

Modello funzionale per l'attivazione neuromuscolare

Renato Manno<sup>1</sup>

# Quale prestazione di forza nel nuoto?

**Introduzione**

L'utilità dell'allenamento della forza nel nuoto è un concetto della preparazione del nuotatore emerso già molti anni fa.

Dalle intuizioni di Counsilman agli studi della scuola russa, (Nabatnikova 1978) agli studi di Costill e al 1980. Da un parte è sempre emerso il ruolo che la forza nel nuotatore ha nella prestazione insieme alla comprensibile prudenza degli allenatori nel disturbare la sensibilità all'acqua che da sempre appaiono come il "filtro" fra le qualità muscolari del nuotatore e le prestazione tecnica. È comunque evidente che le qualità di forza richieste sono la forza resistente o resistenza alla forza, che in genere richiede delle tensioni di medie e medio basse ripetute per numerosi cicli o prolungate fino ad oltre 14-16 minuti come nei 1500 metri stile libero.

Vi possono essere anche delle differenze negli stili, sia nell'intensità media, che nella velocità di produzione della tensione che nella localizzazione degli impegni come sul piano della preparazione fisica.

Al fine di discutere adeguatamente delle qualità di forza necessarie al nuotatore è bene richiamare e valutare un modello funzionale dell'attivazione neuromuscolare nelle prestazioni di forza, che è già stato approfondito a suo tempo (Manno 2003, 2006) su questa stessa rivista. Quando si analizzano discipline in cui la forza non si esprime ad intensità molto elevate, come nel sollevamento pesi o nei lanci e salti, in cui anche le prestazioni di forza sono eccezionali soprattutto rispetto al loro peso, è chiaro che il concetto di forza è legato a fasi della prestazione in cui si ha una tensione elevata, ma non massimale, prodotta per un tempo breve o al contrario relativamente prolungato e ripetuto.

Tale problema si è posto il gruppo di lavoro tedesco che ha definito che si può identificare un allenamento di forza quando il carico da vincere sia superiore al 30% (Schnabel e

al 1993) della tensione massima o di 1 RM. Infatti al di sotto di tale limite, con il decremento della resistenza da superare il numero delle ripetizioni può aumentare in modo non lineare e raggiungere delle durate che generalmente sono fuori delle caratteristiche dell'allenamento della forza, come avviene nella maggioranza degli sport prevalentemente aerobici.

Come si può intuire, la resistenza alla forza implica numerose componenti biologiche e coordinative alcune delle quali sono note e di queste solo alcune misurabili e controllabili.

La tensione muscolare è attivata da processi meccanici su una base bioenergetica, infatti i ponti actomiosinici richiedono una grande quantità di energia esponenzialmente crescente con la potenza e la forza della contrazione; quest'ultime portano ad un veloce esaurimento delle riserve energetiche in grado di fornire la potenza necessaria e ciò comporta una caduta della tensione e della sua velocità di produzione, rallentando la velocità della locomozione ed i fenomeni collegati, come la potenza della tecnica esecutiva, la riduzione della escursione etc. La diminuzione della forza è causata dal sopravvenire della fatica che nell'allenamento viene descritto come il processo che impedisce progressivamente la resistenza alla forza. Le cause della fatica sono multifattoriali e sono meglio note quelle di tipo energetico particolarmente quelle collegate all'accumulo di acido lattico di cui è relativamente più facile misurarne la concentrazione nel sangue. Negli ultimi tempi i meccanismi della fatica sono stati ridiscussi criticamente fino a mettere in dubbio lo stesso ruolo dell'acido lattico, quale principale catabolita che causa la fatica, altre interpretazioni sono state proposte (Allen, Lamb, Westerblad 2008). Ovviamente sul piano delle metodologie dell'allenamento, i modelli biologici hanno un'importanza relativa perciò quando si usa l'acido lattico come punto centrale dell'efficacia, dell'intensità e della fatica dell'atleta, bisogna ricorrere ad osservazioni più attente che

integrano le osservazioni che testimoniano la fatica quali le modifiche della tecnica, il calo della prestazione, i risultati dei test, etc.

