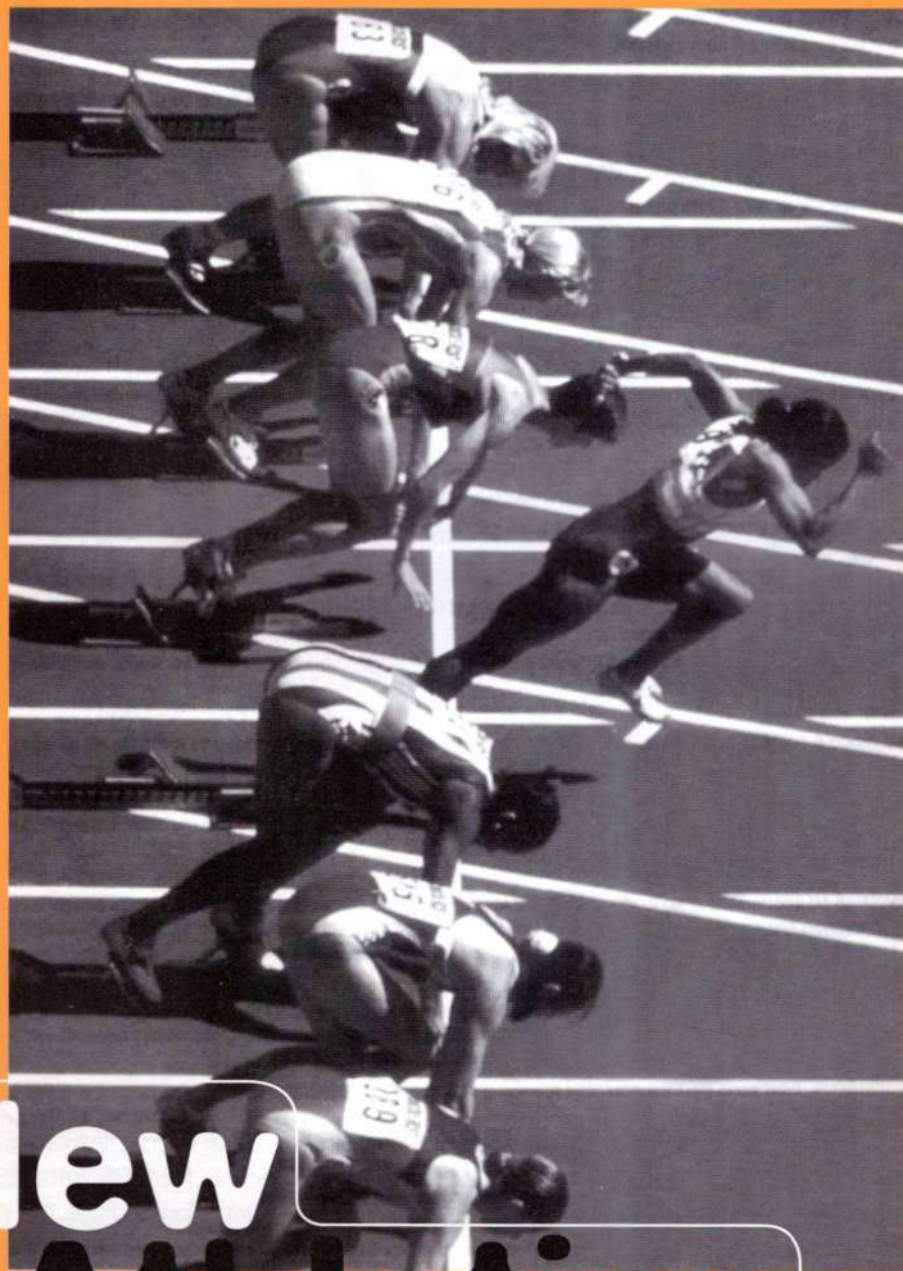


# Nuova Atletica

Ricerca in Scienze dello Sport

166

Reg. Trib. Udine n. 327 del 26.1.1974 - Sped. in a. p. - art. 2 comma 20/C legge 622/96 - filiale di Udine



# New Athletics

Research in Sport Sciences

ANNO XXIX - N. 166 - GENNAIO/FEBBRAIO 2001

rivista specializzata bimestrale dal friuli

ECCO I SERVIZI OFFERTI DAL CENTRO STUDI DELLA NUOVA ATLETICA DAL FRIULI, DA VENTOTTO ANNI AL SERVIZIO DELLA CULTURA SPORTIVA, RISERVATI AGLI ASSOCIATI.

## RIVISTA "NUOVA ATLETICA Ricerca in Scienze dello Sport"

- € 50.000 quota associativa annuale al Centro Studi Nuova Atletica del Friuli per ricevere la rivista "Nuova Atletica Ricerca in Scienze dello Sport".
- Per ricevere numeri arretrati: € 9.000 caduno, numeri doppi € 15.000

## VOLUMI DISPONIBILI

- Allenamento per la forza: manuale di esercitazioni con sovraccarico per la preparazione atletica di Giancarlo Pellis - Presentazione di Mihaly Nemessuri - 151 pagine, illustrato, € 15.000
- R.D.T.: 30 anni di atletica leggera di Luc Balbont - Un libro "storico" sulla storia dell'atletica leggera nell'ex Repubblica Democratica Tedesca - 202 pagine, 25 tabelle, 70 fotografie, € 12.000



- LA FORZA per Body Building, Sport e Fitness di Luciano Baraldo - Guida pratica all'allenamento con sovraccarico - 118 pagine, con numerose illustrazioni, € 25.000 (per conto del Centro Culturale d'Informazione Sociale, Tarvisio)

Sono esauriti (eventualmente disponibili in formato fotocopia):

- Biomeccanica dei movimenti sportivi - di G. Hochmuth
- La preparazione della forza - di W.Z. Kusnezow



## SERVIZIO DISPENSE

- L'Atletica Leggera verso il 2000: allenamento tra tecnica e ricerca scientifica. Atti del Convegno. Seminari di Ferrara 1994. Contributi di Enrico Arcelli, Malcolm Arnold, Carmelo Bosco, Antonio Dal Monte, Jean-Pierre Egger, Giuseppe Fischetto, Luciano Gigliotti, Elio Locatelli. - Pagg. 72, € 12.000
- Educazione fisica e psicomotoria nell'ambito delle pratiche sportive per disabili psichici, fisici e sensoriali  
Dispensa del Corso di aggiornamento didattico-sportivo per insegnanti ed educatori, Udine 1997. A cura di Riccardo Patat. - Pagg. 24, € 7.000
- Speciale AICS  
Una collezione di articoli sull'Educazione Fisica e l'Attività Giovanile tratti dall'inserito distribuito con la rivista "NUOVA ATLETICA Ricerca in Scienze dello Sport" a oltre 1.000 Scuole Medie di tutta Italia nel 1996. AA.W., a cura del Comitato Scientifico dell'Associazione Italiana Cultura e Sport. - Pagg. 42, € 5.000

Tutti i prezzi indicati non sono comprensivi delle spese di spedizione. - Pagamento in contrassegno o con versamento su c/c postale n. 10082337 intestato a: Nuova Atletica dal Friuli - via Forni di Sotto, 14 - 33100 Udine - Per i versamenti su c/c postale si invita ad indicare precisamente la causale del versamento. - Eventuali agevolazioni o sconti su grandi ordini sono possibili previo accordo con la segreteria di redazione.

