.M. (1995). Electromyographic fatigue thresholds of the superficial muscles of the quadriceps femoris. *Eur J Appl Physiol* 71:131-136.

²⁹ Inbar, O., Kaiser, P., Tesch, P. (1981). Relationships between leg muscle fiber type distribution and leg exercise performance. *Int J Sports Medicine* 2(3):154-159.

³⁰ Jones, A. (1993). The lumbar spine, the cervical spine and the knee: testing and rehabilitation. Ocala, FL: MedX Corporation.

³¹ Jones, A. (1986). Exercise 1986: The present state of the art. *Athletic Journal* (April) 66:53-79.

³² Juel, C. (1997). Lactate-proton cotransport in skeletal muscle. *Physiol Reviews* 72(2):321-358.

³³ Jurimae, J., Abernethy, P., Quigley, B., Blake, K., McEnery, M. (1997). Differences in muscle contractile characteristics among bodybuilders, endurance trainers and control subjects. *Eur J Appl Physiol* 75:357-362.

Scienza dell'esercizio resa semplice

Teoria e pratica

Prossima pubblicazione



Il libro *Scienza dell'esercizio: teoria e pratica - Attività fisica prescritta: La scienza dell'attività fisica resa semplice* - è il libro perfetto per l'allenatore che vuole mettere in pratica la corretta teoria dell'esercizio fisico. Oltre 500 pagine di informazioni approfondite su *Teoria dell'allenamento, sistemi di allenamento HIT (allenamento ad alta intensità), psicologia dell'allenamento, biomeccanica degli esercizi, riabilitazione dagli infortuni, individualità ed esercizio fisico con i pesi, analisi dei sistemi di allenamento, il sovrallenamento, eccellenza tecnica dell'allenamento con i pesi, allenamento razionale per la forza, e tanto altro.*

Il libro è il più completo del suo genere, non troverete altro simile!

Prenotate l'edizione italiana di **Scienza dell'esercizio resa semplice: teoria e pratica**