Nell'allenamento della forza un carico elevato si ripercuote dal punto di vista meccanico sull'intero sistema motorio che deve essere preparato specificatamente altrimenti vanifica l'efficacia dell'allenamento di forza dei settori più specificamente coinvolti creando nuove fragilità oppure non riuscendo ad esprimere il potenziale adeguato alla crescita delle prestazione. Tale aspetto è spesso trascurato. È evidente la necessità di preparazione generale e speciale della forza che la programmazione deve organizzare secondo una opportuna propedeuticità. La preparazione di base della forza è a volte trascurata portando squilibri della preparazione che possono portare anche a infortuni. La preparazione generale è la base per la preparazione speciale che deve invece potenziare selettivamente le componenti della forza che sono necessarie alla prestazione, ma avendo un sostegno di un generale irrobustimento che se mancasse sarebbe un limite dannoso quanto pericoloso.

**La regolazione della forza**

La regolazione della forza è un fenomeno complesso che nel nuoto è ulteriormente complicato dal fat-

to che ciò avviene in acqua; infatti nella maggioranza dei movimenti antigravitari si ha una certa conoscenza dei fenomeni regolativi. Per quanto riguarda la regolazione della tensione in acqua si può genericamente ricorrere alle spiegazioni che possono essere forniti dai meccanismi "senso-percettivi" che però comunque sono più complessi perché riguardano non sole le strette propulsioni, ma anche gli assetti del corpo ed i relativi feed back da cui non si possono escludere gli input di tipo tattile, secondo Meinel meno veloci di quelli cinestesici, comunque presenti. In particolare il reclutamento della forza appare diverso e meno facile da decodificare; già nei movimenti antigravitari si distinguono i movimenti *balistici* da quelli *progressivi* (ramp) in cui secondo diversi autori (Duchateau 1992, Komi 1986) si identificano delle modalità di reclutamento molto diverse. Ad esempio nella ramp si segue il principio di Hennemann, che prevede un impegno delle U.M. in funzione della loro soglia e di conseguenza della loro faticabilità, le più lente e resistenti sono attivate all'inizio della contrazione quando le tensioni sono basse e le frequenze di scarica altrettanto; man mano che la tensione cresce vengono reclutate le fibre a più alta soglia, maggiore faticabilità, ma anche maggiore

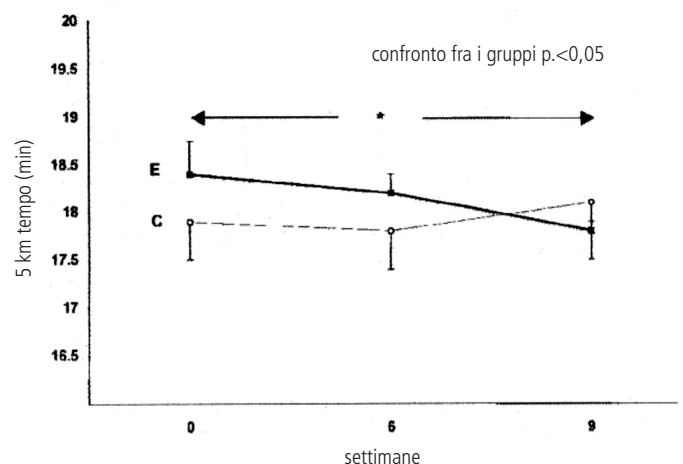


Figura 1. Effetto dell'allenamento di 9 settimane di allenamento di forza esplosiva sulla prestazione di 5000 metri (da Paavolainen 1999)

<sup>1</sup> Istituto di Medicina e Scienza dello Sport, Roma

capacità tensiva e potenza (vedi Manno 2003). Nel nuoto non è noto quale tipo di reclutamento è probabile, in particolare nelle gare più brevi non è facile analizzare il lavoro muscolare; può essere di aiuto una comparazione sui tempi di reclutamento con le attività anti-gravitarie più esplosive come i salti dell'atletica leggera. È comunque evidente un accorciamento dei tempi di reclutamento con la velocità di nuoto e quindi una possibile condizione limite nelle gare dei 50 metri nelle diverse discipline con qualche elemento di caricamento eccentrico nel delfino e forse anche nella rana.