"NUOVA ATLETICA Ricerca in Scienze dello Sport" collabora con la FIDAL Federazione Italiana di Atletica Leggera

*Direttore responsabile:*  
Giorgio Dannisi

*Comitato scientifico/  
Scientific committee:*  
*Italia*

Pietro Enrico di Prampero, Sergio Zanon, Pozzo Renzo, Gioacchino Paci, Claudio Gaudino, Nicola Bisciotti

*Francia - Svizzera*

Jean Marcel Sagnol, Anne Ruby, Patrice Thirier, Alain Belli, Claudio Gaudino, Michel Dorli, Edith Filaire, Liliane Morin, Jean Charle Marin, Jean Philippe, Genevieve Cogerino

*Collaboratori:*

Enrico Arcelli, Alessio Calaz, Marco Drabeni, Andrea Driussi, Maria Pia Fachin, Paolo Lamanna, Elio Locatelli, Riccardo Patat, Claudio Mazzauf, Mario Testi, Giancarlo Pellis, Carmelo Rado, Alessandra Pittini

*Redazione:*  
Stefano Tonello  
Patrizia Garofolo

Grafica ed impaginazione: Michel Polini

Sede: Via Forni di Sotto, 14 - 33100 Udine  
Tel. 0432 481725 - Fax 0432 545843

"NUOVA ATLETICA Ricerca in scienze dello Sport", "NEW ATHLETICS Research in Sport Sciences" è pubblicata a cura del Centro Studi dell'associazione sportiva Nuova Atletica dal Friuli ed è inviata in abbonamento postale prevalentemente agli associati.

Quota ordinaria annuale: £ 50.000 (estero £80.000)  
da versare sul c/c postale n. 10082337 intestato a Nuova Atletica dal Friuli, via Forni di Sotto 14, 33100 Udine.

Tutti i diritti riservati. È vietata qualsiasi riproduzione dei testi tradotti in italiano, anche con fotocopie, senza il preventivo permesso scritto dell'Editore. Gli articoli firmati non coinvolgono necessariamente la linea della rivista.



Rivista associata all'USPI  
Unione Stampa  
Periodica Italiana

Reg. Trib. Udine n. 327  
del 26/1/1974 Sped. in abb. post.  
Bimestrale - Pubb. inf. 50%

Stampa: Tipolitografia Soriano  
Viale Tricesimo, 101 - 33100 Udine

**New Athletics**  
Research in Sport Sciences

## S O M M A R I O

5

ISTRUZIONI PER GLI AUTORI

8

I SALTI NELL'ATLETICA LEGGERA  
TRACK AND FIELD: JUMPING EVENTS  
di Guido Brunetti, Paola Buonopera,  
Marco Baggio, Paola Cioffi

16

IL DOMINATORE DEL FUTURO  
di Francesco Angius

19

UN APPROCCIO INGEGNERISTICO  
ALL'ALLENAMENTO DI ATLETICA  
di Kevin Prendergast

23

VERSO UNA FISIOLOGIA  
DELLA QUALITÀ DEL MOVIMENTO  
di Sergio Zanon

29

LA POTENZA MUSCOLARE: ESPERIENZA DIDATTICA  
THE MUSCULAR POWER: DIDACTIC EXPERIENCE  
di P. Ambretti

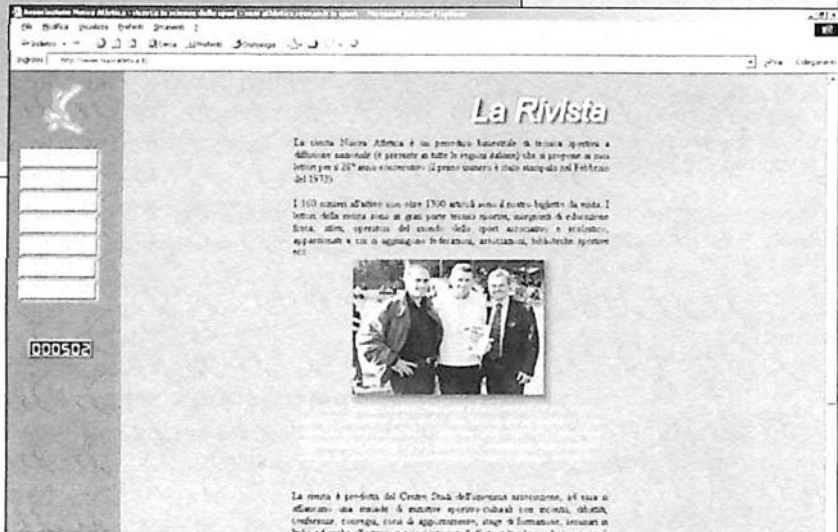
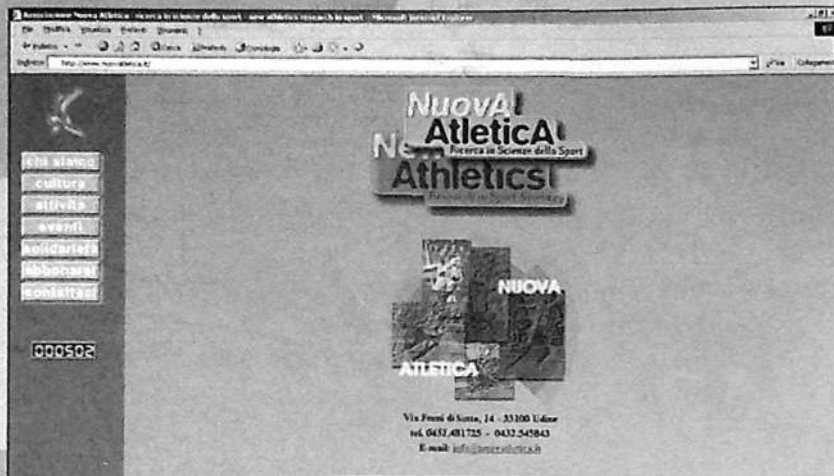
37

LA FORMAZIONE DEI RADICALI LIBERI:  
QUANDO L'OSSIGENO DIVENTA UN NEMICO  
THE FORMATION OF THE FREE RADICAL:  
WHEN OXIGEN BECOMES AN ENEMY  
di Bisciotti Gian Nicola Ph. D.

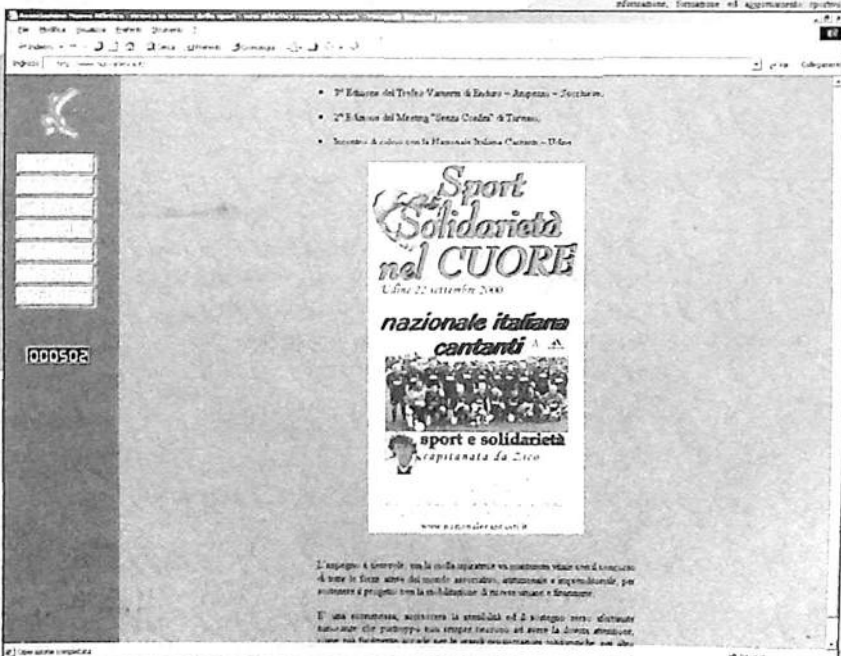
47

PRESI NELLA RETE  
di Riccardo Patat





www.nuovatletica.it



Uno strumento utile per l'atletica leggera



# ISTRUZIONI PER GLI AUTORI

## OBIETTIVI DELLA RIVISTA

La Nuova Atletica: Ricerca in Scienze dello Sport si propone di fornire un forum di pubblicazioni nell'ambito della ricerca scientifica, della medicina dello sport della teoria e metodologia dell'allenamento e della didattica applicate all'attività sportiva e/o all'attività motoria in senso lato.