edizione limitata! Il costo è di € 38,00

- ³⁴ Kanehisa, H., Ikegawa, S., Fukunaya, T. (1997). Force-velocity relationships and fatigability of strength and endurance-trained subjects. *Int J Sports Med* 18(2):106-112.
- ³⁵ Katsuta, S., Takamatsu, K. (1987). "Estimation of muscle fiber composition using performance tests" in *Biomechanics XB*. Champaign, IL: Human Kinetics, p. 989-993.
- ³⁶ Kernell, D. (1998). Muscle Regionalization. *Can J Appl Physiol* 23(1):1-22.
- ³⁷ Krogh-Lund, C. (1993). Myo-electric fatigue and force failure from submaximal static elbow flexion sustained to exhaustion. *Eur J Appl Physiol* 67:389-401.
- ³⁸ Kukulka, C.G., Clamann, P.H. (1981). Comparison of the recruitment and discharge properties of motor units brachial biceps and adductor pollicis during isometric contractions. *Brain Research* 219:45-55.
- ³⁹ Liljedahl, M. E., Holm, I., Sylven, C., Jansson, E. (1996). Different responses of skeletal muscle following sprint training in men and women. *Eur J Appl Physiol* 74:375-383.
- ⁴⁰ Linossier, M., Dormois, G., Geysant, A., Denis, C. (1997). Performance and fiber characteristics of human skeletal muscle during short sprint training and detraining on a cycle ergometer. *Eur J Appl Physiol* 75:491-498.
- ⁴¹ Linossier, M.T., Dormois, D., Perier, C., Frey, J., Geysant, A., Denis, C. (1997). Enzyme adaptations of human skeletal muscle during bicycle short-sprint training and detraining. *Acta Physiol Scand* 161:439-445.
- ⁴² Linsen, H. J. P. et al. (1991). Fatigue in type I fiber predominance: a muscle force and surface EMG study on the relative role of type I and type II muscle fibers. *Muscle and Nerve* 14:829-837.
- ⁴³ McDonagh, M.J.N., Davies, C.T.M. (1984). Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. *Eur J Appl Physiol* 52:139-155.
- ⁴⁴ McGuff, D.M., Carter, T. (1998). Time under load, a new standard of measurement. *Ultimate Exercise* article.
- ⁴⁵ Miller, E.J., MacDougall, J.D., Tarnopolsky, M.A., Sale, D.G. (1993). Gender differences in strength and muscle characteristics. *Eur J Appl Physiol* 66:254-262.
- ⁴⁶ Millner-Brown, H.S., Stein, R.B., Yemm, R. (1993). Changes in firing rate of human motor units during linearly changing voluntary contractions. *J Physiol* 230:371-390.
- ⁴⁷ Moritani, T., Gaffney, F.D., Carmichael, T., Hargis, J. (1985). "Interrelationships among muscle fiber types, electromyogram and blood pressure during fatiguing isometric contraction" in *Biomechanics IXA*. Champaign, IL: Human Kinetics, p. 287-292.
- ⁴⁸ Moss, B.M., Refsnes, P.E., Abildgaard, A., Nicolaysen, K., Jensen, J. (1997). Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross-sectional area, load-power and load-velocity relationships. *Eur J Appl Physiol* 75:193-199.
- ⁴⁹ Nagata, A., Christianson, J.C. (1995). M-Wave modulation at relative levels of maximal voluntary contraction. *Eur J Appl Physiol* 71:77-86.
- ⁵⁰ Ostrowski, K.J., Wilson, G.J., Weatherby, R., Murphy, P.W., Lyttle, A.D. (1997). The effect of weight training volume on hormonal output and muscular size and function. *J of Strength and Conditioning Research* 11(1): 148-154.
- ⁵¹ Pette, D. (1998). Training effects on the contractile apparatus. *Acta Physiol Scand* 162:367-376.
- ⁵² Pipes, T.V. (1994). Strength training and fiber types. *Scholastic Coach* (March)63:67-70.
- ⁵³ Sale, D.G. (1988). Neural adaptation to resistance training. *Med Sci Sports Exerc* 20(5) Suppl. S135-S145.
- ⁵⁴ Sahlin, K., Tonkonogi, M., Soderlund, K. (1998). Energy supply and muscle fatigue in humans. *Acta Physiol Scand* 162:261-266.
- ⁵⁵ Schmidtbleicher, D., Haralombie, G. (1981). Changes in contractile properties after strength training in man. *Eur J Appl Physiol* 46:221-228.
- ⁵⁶ Sejersted, O.M., Vollestad, N., Hallen, J., Bahr, R. (1998). Introduction-Muscle performance-fatigue, recovery and trainability. *Acta Physiol Scand* 162:181-182.
- ⁵⁷ Starkey, D.B., Pollock, M.L., Ishida, Y., Welsh, M.A., Brechue, W.F., Graves, J.E., Feigenbaum, M.S. (1996). Effect of resistance training volume on strength and muscle thickness. *Med Sci Sports Exerc* 28(10): 1311-1320.
- ⁵⁸ Staron, R. (1997). Human skeletal muscle fiber types: delineation, development, and distribution. *Can J Appl Physiol* 22(4):307-327.
- ⁵⁹ Stephens, J.A., Usherwood, T.P. (1977). The mechanical properties of human motor units with special reference to their fatigability and recruitment threshold. *Brain Research* 125:91-97.
- ⁶⁰ Stone, J., Brannon, T., Haddad, F., Qin, A., Baldwin, K.M. (1996). Adaptive responses of hypertrophying skeletal muscle to endurance training. *J Appl Physiol* 81(2):665-672.
- ⁶¹ Tesch, P., Sjodin, B., Thorstensson, A., Karlsson, J. (1978). Muscle fatigue and its relation to lactate accumulation and LDH activity in man. *Acta Physiol Scand* 103:413-420.
- ⁶² Tesch, P.A., Komi, P.V., Jacobs, I., Karlsson, J. (1983). Influence of lactate accumulation of EMG frequency spectrum during repeated concentric contractions. *Acta Physiol Scand* 119:61-67.
- ⁶³ Tesch, P. A. (1988). Skeletal muscle adaptation consequent to long-term heavy resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 20(5) Suppl. S132-S134.
- ⁶⁴ Theriault, R., Boulay, M., Theriault, G., Simoneau, J.A. (1996). Electrical stimulation-induced changes in performance and fiber type proportion of human knee extensor muscles. *Eur J Appl Physiol* 74:311-317.
- ⁶⁵ Thorstensson, A., Karlsson, J. (1976). Fatigability and fibre composition of human skeletal muscle. *Acta Physiol Scand* 98:318-322.
- ⁶⁶ Van Cutsem, M., Feiereisen, P., Duchateau, J., Hainaut (1997). Mechanical properties and behaviour of motor units in the tibialis during voluntary contractions. *Can J Appl Physiol* 22(6):585-597.
- ⁶⁷ West, W., Hicks, A., Clements, L., Dowling, J. (1995). The relationship between voluntary electromyogram, endurance time and intensity of effort in isometric handgrip exercise. *Eur J Appl Physiol* 71:301-305.
- ⁶⁸ Westcott, W.L. (1989). Strength training research: sets and repetitions. *Scholastic Coach* (May/June)58:98-100.
- ⁶⁹ Westerblad, H., Allen, D.G., Bruton, J.D., Andrade, F.H., Lannergren, J. (1998). Mechanisms underlying the reduction of isometric force in skeletal muscle fatigue. *Acta Physiol Scand* 162:253-260.
- ⁷⁰ Woods, J.J., Furbush, F., Bigland-Ritchie, B. (1987). Evidence for a fatigue-induced reflex inhibition of motoneuron firing rates. *J of Neurophysiol* 58(1):125-137.