**Carico generale-specifico**

Carico generale e specifico si differenziano sulla base della misura della somiglianza degli esercizi di allenamento (mezzi con cui si realizza il carico) e l'esercizio di gara. Tale somiglianza può essere analizzata da diversi aspetti, in particolare quello metabolico ai fini degli adattamenti cellulari e per quanto riguarda le riserve energetiche, l'attivazione e sintesi di enzimi, il trofismo muscolare, le risposte cardio-circolatorie. Il potenziale metabolico è un potente presupposto, ma è la specificità motoria a intervenire sia sulla potenza che sulla efficienza generale ed in articolare sul costo energetico. Un costo inferiore rende il soggetto più resistente e/o potente a parità di spesa energetica, tanto che questo può essere anche un criterio di valutazione del livello di coordinazione della tecnica. Tale livello si può indagare mediante lo studio cinematico e dinamico sia nei tempi di reclutamento della forza secondo le diverse specificità., che mediante la somiglianza con l'esercizio di gara mediante la sequenza temporale dell'impegno muscolare che può essere analizzato attraverso l'elettromiografia.

In realtà negli sport ciclici e generalmente negli sport stereotipati (closed skills) l'allenamento speciale della forza ha due indirizzi principali, uno a dominante *condizionale*, cioè finalizzato al potenziamento muscolare, con l'obiettivo di provocare adattamenti cellulari; ed uno a dominante *tecnico-motoria*, che sviluppa esercizi che partono da una esecuzione globale o parziale del movimento tecnica ed accentua le difficoltà in fasi specifiche dell'escursione. Il primo tipo di obiettivi può essere raggiunto mediante esercizi con sovraccarichi, di pesistica e con macchine che lo-

calizzano il lavoro e somministrano uno stimolo molto intenso che ha come obiettivo la modificazione cellulare (trofismo muscolare, accumulo di substrati, modificazioni biochimiche, subcellulari e vascolari).

Il secondo tipo di esercizio, pur conservando in misura minore obiettivi di adattamento cellulare, è finalizzato ad un potenziamento meccanico all'interno del gesto tecnico.

Entrambi gli esercizi possono evidenziare aspetti positivi e negativi su base sia generale che personale. Però, i secondi hanno una maggiore necessità di attenzione in quanto interferiscono più facilmente con l'esercizio tecnico e possono perciò alterare in modo più duraturo le sensibilità. Se invece si usano in modo sufficientemente intervallato, tale da interrompere un apprendimento" interferente e/o competitivo, possono aumentare le sensibilità ed al tempo stesso sviluppare un potenziamento selettivo altrimenti impossibile.

In questo lavoro analizzeremo 3 attività di potenziamento su base tecnica, lo sprint, frenato assistito e l'uso delle "palette".

**Ruolo dell'allenamento della forza nelle discipline di resistenza e di forza resistenza**

Al di là degli aspetti strettamente tecnici però la forza può dare effetti positivi sul piano neuromuscolare con transfert positivo anche sul piano ge-

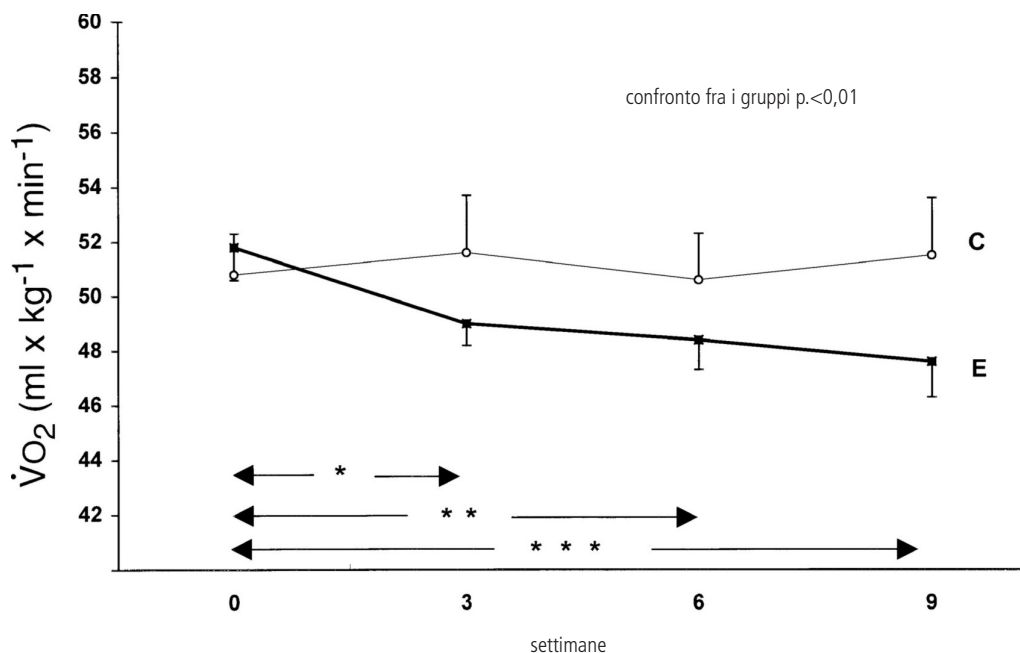
nerale, come è emerso in studi recenti. Per lungo tempo in discipline di lunga durata l'allenamento della forza è stato considerato al massimo un'attività con finalità preventive che impedisse gli infortuni dovuti ad insufficiente forza o per mantenere la massa muscolare; più frequentemente era una pratica che sollevava obiezioni dovute a causa del timore della crescita di peso oppure della perdita di sensibilità e di conseguenza con aumento del costo energetico sia per aumento del peso che per alterazione delle coordinazioni. Uno studio del 1999) di Paavolainen ha evidenziato in modo chiaro che l'allenamento della forza non comportava una diminuzione delle capacità di max VO<sub>2</sub>.