Perseguendo tali obbiettivi la rivista è suddivisa in 4 sezioni:

- Fisiologia e Biochimica (la sezione comprende anche: Immunologia e Scienza dell'Alimentazione)
- Biomeccanica
- Teoria e Metodologia dell'allenamento (Training and Testing)
- Didattica del movimento umano (la sezione comprende anche Storia dell'Educazione Fisica e delle Discipline Sportive)

I manoscritti sottoposti alla rivista (in tre copie) dovrebbero contenere nuovi dati di tipo teorico o sperimentale che abbiano una rilevante applicazione pratica nell'ambito della Scienza dello Sport o della Medicina Sportiva. Nessuna parte sostanzialmente rilevante dei lavori sottoposti a pubblicazione deve essere già stata pubblicata su altre riviste. Se parte del lavoro presentato fosse già stato esposto o pubblicato nel corso di un Congresso Internazionale o Nazionale, i riferimenti di tale presentazione e/o pubblicazione devono essere citati nella sezione "riconoscimenti" (acknowledgement).

La sottomissione dei manoscritti verrà in prima istanza giudicata dall'Editore in base ai seguenti criteri:

- l'adeguatezza del tema nei confronti della linea editoriale della rivista
- la presentazione e l'aspetto linguistico

Se tali parametri risultano soddisfatti l'Editore provvederà ad inviare, sotto forma anonima, una copia del manoscritto a due referees qualificati sul tema trattato.

I lavori che non rispettino le istruzioni agli Autori date di seguito non potranno essere inoltrati ai referees.

Gli articoli anche se non pubblicati non vengono restituiti.

Per ogni numero della rivista il miglior articolo, indipendentemente dalla sessione di riferimento, verrà pubblicato anche in lingua Inglese, per questo motivo agli Autori interessati verrà richiesto di fornire, entro 40 giorni dalla data di comunicazione dell'accettazione, una versione dello stesso tradotta in Inglese.

## CATEGORIE DEGLI ARTICOLI ACCETTATI DALLA RIVISTA

**Articoli Originali (Original Articles):** Lavori di ricerca di tipo teorico o sperimentale (di base od applicativa) o di applicazione pratica. Saranno considerati sia i lavori originali (original work) sia quelli che comunque permettano una migliore o diversa definizione del tema affrontato (replication work).

Gli articoli originali non devono superare i 15.000 caratteri, referenze bibliografiche incluse.

**Approfondimenti sul tema (Review Article).** I lavori di Approfondimento devono riguardare argomenti particolarmente interessanti ed attuali, per questo motivo gli Autori a cui non venga specificatamente richiesto tale tipo di contributo, dovrebbero preventivamente contattare l'Editore per concordare il tipo di soggetto considerato in base agli interessi editoriali della rivista. Gli articoli di Approfondimento non devono superare i 30.000 caratteri, referenze bibliografiche incluse.

**Comunicazioni Brevi (Short Communications).** Report concisi e completi concernenti lavori sperimentali, nuove metodologie o casi studiati non eccedenti gli 8.000 carattere e con un massimo di 15 citazioni bibliografiche.

Lettere all'Editore (Letters to Editor). Sono gradite e di possibile pubblicazione le lettere all'Editore relative a materiale già pubblicato sulla rivista, a condizione che tali pubblicazioni non risalgano a periodi antecedenti i sei mesi dalla data di ricevimento della Lettera all'Editore stessa. La lettera all'Editore verrà inoltrata all'Autore dell'articolo in questione che provvederà ad una risposta nel tempo massimo di sei settimane. La Lettera e la relativa risposta verranno pubblicate sullo stesso numero della rivista. Sia la Lettera all'Editore che la relativa risposta non dovranno eccedere i 700 caratteri.

## ISTRUZIONI PER GLI AUTORI

### Istruzioni di carattere generali:

Ogni manoscritto dovrà essere corredato di una lettera contenente le seguenti informazioni:

- Il titolo dell'articolo ed il nome degli Autori
- La dichiarazione che il manoscritto non è stato sottoposto a nessun altro giornale o rivista per la pubblicazione
- Le eventuali presentazioni del lavoro o parte di esso a Congressi Internazionali e/o Nazionali (acknowledgement)
- La firma originale di ogni Autore
- Nome, Cognome ed indirizzo (possibilmente e-mail) dell'Autore a cui fare seguire comunicazioni

### Formato

Ogni manoscritto deve essere presentato in formato non superiore al 21 x 29,7 cm (DIM A4) con il margine sinistro di 3 cm, carattere 12 e spaziatura doppia. Le pagine devono essere numerate in sequenza numerando come pagina 1 la pagina di titolo. Il manoscritto deve essere consegnato in 4 copie ognuna comprensiva delle eventuali tavole ed immagini, che dovranno essere fornite a parte, su pagine numerate in numeri romani. Ogni immagine e/o tavola deve essere corredata da una breve didascalia e deve essere citata nel manoscritto.

### Pagina di titolo (obbligatoria per tutte le sezioni)

La pagina di titolo deve contenere:

- Il titolo dell'articolo in italiano ed inglese
- La sezione specifica della rivista alla quale il lavoro è indirizzato (Fisiologia e Biochimica, Biomeccanica, Training and Testing, Didattica del movimento umano)
- Il Cognome e l'iniziale del nome dell'Autore/i
- Il nome e la locazione dell'Istituto/i di appartenenza

### Strutturazione delle differenti sezioni componenti il manoscritto:

#### abstract (sezione obbligatoria per tutte le sezioni)

L'Abstract deve essere di tipo informativo e non deve contenere citazioni bibliografiche. Dovrebbe inoltre contenere i principali risultati riferiti nell'articolo stesso. Le abbreviazioni usate nell'ambito dell'articolo non devono essere utilizzate nell'Abstract che deve essere contenuto in un massimo di 200 parole. Lo stesso Abstract deve essere fornito anche in lingua inglese.

#### Introduzione (sezione obbligatoria per gli Articoli Originali)

Deve essere comprensiva delle informazioni di carattere generale contribuendo in modo sostanziale a supportare il contesto sviluppato nel proseguo del lavoro.

## **Materiale e metodi: (sezione obbligatoria per gli Articoli Originali)**

Questa sezione deve fornire tutte le informazioni relative alla popolazione considerata ed alle caratteristiche della sperimentazione effettuata. Nel caso in cui la sperimentazione sia stata effettuata su soggetti umani questa deve essere conforme agli standard del Committee on Human Experimentation ed il lavoro deve essere stato condotto in base alla Dichiarazione di Helsinki del 1975. Nel caso di sperimentazione su animali il protocollo deve essere conforme agli standard del Committee on Experimentation with Animals.

## **Statistica (sezione obbligatoria per gli Articoli Originali)**

Devono essere presentati in modo preciso ed esaustivo solamente i risultati che saranno oggetto di discussione, sia sotto forma di tabelle o grafica. Nessun commento da parte dell'Autore/i in merito ai risultati stessi deve apparire in questa sezione.

## **Discussione (sezione obbligatoria per gli Articoli Originali)**

Deve enfatizzare e sottolineare i principali risultati ottenuti nel corso della sperimentazione. I risultati non devono essere ripetuti sotto forma di grafici e figure già presenti nella sessione precedente. Dovrebbero essere chiaramente indicate le possibili implicazioni pratiche della ricerca. Si dovrebbero evitare speculazioni di tipo teorico non supportate da risultati sperimentali. Le conclusioni devono far parte della sezione "Discussione" senza essere oggetto di una sezione a parte.

## **Bibliografia (sezione obbligatoria per tutte le sezioni)**

Le referenze bibliografiche devono essere citate nel testo numericamente in carattere 10 apice. Tutte le citazioni presenti nel testo devono essere riportate in bibliografia nella quale altresì non devono essere presenti riferimenti bibliografici non presenti nel testo stesso.