Migliorava la prestazione (fig. 1) e diminuiva, nella maggior parte dei casi, il costo energetico. (fig 2). Tale lavoro orientato in primis sui podisti di atletica leggera, testati sui 5000 metri è stato confermato nello sci di fondo sia da Hof e al (2002) da Mikkola e al (2007). Altri studi di collegamento fra forza e resistenza, fondati sulle caratteristiche del lavoro intervallato (Gibala e al 2006), hanno evidenziato come in soggetti modestamente allenati, un lavoro intervallato ad alta intensità produce effetti adattativi pari ad un lavoro continuo di bassa intensità fino a 10 volte superiore in quantità.

**Lavoro frenato ed assistito**

Lavori recenti hanno approfondito gli effetti dell'uso di tecniche frenate ed assistite sulla prestazione. Girold ed al (2006) hanno applicato ad un gruppo di 37 giovani nuotatori divisi in 3 gruppi; nel primo gruppo furono applicate tecniche di frenaggio con tubo di gomma (superforza), nel secondo gruppo lavoro di trazione (assistito - supervelocità) ed un gruppo di controllo, i soggetti si allenavano sei volte a settimana, svolgendo circa 45-50 km di nuoto, per 10 sedute a settimana, includendo 3 volte a settimana per 3 settimane sedute di lavoro frenato, o assistito ed il gruppo di controllo che non praticava le due tecniche precedenti, ma svolgeva allenamento tradizionale.

Il test di prestazione consisteva in un 100 metri, prima, durante e dopo le 3 settimane di lavoro controllato; insieme al test di nuoto venivano misurate isocineticamente la forza degli estensori e dei flessori. Durante i cento metri veniva misurata anche la frequenza e la lunghezza della bracciata mediante filmato. Nel gruppo di lavoro frenato vi fu un incremento di forza, di velocità di nuoto e sorprendentemente di frequenza, mentre la lunghezza della bracciata rimase immutata; nei soggetti con lavoro facilitato vi fu un incremento della frequenza, ma la lunghezza della



Paavolainen, L. et al. J Appl Physiol 86: 1527-1533 1999

**Figura 2.** Diminuzione del costo energetico sui 5 km in soggetti che hanno praticato allenamento di forza (E) e gruppo di controllo (C) per 9 settimane e diminuzione del costo energetico in una medesima prestazione

bracciata diminui, senza miglioramenti nella velocità di nuoto. Lo stesso gruppo di autori applicò su 2 gruppi 2 differenti metodi di potenziamento, lavoro di forza a secco e lavori di nuoto frenato e facilitato, oltre al gruppo di controllo. I soggetti lavorarono per 12 settimane con le stesse quantità totali del gruppo precedente; i gruppi sperimentali (forza a secco e lavoro facilitato e frenato) mostrarono entrambi un discreto progresso comunque nettamente superiore al gruppo di controllo il cui progresso fu modesto e solo dopo le 12 settimane e non dopo le 6 settimane. Le prestazioni tecniche furono misurate attraverso una prova sui 50 metri, la frequenza di bracciata e la profondità della stessa.

### Le palette

Uno studio ulteriore sulle "palette" è stato svolto recentemente da Gourgolis e al (2009) i quali hanno applicato palette di due differenti sezioni (116 cm<sup>2</sup> e 286 cm<sup>2</sup>) ad un gruppo di 10 nuotatrici; in tale gruppo furono valutati 25 metri alla massima intensità, durante i quali venivano registrati la velocità media, la lunghezza della bracciata la durata relativa delle singole fasi della bracciata da cui si è derivato un "indice di coordinazione", cioè l'intervallo di tempo fra le fasi propulsive delle 2 braccia, espresse come percentuale della durata media dell'intero ciclo della bracciata". Dall'analisi dei dati è emerso che la velocità media e la lunghezza della bracciata è aumentata, mentre la frequenza di bracciata è diminuita; quando furono indossate le palette più grandi, la durata della fase propulsiva è diminuita e la fase "non propulsiva" è incrementata mentre l'indice di coordinazione rimase immutato. Gli autori hanno tratto come conclusioni che l'aumento delle velocità di nuoto non era dovuto all'alterazione dell'indice di coordinazione. Tale risultato è in contrasto con quanto trovato da Chollet e al (2000) che tale indice di coordinazione ha proposto nel suo lavoro.

### Conclusioni

Rispetto a qualche tempo fa il numero degli studi scientifici che applicano condizioni concrete di allenamento in protocolli rigorosi sono incrementati, si hanno descrizioni più numerosi degli effetti sul-

la prestazione e sulla tecnica, per periodi medio-brevi che comunque però riflettono situazioni possibili in allenamento.

Ovviamente come è proprio della ricerca la struttura dello studio deve isolare poche variabili che si modificano, eventualmente, in modo più o meno elevato a seconda degli effetti della preparazione ed in particolare dell'esercizio sperimentale. Dai risultati degli studi riferiti si possono trarre poche ed incerte conclusioni, anche se ormai appare abbastanza chiaro l'efficacia dell'esercizio di forza, acquisito in quasi tutti i lavori come efficace nella prestazione (Sharp 1982, Tanaka 1993, Trappe 1994); inoltre studi in diverse discipline di resistenza hanno evidenziato un effetto sorprendentemente positivo di allenamento di forza massima ed esplosiva sulla resistenza, anche nelle discipline di durata superiore ai 10 minuti, agendo soprattutto sul costo energetico, non aumentandolo ma diminuendolo (Paavolainen 1999, Mikkola 2007, Hof 2002).

### Bibliografia

- Allen DG, Lamb GD, Westerblad H - Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms *Physiol Rev* 88, 287-322, 2008
- Chollet D, Chaliès S, Chatard JC - A new index of coordination for the crawl: description and usefulness *Int. J Sport-med* 21, 54:59, 2000
- Costill D, Sharp R, Troup J - Muscle strength contribution to sprint training, *Swim World*, 21:29-34, 1980
- Duchateau J - L'Entraînement de la force spécifique en Sport; *Fondement physiologiques et application pratiques*, ed INSEP n° 3, 1992
- Komi PV - Training of muscle strength and power: interaction of neuromotoric, hypertrophic, and mechanical factors. *Int J Sports Med.* 1986 Jun;7 Suppl 1:10-5
- Gibala MJ, Little JP, van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, Raha S, Tarnopolsky MA Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol.* Sep 15;575(Pt 3):901-11. 2006
- Girold S, Calmels P, Maurin D, Milhau N, Chatard JC Assisted and resisted Sprint training in Swimming *J of Strength and cons Res.* 20 (3) 547-544,2006
- Girold S, Maurin D, Duguè B, Chatard JC, Millet G - Effects of dry land vs resisted - sprint exercises on swimming sprint performance, 21(2) 599-605 (2007
- Gourgolis V, Ageloussis N, Kasimatis P, Vezos N, Antonouu P, Mavromatis G. - The influence of Hand paddles on the arm co-