I riferimenti bibliografici devono essere presentati in ordine alfabetico e numerati, i titoli delle riviste possono essere abbreviati in accordo con l'ultima edizione dell'Index Medicus. Gli Autori sono responsabili dell'accuratezza dei riferimenti bibliografici riportati. Possono essere citati in bibliografia sono articoli pubblicati od in corso di pubblicazione o libri, i lavori non ancora pubblicati devono essere citati nel testo come "osservazioni non pubblicate". Le comunicazioni personali (personal communication) devono essere citate in tal modo nel testo. Eccedere nei riferimenti bibliografici non pubblicati od in corso di pubblicazione può comportare la non accettazione del manoscritto.

## **Esempio di bibliografia:**

### *Articolo di rivista:*

Palmer GS, Denis SC, Noakes TD, Hawley JA. Assessment of the reproducibility of performance testing on a air-braked cycle ergometer. *Int J Sports Med* 1996; 17: 293-298

### *Libro*

Dingle JT Lysomes. American Elsevier (ed). New York, 1972, p 65

### *Capitolo di libro*

Zancetti A, Baccelli G, Guazzi M, Mancia G. The effect sleep on experimental hypertension. In: Onesti G, Kim KE, Moyer JH (ed). *Hypertension: Mechanism and Management*. New York, Grune & Stratton, 1973, p 133-140



# I SALTI NELL'ATLETICA LEGGERA

# TRACK AND FIELD: JUMPING EVENTS

GUIDO BRUNETTI, PAOLA BUONOPERA, MARCO BAGGIO, PAOLA CIOFFI  
ISTITUTO UNIVERSITARIO DI SCIENZE MOTORIE, ROMA

*La descrizione del modello di prestazione di ciascuna disciplina dell'Atletica Leggera è indispensabile per risolvere differenti problemi: comprendere la tipologia degli atleti che possono raggiungere elevati risultati; quali capacità motorie allenare e che tipo di esercitazioni scegliere; decidere gli obiettivi da raggiungere per ciascun atleta o gruppo di atleti, in base all'età ed al grado di qualificazione. Scopo di questo articolo è di richiamare alla memoria gli aspetti fondamentali riguardanti le discipline di salto in genere, ed il salto in lungo in maniera più specifica.*

*Describing performance models for each track and field event is necessary, if you wish to provide a solution to a variety of problems, such as how to understand the characteristics of top athletes and determine what motor capabilities to train, what exercises to choose, what objectives each athlete or group of athletes is to achieve, according to their age and performance. The purpose of this article is to call to mind the basics of jumping events and, more specifically, long jump.*

**L'**atletica leggera è considerata la "regina" degli sport, poiché i suoi gesti motori fondamentali (correre, saltare, lanciare, superare ostacoli) costituiscono la base di ogni altra disciplina sportiva.

Per molti, il settore dei salti possiede un fascino particolare a causa dell'impegno dell'atleta a vincere la forza di gravità, librandosi per qualche istante in aria come solo gli uccelli possono fare. E' possibile suddividere questo gruppo di specialità in salti in elevazione e salti in estensione: alla prima categoria appartengono le gare che prevedono il superamento di una barriera che si innalza nel corso della gara (salto in alto e salto con l'asta), alla seconda quelle che prevedono il superamento della massima estensione di terreno (salto in lungo e salto triplo).

Così come nei lanci scopo dell'atleta è di proiettare l'attrezzo il più lontano possibile, nei salti l'atleta proietta sé stesso il più lontano o il più in alto possibile. I fattori della parabola di volo del CGG di un attrezzo e di un saltatore sono gli stessi: velocità di uscita, altezza di uscita, angolo

di volo. È corretto, quindi, proporre anche nei salti la formula della gittata, dove:

$$W = \frac{V^2 \sin 2\alpha}{g}$$

Considerando invariate la forza di gravità e il valore di  $\sin 2\alpha$ , dipendente dall'angolo di uscita, risulta evidente l'importanza dell'incremento della velocità di uscita al fine di aumentare la prestazione (Dyson, 1971).

I quattro salti olimpici (alto, lungo, triplo, asta) presentano caratteristiche comuni; in ciascuna specialità possono essere individuati alcuni momenti ben determinati che assolvono a funzioni diverse:

1. la rincorsa;
2. lo stacco;
3. il volo;
4. l'atterraggio.

Tuttavia, in riferimento alle esigenze metodologiche di stabilire gli obiettivi principali del processo

di addestramento ed allenamento, in relazione alle esigenze tecniche della disciplina, possiamo distinguere una fase preparatoria che è rappresentata dalla rincorsa, cui segue la fase principale di stacco; con la perdita di contatto col terreno inizia la fase finale di volo e di chiusura o atterraggio (Meinel, 1984).

1. La rincorsa, più o meno lunga, ha il compito di mettere l'atleta nelle migliori condizioni per effettuare lo stacco sia da un punto di vista meccanico, attraverso la più adatta posizione dell'intero sistema, sia da un punto di vista dinamico, con il raggiungimento della massima velocità orizzontale ( $V_x$ ) controllabile (velocità ottimale), attraverso una corretta ritmica esecutiva.

Il saltatore raggiunge progressivamente la velocità ottimale per le sue capacità di eseguire l'azione di stacco mantenendo un atteggiamento decontratto, aumentando la frequenza del passo nella parte conclusiva della rincorsa, correndo sempre a ginocchia alte con un'azione "graffiata" che richiama la tipica azione dello stacco.

Durante la fase aciclica della rincorsa, approssimativamente gli ultimi sei passi ma in particolare gli ultimi due, il saltatore crea un anticipo più o meno marcato dell'appoggio dell'arto di stacco rispetto alla perpendicolare passante per il baricentro del corpo, quasi sempre attraverso un impulso più marcato nel penultimo appoggio dell'arto di stacco. L'ultimo passo è di solito più corto e più radente del penultimo, per una incompleta estensione nella spinta dell'arto "libero" ed una veloce ricerca dell'appoggio dell'arto di stacco.

2. Con l'azione dell'arto di stacco, che si sviluppa dall'alto verso il basso con una presa di contatto normalmente di tutta pianta, l'atleta imprime al baricentro del corpo un impulso verso l'alto (velocità verticale,  $V_y$ ), che andrà ad aggiungersi alla velocità orizzontale della rincorsa. L'azione degli altri segmenti del corpo-arto inferiore "libero", arti superiori, tronco-coadiuva lo stacco attraverso un trasferimento d'inerzia derivante dal repentino e transitorio blocco del movimento, con caratteristiche differenti in base alla specialità.

Il maggiore o minore anticipo creato nei passi speciali determinerà sul terreno l'entità dell'angolo di impostazione dell'arto di stacco. Tale angolo è formato dalla parte posteriore dell'arto

di stacco e dal terreno, e sarà più chiuso con il prevalere della necessità di una maggiore componente verticale. Al contrario l'angolo di spinta, formato dalla parte anteriore dell'arto di stacco con il terreno, sarà maggiormente aperto. Di conseguenza, nei salti in elevazione (alto ed asta) avremo la prevalenza della componente verticale e nei salti in estensione (lungo e triplo) della componente orizzontale.

Fa eccezione il salto con l'asta, per la necessità dell'atleta di flettere l'attrezzo al momento dello stacco-imbucata, con un comportamento simile a quello del lunghista per quanto concerne l'angolo di volo.

La velocità risultante dalle due componenti orizzontale e verticale si definisce velocità di uscita. La parabola di volo dell'atleta dipende, oltre che dalla velocità di uscita, dall'angolo di volo e dall'altezza di uscita del CGG. Mentre l'angolo di volo dipende dal rapporto fra velocità orizzontale e velocità verticale, l'altezza di uscita è legata alle caratteristiche antropometriche dell'atleta (in particolare alla lunghezza degli arti inferiori) e alla interpretazione della tecnica esecutiva (Tucciarone, 1999).