- ordination in female front crawl swimmers, 23(3) 735-740, 2009
- Hof J, Gran A., H - Maximal strength training improves aerobic endurance performance, *Scand J Med Sci Sport* S12, 288-95,2002
- Manno R. - Lo sviluppo della forza nel nuotatore, *La tecnica del Nuoto*, n° Annual 2003
- Manno R. - la forza nel Nuoto elemento fondamentale, *La tecnica del Nuoto* n° Annual 2006
- Meinel K., Schnabel G - Teoria del movimento. *Società Stampa Sportiva Roma*
- Mikkola J., Rusko H, Nummela AT, Paavolainen LM, Hakkinen K - Concurrent endurance and explosive type strength training increase activation and fast force production of leg extensor muscle in endurance athlete, *J of Strength Cond Res* 21(2) 613-20 200
- Nabatnikova 1978. *Audauerentwicklung*, Sportverlag, 1978
- Paavolainen L, Hakkinen K, e al Explosive strength training improves 5-km running economy And muscle power, *J Appl Physiol*, (8), (5)1527-1533 1999
- Schnabel G, Harre D, Borde. *Scienza dell'allenamento*, Arcadia, Vignola 1999
- Tanaka H, Costill D, Thomas R, Fink WJ, Widrick W - Dry land resistance training for competitive swimmers, *Med Sci Sports and Exrerc* 25, 952-959 1993
- Trappe SW, Pearson DR, Effect of weigth assistetd Dry-Land Strength Training on swimming Performance, *J of strength and Cond Res* 8(4), 209-13, 1994

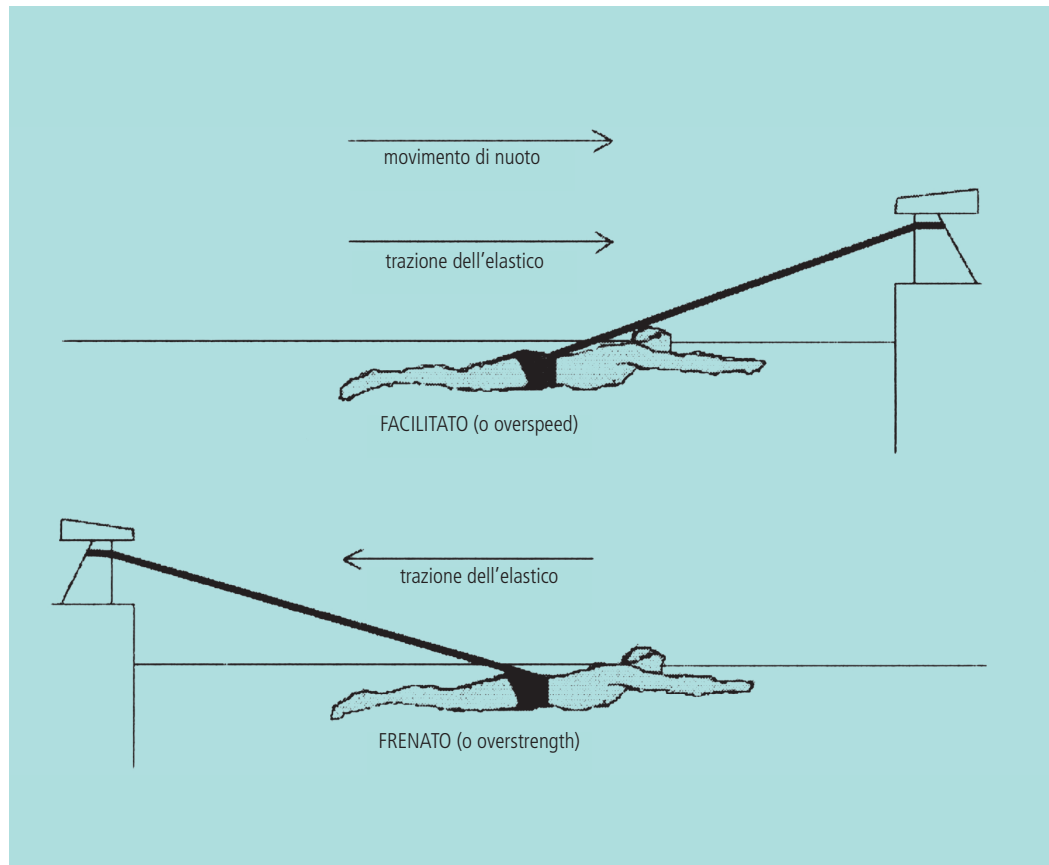


Figura 3. Schema della realizzazione del lavoro frenato e facilitato ( da Girold 2006)