		$\alpha$ impostazione	$\alpha$ spinta	$\alpha$ volo
TRIPLO	(>m 17)	68°	62°	17°
LUNGO	(>m 8)	62°	70°	22°
ALTO	(>m 2,30)	58°	92°	60°

3. Nella fase di volo il saltatore deve mantenere l'equilibrio fra i segmenti del corpo dominando le rotazioni create allo stacco e prepararsi, nei salti in estensione, ad una chiusura ottimale. Nei salti in elevazione, egli dovrà coordinare il movimento dei segmenti corporei per agevolare il suo passaggio oltre l'asticella.

È bene precisare che, dal momento in cui il corpo perde contatto con il terreno, non è più possibile modificare la traiettoria del centro di gravità: all'atleta non resta altro che far compiere ai propri segmenti corporei evoluzioni intorno al CGG, in funzione degli scopi che si prefigge.

4. La chiusura o atterraggio conclude il gesto tecnico dei salti, ma assume una diversa valenza in base alla specialità praticata: nei salti in estensione l'atleta deve raggiungere il punto più lontano possibile dalla pedana di battuta,

senza inficiare il risultato con rovinose cadute all'indietro, mentre nei salti in elevazione egli deve unicamente salvaguardare la propria incolumità fisica ricadendo correttamente sui materassi paracadute.

(Vittori, 1990), si adatta perfettamente non solo alle gare di velocità ma anche ai salti, viste le alte velocità raggiunte dai saltatori prima dello stacco, sia pure con le differenze esecutive caratteristiche delle singole specialità.

## CARATTERISTICHE COMUNI AI QUATTRO SALT

Rincorsa	rettilinea o curvilinea
Preparazione allo stacco	passi speciali angolo di impostazione
Stacco	angolo di stacco angolo di volo velocità di uscita altezza del baricentro
Fase di volo	attitudini di volo tecniche di valicamento
Atterraggio	differenti tecniche, anche in relazione alla zona di caduta

(da Locatelli, 1984, mod.).

Il riuso di energia elastica, gli aspetti nervosi e muscolari (alta velocità di conduzione degli stimoli, fibre di tipo rapido, notevole disponibilità di energia di tipo anaerobico); le capacità coordinative legate al controllo di rincorsa e stacco e, in maniera più evidente, alle azioni caratteristiche del volo e dell'atterraggio; le caratteristiche antropometriche (statura medio-elevata, rapporti favorevoli fra tronco ed arti, peso contenuto); le caratteristiche psicologiche di determinazione e concentrazione; l'insieme di

## LE CAPACITÀ MOTORIE DEL SALTATORE

La forza muscolare nelle sue varie espressioni, in particolare nell'estrinsecazione di tensioni elevate in tempi ridotti, costituisce la base del movimento umano.

Fra le molte classificazioni esistenti, la definizione di forza "reattiva", che si identifica in un doppio ciclo di contrazione eccentrica - concentrica

queste capacità rende evidente come il saltatore di elevata qualificazione sia il frutto dell'incontro di ottime qualità fisiche e di un allenamento ben programmato.

Da non dimenticare la prevenzione degli infortuni, che passa attraverso una notevole robustezza articolare, la perfetta acquisizione della tecnica di salto e della tecnica specifica delle esercitazioni

di potenziamento, lo sviluppo armonico dell'atleta, una corretta programmazione delle attività (che preveda, in particolare, la cura della muscolatura motoria intrinseca del piede, lo sviluppo degli aspetti propriocettivi legati all'appoggio, una stimolazione adeguata dell'apparato mioenterico anche in età prepuberale).

A livello "giovanile", infatti, quasi sempre i problemi sono legati all'assenza di carichi di lavoro adeguati che si traducono in una crescita sbilanciata delle strutture anatomiche e della costruzione del movimento, piuttosto che ad un eccesso di quantità ed intensità del lavoro.





## CARATTERISTICHE DEI SALTATORI

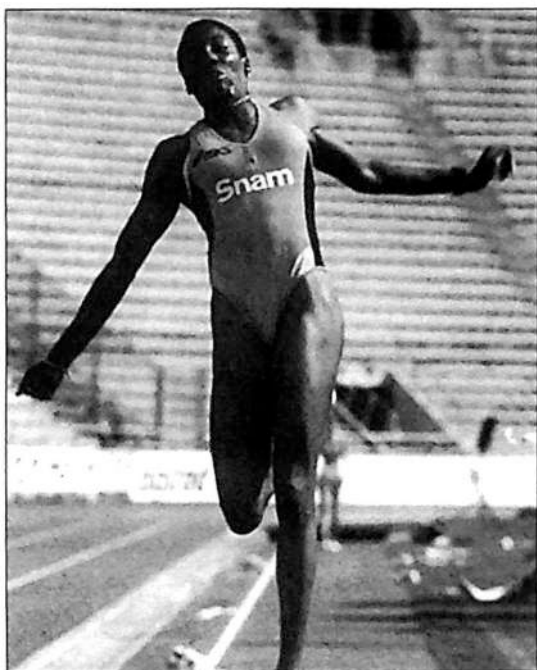
- Forza reattiva: velocità – rapidità;
- elasticità muscolare;
- robustezza articolare;
- capacità coordinative;
- caratteristiche psicologiche;
- caratteristiche antropometriche.

## DIDATTICA ELEMENTARE PER I SALTI

Nell'approccio ai salti in generale ricordiamo alcuni degli obiettivi intermedi, tipici dell'età prepuberale, che è necessario raggiungere prima di dedicarsi all'impostazione della tecnica specifica (Brynemo, 1993; Paissan, 1994).

- **Correre superando ostacoli (bassi!)** – l'obiettivo primario del futuro saltatore è quello di non perdere velocità nella fase di avvicinamento allo stacco; uno dei requisiti indispensabili si può costruire attraverso sprint su piccoli ostacoli, anche sotto forma di staffetta, tali da non condizionare negativamente la corsa degli allievi.
- **Saltare in basso** – la carenza di forza muscolare rappresenta un limite alla "saltabilità" e allo sviluppo del controllo del corpo in fase di volo; tale problema si può risolvere saltando da altezze variabili (muretti, panche, etc.) su zone di caduta morbide e sicure, come il prato, la sabbia, materassi paracadute...richiedendo o stimolando l'acquisizione di differenti atteggiamenti dei segmenti del corpo in volo (aperture, chiusure, rotazioni).
- **Uso di rialzi** – pedane da ginnastica, cubi di legno, panche possono essere utilizzati, anche in combinazione fra di loro, nell'esecuzione di stacchi preceduti da passi di rincorsa, con lo scopo di aumentare la fase di volo o precisare il punto di stacco.
- **Minitrampolino elastico** – una volta raggiunto un sufficiente controllo dell'azione di stacco, il minitrampolino può procurare sensazioni di volo nettamente superiori, a patto di disporre di zone di caduta adeguate!
- **Asta** – la sensazione di prolungamento della fase di volo data dall'uso di aste, anche improvvisate (tronconi di aste, "cantinelle", asticelle di dimensioni ridotte), nell'esecuzione di alcuni degli esercizi specifici di approccio è esaltante, e non è necessario avere a disposi-

zione l'impianto completo: il prato, o la zona di caduta dei salti in estensione sono più che sufficienti.



## SALTO IN LUNGO

Nel salto in lungo la fase preparatoria è costituita dalla rincorsa rettilinea, suddivisa in due parti, ciclica ed aciclica: nella prima si incrementa il parametro ampiezza, per aumentare successivamente la frequenza e non perdere velocità durante l'esecuzione dei passi speciali (fase aciclica). La tecnica di corsa "circolare" del lunghista è caratterizzata dalla posizione del busto eretto e dalle ginocchia più alte rispetto alla corsa del velocista, con un'azione graffiata che, come già accennato, richiama quella dello stacco.

Per i principianti, fino alla categoria ragazzi e cadetti, si consigliano rincorse non troppo lunghe, fino ad un massimo di 12-14 passi, mentre per gli atleti evoluti la rincorsa può comporsi di 20-22 passi. La rincorsa può essere eseguita partendo da fermo, il che consente una maggiore precisione, o con alcuni passi di avvio, che ne favoriscono la fluidità ma che, specie per i principianti, potrebbero diminuirne la precisione rispetto all'asse di battuta.

Inoltre, una velocità orizzontale troppo elevata rispetto alle capacità tecniche dell'atleta non permette di eseguire correttamente l'azione di

stacco, con il risultato di conseguire una insufficiente velocità verticale e di raggiungere parabole di volo troppo schiacciate per consentire una performance ottimale.

La capacità di eseguire con precisione la rincorsa è correlata con lo sviluppo di una solida tecnica specifica, che consenta all'atleta di staccare sfruttando appieno la pedana di battuta. Da non dimenticare l'insieme delle capacità percettivo-cinetiche, fondamentali nell'approccio all'asse di battuta per gli eventuali adattamenti caratteristici degli ultimi appoggi.

L'azione di stacco, che costituisce la fase principale, vede, come già accennato, la veloce discesa dell'arto di stacco dall'alto verso il basso, con contatto di tutta pianta con la zona di battuta. L'arto libero flessa realizza, in coordinazione con la spinta dell'arto di stacco, una azione "tandem": lo stacco è quindi facilitato dal blocco dell'avanzamento dell'arto libero, con un trasferimento di inerzia che facilita la spinta dell'arto in appoggio al terreno.

Da ricordare come una buona mobilità a livello del bacino e dell'anca aumenti il percorso dell'arto libero, con effetti positivi sull'azione di stacco (Holzammer, Pfister, 1987-1993). Gli arti superiori eseguono un movimento equilibratore bloccandosi per un attimo, flessi, in modo contrapposto.

L'azione di stacco determina la parabola di volo: essa è la risultante delle due componenti di velocità orizzontale e verticale, ma il risultato del salto dipende altresì dalla successiva fase finale. Dopo la perdita di contatto con il terreno non è più possibile modificare la parabola di volo del baricentro, soggetta principalmente alla forza di gravità, ma le azioni compiute dagli atleti hanno il compito di mantenere l'equilibrio delle masse del corpo intorno al CGG per consentire la migliore esecuzione delle azioni di chiusura ed atterraggio. Le tendenze individuali porteranno a scegliere la tecnica più adeguata, in rapporto alla durata della fase di volo.

Se la tecnica di salto più semplice e quindi più utilizzata a livello iniziale rimane quella a raccolta, è giusto però consigliare, per i più dotati ed in relazione all'ampiezza del salto, la tecnica hang e quella dei passi in aria che consentono, durante il volo, di equilibrare le masse del corpo in maniera più adeguata.

La tecnica a raccolta prevede il mantenimento della posizione di stacco sino al raggiungimento

dell'apice della parabola di volo, quindi il riporto dell'arto di stacco vicino a quello libero ed il loro simultaneo riporto avanti per preparare l'atterraggio.

La tecnica hang (o estensione o veleggiamento) consiste, dopo lo stacco, nella simultanea distensione verso il basso-dietro dell'arto libero e del braccio controlaterale; ciò provoca l'avanzamento del bacino al momento in cui l'atleta ha raggiunto il vertice della parabola di volo. A questo punto, durante la seconda metà della parabola, l'atleta porta gli arti inferiori in avanti passando leggermente per fuori (con una salda tenuta a livello addominale) e, aiutato dall'azione per dietro-alto degli arti superiori, si chiude con il tronco così da prepararsi all'atterraggio.

Nella tecnica dei passi in aria (1 e 1/2, 2 e 1/2, 3 e 1/2) si prosegue la corsa in aria in sincronia con un'azione "circolare" degli arti superiori, per poi eseguire la chiusura e l'atterraggio, come per le tecniche precedenti. Nell'1 e 1/2, ad esempio, l'arto libero da avanti viene portato dietro e successivamente in avanti, mentre l'arto di stacco da dietro deve essere riportato avanti.

È la lunghezza del salto a determinare il numero dei passi che ciascun atleta può compiere vantaggiosamente: infatti, il salto a raccolta non è altro che la tecnica del "mezzo passo in aria", con il riporto avanti dell'arto di stacco all'altezza dell'arto libero.

L'atterraggio avviene con il gli arti inferiori distesi, piedi in flessione dorsale, busto flessa avanti con il capo in linea, arti superiori in avanti. Per primi sono i piedi dell'atleta a prendere contatto (con precedenza dei talloni) con la sabbia morbida per poi eseguire finali differenti:

- 1) prendere contatto con la sabbia ad arti tesi, piegarli entrambi sino a portare il bacino sui talloni, quindi calciarli energicamente verso avanti allo scopo di poggiare il bacino sull'impronta dei piedi;
- 2) prendere contatto con la sabbia ad arti tesi quindi piegarne uno per produrre una sorta di scivolata-rotolamento verso fuori-avanti;
- 3) prendere contatto con la sabbia ad arti tesi, piegarli entrambi sino a portare il bacino all'altezza dei talloni per eseguire un'azione ad "onda" che porti dapprima il bacino, quindi il busto oltre la linea dei piedi.

## ALLENAMENTO TECNICO E ORGANICO - MUSCOLARE DEL LUNGHISTA

È appena il caso di ricordare come una moderna periodizzazione dell'allenamento preveda nei vari periodi dell'anno, sia pure in percentuali differenti, la presenza congiunta di esercitazioni tecniche specifiche e di incremento o mantenimento delle capacità organico - muscolari.

Sono lontani i tempi in cui per mesi il saltatore nemmeno si avvicinava alla pedana, e addirittura molti raccomandano di utilizzare frequentemente i salti con rincorse complete, i cui aspetti cinematici e dinamici differiscono in maniera significativa rispetto ai salti con rincorse ridotte (Zotko, 1993).

La classificazione delle esercitazioni in base al grado di correlazione con il gesto tecnico aiuta senza dubbio l'allenatore nella scelta più opportuna dei mezzi di allenamento da utilizzare in ciascun periodo. Tecnica, forza e velocità rimangono i tre elementi fondamentali dell'allenamento, la cui gestione influenzerà profondamente lo sviluppo ed i risultati del saltatore. Di seguito, elenchiamo una serie di esercitazioni in correlazione crescente con la tecnica di gara.

- Preatletismo generale;
- Esercizi di impulso;
- Andature e tecnica di corsa;
- Balzi successivi ed alternati, con e senza rincorsa;
- Combinazioni di balzi con e senza rincorsa;
- Combinazione di esercizi di stacco con passi di corsa (es. passo-stacco) con arrivo sull'arto di stacco e/o sull'arto libero;
- Andature di stacco con e senza ostacoli;
- Andature di stacco con riferimenti verticali;
- Esercitazioni di forza generale e speciale con sovraccarico;
- Salto in lungo da fermo, con stacco a piedi pari o ad un piede;
- Esercizi di stacco con 1, 2, 3, .... 6 passi di rincorsa, arrivo sulla sabbia con precedenza dell'arto di stacco, dell'arto libero, a piedi pari;
- Esercizi di salto in lungo da fermo da un piano rialzato, per allungare il tempo di volo e favorire l'acquisizione dei movimenti del corpo in aria;
- Idem con brevi rincorse (6 - 8 appoggi) con rialzi o pedane elastiche;
- Esercitazioni "pliometriche" (salto in basso con rimbalzo) generali e speciali;
- Salti con rincorse brevi (6 - 8 appoggi) e con uno o due ostacoli di altezza adeguata all'inizio della zona di atterraggio, per favorire lo stacco verso l'avanti-alto;

- Esercitazioni a coppie sulla sabbia per apprendere le differenti tecniche di atterraggio;
- Salti completi con brevi rincorse (max. 10-12 appoggi) con e senza pedane elastiche;
- Salti completi con rincorse complete (16-22 appoggi).

Speriamo che queste brevi note siano riuscite a dare un'idea dell'organicità necessaria all'allenamento di un saltatore, ma anche della bellezza intrinseca nel saltare, una delle abilità motorie più affascinanti della motricità umana ●



## BIBLIOGRAFIA

- AA.VV.: Salto in lungo, in Manuale dell'istruttore; suppl. ad *Atleticastudi* n. 5/94, pp. 101 - 112
- Brynemo E. et Al.: Corri salta lancia; Società Stampa Sportiva, Roma 1993
- Brynemo E. et Al.: Corri salta lancia 2; Società Stampa Sportiva, Roma 1993
- Dyson, H.G.: Principi di meccanica in atletica; Ed. Atletica Leggera, Milano 1971
- Locatelli E. et Al.: I salti, in *Attività giovanile, manuale per l'allenatore*, *Atleticastudi*, 5/1983
- Locatelli E. et Al.: I salti, in *Dispense tecniche*, *Atleticastudi* n. 4/1984, pp. 303 - 383
- Holzhammer H., Pfister H.: Salto in lungo, in *Programma quadro allenamento di costruzione salti*, *Atleticastudi*, nn. 1/2/1993, pp. 29 - 39
- Paissan G.: I salti nelle categorie giovanili, suppl. ad *Atleticastudi* lug 1994
- Meinel, K., Schnabel G.: Teoria del movimento, SSS, Roma 1984, pp. 98 - 126
- Ponchio D. et Al.: I salti, in *Manuale dell'allenatore*; supplemento ad *Atleticastudi* lug/dic 1992
- Tucciarone G., Salti, in Bellotti P., Matteucci E.: *Allenamento sportivo, Teoria Metodologia Pratica*; Collana Scienze dello Sport, U.T.E.T., Torino 1999, pp. 185 - 200
- Vittori C.: L'allenamento della forza nello sprint, *Atleticastudi* n. 1/2 1990, pp. 3-24
- Zotko R.: Strategia di sviluppo dei salti, *Atleticastudi* n. 5/1993, pp. 227 - 246



*Gentili lettori siamo di seguito a presentare un interessante dispensa contenente appunti riguardanti varie discipline dell'atletica leggera. Iniziamo con il pubblicare il capitolo sui salti in generale e quello sul salto in lungo.*

*Nelle pagine che seguono troverete comunque un indice con tutti gli argomenti trattati.*



**Cattedra di Teoria, Tecnica e Didattica  
dell'Atletica Leggera**

Titolare prof. Guido Brunetti

## APPUNTI DI ATLETICA LEGGERA



a cura di Guido Brunetti, Paola Buonopera,  
Marco Baggio, Paola Cioffi

anno accademico 1999/2000

## INDICE

Indice	pag. 2
Introduzione all'Atletica Leggera	" 3
La corsa	" 5
Partenza dai blocchi	" 9
Didattica della corsa - Allenamento	" 15
Staffetta 4x100 e 4x400	" 17
Corse di media e lunga distanza	" 19
Marcia	" 28
Gare con ostacoli	" 30
Prove multiple	" 38
Discipline di salto	" 40
Salto in lungo	" 45
Salto triplo	" 48
Salto in alto	" 54
Salto con l'asta	" 57
Discipline di lancio	" 63
Lancio del peso (tecnica dorsale)	" 66
Lancio del disco	" 70
Lancio del peso (tecnica rotatoria)	" 74
Lancio del giavellotto	" 75
Lancio della pallina	" 78
Lancio del martello	" 80
Glossario	" 83
Per saperne di più	" 96
Record mondiali '99 outdoor maschili e femminili	" 97

## INTRODUZIONE ALL'ATLETICA LEGGERA

L'atletica leggera è considerata la "regina" degli sport, poichè i suoi gesti motori fondamentali (correre, saltare, lanciare, superare ostacoli) costituiscono la base di ogni altra disciplina sportiva.

Le CORSE sono il momento più naturale, istintivo e spontaneo di questo sport: per la semplicità del gesto, la corsa è l'attività più diffusa in campo mondiale.

Le corse del programma olimpico sono così suddivise.

Corse piane di velocità (m 100 e 200) e di velocità prolungata (m 400), con le gare di staffetta (4x100 e 4x400 metri); corse di media (m 800 e 1.500) e di lunga distanza (m 5.000 e 10.000 piani, maratona).

Altra specialità, attinente a quelle di resistenza, è la marcia, maschile e femminile, che si disputa sia in pista che su strada, su distanze variabili dai 10 ai 50 chilometri. Essa è caratterizzata dall'assenza della fase di volo, alternando fasi di monoappoggio e fasi di doppio appoggio.

Abbiamo poi la fascia delle corse con ostacoli: quelle veloci (m 110 e 400 maschili, m 100 e 400 femminili) e le gare delle siepi (m 3.000 siepi maschili e 2.000 femminili), queste ultime derivanti dalla trasposizione in pista delle gare di cross.

Altra branca dell'Atletica Leggera è costituita dai SALT, che si possono suddividere in salti in elevazione e salti in estensione. Alla prima categoria appartengono quelle specialità che prevedono il superamento di una barriera che si innalza nel corso della gara (salto in alto e salto con l'asta), alla seconda quelle che prevedono il superamento della massima estensione di terreno (salto in lungo e salto triplo).

L'ultimo gruppo di specialità è costituito dai LANCI. Si tratta di quattro attività fondamentali, che si svolgono su pedane particolari di diverso sviluppo, usando attrezzi da lancio di diverso peso e dimensioni. Possiamo distinguere lanci con traslocazione rotatoria (disco, martello e peso con tecnica rotatoria) e con traslocazione rettilinea (peso con tecnica dorsale e giavellotto).

Infine, bisogna considerare le PROVE MULTIPLE, la disciplina più complessa e completa fra tutte; a livello seniores si distinguono due gare: decathlon per gli uomini ed eptathlon per le donne. Il decathlon, come dice la parola stessa, comprende dieci gare: m 100, lancio del peso, salto in lungo, salto in alto, m 400, m 110 ostacoli, lancio del disco, salto con l'asta, lancio del giavellotto e m 1500. Le prime cinque si svolgono, una di seguito all'altra, nella prima giornata; le altre cinque nella seconda. L'eptathlon è invece composto di sette gare: m 100 ostacoli, lancio del peso, salto in alto, m 200, salto in lungo, lancio del giavellotto, m 800. Le prime quattro gare si disputano nella prima giornata, le restanti tre nella seconda.

Esistono inoltre, al di fuori del programma olimpico, numerose altre gare con diverse distanze, come ad esempio: m 200 con ostacoli, il miglio, la staffetta svedese (800m, 600m, 400m, 200m indoor), i m 60, etc.

Per quanto riguarda le categorie giovanili, le distanze, il peso degli attrezzi, l'altezza e la distanza degli ostacoli variano molto per adattare il più possibile la difficoltà della prova alle reali capacità dei giovani atleti. Dal 1994 l'età di appartenenza alle varie categorie risulta così definita:

CATEGORIA	UOMINI (anni)	DONNE (anni)
Esordienti	10 -11	10 -11
Ragazzi	12-13	12-13
Cadetti	14-15	14-15
Allievi	16-17	16-17
Juniors	18-19	18-19
Seniores Promesse	20-22	20-22
Seniores	22-40	22-35

Tab. 1: Suddivisione in categorie. Juniores, Seniores promesse e Seniores costituiscono la categoria Assoluti

L'atletica leggera è uno sport individuale con una caratteristica ben precisa: la oggettiva misurabilità delle singole prestazioni. In questo sport sono di fondamentale importanza l'impegno, la volontà, il carattere e la determinazione dell'atleta sia nell'allenamento sia nella partecipazione alla gara

# IL DOMINATORE DEL FUTURO

DI FRANCESCO ANGIUS

TECNICO SPECIALISTA SETTORE LANCI DELLA FIDAL E COLLABORATORE FEDERALE

*Viene analizzato dal punto di vista tecnico il lancio di 68,32 mt di Kruger a Sidney.*

*Si mettono in rilievo gli aspetti tecnici con continui riferimenti alla biomeccanica e si sottolineano gli errori che corretti possono portare l'atleta in questione ad un ulteriore miglioramento*

*It is analyzed the technique of the 68,32 mt throw by Kruger in the 2000 Olympic Games in Sidney.*

*It is underlined the technical aspect with biomechanical reference and the correction of the mistakes that could lead the athlete to better his performance.*

Nelle ultime olimpiadi di Sidney nella specialità del lancio del disco si è avuta la vittoria di Alekna ma l'atleta che più ha impressionato è stato il secondo classificato, il sudafricano Kruger, autentico uomo nuovo della specialità, messi in mostra quest'anno con grandi risultati metrici.

È interessante valutare la sua tecnica per scoprire i segreti e le lacune del possibile "dominatore" degli anni a venire in tale disciplina e soprattutto per accrescere un dibattito sugli aspetti veri del risultato (appunto la tecnica) che spesso (anche nel nostro caso come vedremo) sono messi in secondo piano e non considerati il punto cruciale del lavoro di un atleta.

## LA TECNICA

È analizzato il lancio che gli ha dato la seconda piazza (cinogramma allegato a fondo articolo).

Alla partenza il suo corpo appare leggermente spezzato in due a livello del bacino che risulta, dal punto di vista frontale, centrale e mediale tra la base di appoggio creata dai piedi, ma, con una visione laterale e considerando il piano sagittale, sporgente un po' indietro verso il centro della pedana.

Ottima l'interdipendenza tra gli arti inferiori e quelli superiori, testimoniata dall'eccezionale torsione a sx del braccio dx lanciante al momento dell'oscillazione iniziale.

Questo sta a testimoniare anche la gran mobilità dell'atleta e la sua facilità ad aprire le grandi catene muscolo - articolari mantenendo delle posizioni veramente corrette ed efficaci.

Consequente di quest'ottimo movimento è il lunghissimo tragitto del disco e la creazione di notevoli anticipi degli assi (spalle, anche, piedi) che dovrebbero essere poi sfruttati nel finale.

La gamba dx rimane solida con la pianta al terreno, mentre la sx è ruotata verso dx con l'appoggio sull'avampiede che ruota mentre il tallone si solleva.

Il corpo è leggermente inclinato in avanti e in torsione verso dx fino a che le spalle non raggiungono un angolo di 180° rispetto alla posizione iniziale e vengono a girarsi completamente frontalmente.

Il braccio sx è in linea con le spalle, mentre il dx è addirittura dietro.

Da questa posizione comincia, dopo aver toccato il punto di inversione sopra descritto, l'azione di spostamento del peso del corpo dalla gamba dx alla sx.

Tale azione avviene grazie alla spinta dell'arto inferiore dx.

Il piede dx rimane saldo al suolo, ma la coscia e il bacino imprimono una forza al sistema verso l'avanti - sx.

Ciò comporta un ritmo elastico delle spalle, accentuato dal prestiramento generato prima



dall'arresto e poi dall'anticipo della parte inferiore del corpo che genera una trasmissione di energia suppletiva al di sopra del fulcro del sistema (baricentro nel bacino).

In Kruger è evidente ciò nel momento che il disco, che ritorna da dietro si trova perpendicolare al settore (l'atleta è sempre posto dorsalmente).

Qui si nota come il braccio dx guadagni ulteriori gradi di arretramento rispetto all'asse delle spalle e la sua grande decontrazione.

Nel ritorno dell'atleta verso l'avanti - sx è fondamentale la rotazione della gamba sx verso fuori - avanti sulla punta del piede.

Tale gamba è il perno attorno al quale avverrà il lancio.

Tale rotazione anticipata rispetto al resto del corpo servirà per prestirare la muscolatura interna della coscia dx (abducenti) e a farla partire con grande velocità poi verso il centro della pedana.

L'atleta sudafricano non effettua tale gesto in modo perfetto.

Si può facilmente notare come il contatto a terra dell'arto sx è eccessivamente portato sulla punta del piede e il tallone è troppo elevato dal suolo (eccessiva estensione plantare del piede) e soprattutto come la punta del piede sx non anticipi la spalla sx, non creando un buon anticipo dell'asse dei piedi e rendendo vano lo splendido lavoro di decontrazione e allontanamento del braccio dx. Tutto il vantaggio ottenuto viene qui perso.

A questo punto si ha il distacco dell'arto dx da terra e subito appare palese la non corretta posizione dell'atleta in tal fase.

Kruger è nettamente in ritardo con gli arti inferiori rispetto al tronco e le spalle.

Il braccio sx disteso è il segmento più avanti del sistema, già quasi al centro della pedana, mentre invece dovrebbe trovarsi dietro il ginocchio sx.

Sicuramente però l'errore maggiore è quello del piede sx che invece di continuare la sua rotazione per tutto il periodo di appoggio nella parte posteriore della pedana, si blocca.

Le conseguenze sono un ulteriore ritardo delle gambe sul tronco, un movimento rotatorio rallentato e un movimento rotatorio accorciato e "rettilineizzato".

L'atleta man mano che si frontalizza verso il centro della pedana appare sempre più aperto di spalle e il contributo delle gambe al lancio tende

sempre più a diminuire a vantaggio del "tiraggio" del tronco.

Il momento del passaggio della gamba dx davanti alla sx è emblematico.

Il discobolo appare completamente frontalizzato, il braccio sx aperto completamente in fuori, il piede sx bloccato come puntello e non come perno e la gamba dx eccessivamente distesa.

Successivamente la gamba dx si piega, si solleva in alto e tende verso il centro della pedana in modo deciso con il piede dx in forte torsione mediale quasi in opposizione al sx che è frontale. Tali movimenti dal punto di vista biomeccanico non sono sicuramente corretti.

L'azione della gamba dx è quella meno positiva.

Innanzitutto si ha un'elevazione eccessiva del piede dx che poi cadrà a terra con perdita di velocità dell'atleta e dispersione verso il basso e non verso l'avanti e in circolo, ma soprattutto è la posizione del piede dx da additare.

Esso si oppone al piede sx e quindi funge da resistenza alla sua azione e oltre ciò blocca le anche contraendole con un angolo chiuso generando forte tensione al bacino, tensione poi difficile da eliminare e che non permetterà l'utilizzo rapido e completo della forza nelle fasi successive.

Ottima invece l'azione del braccio sx che non continua più la sua corsa in apertura ma si blocca per diversi fotogrammi e ripermettere una ripresa della torsione del tronco e un riequilibrio del rapporto tra gli assi dell'atleta (spalle, anche, piedi).

Il piede sx si stacca dal dietro e con un movimento eccessivamente ampio e alto si porta con una traiettoria lenta verso il davanti della pedana.

Kruger però a fronte di tutti questi errori compie di nuovo una meraviglia con la parte superiore del corpo.

Rimane perfettamente fermo e decontratto mentre le gambe continuavano a girare e questo comporta la ripresa di un eccezionale ritardo del braccio dx.

L'angolo descritto dall'apertura delle sue braccia è paradossale quasi intorno ai 270° poco prima che il piede sx prenda contatto con il suolo.

Il piede dx ha avuto un'azione minima durante la fase di singolo appoggio del sistema.

Su esso, infatti è stato bloccato al suolo e trascinato in fuori - dietro - avanti.

Anche questo movimento è un grosso errore biomeccanico ma è anche la conseguenza dell'ec-

cessivo anticipo del tronco sulle gambe "motrici". Al momento del doppio appoggio comunque Kruger si trova in una posizione ibrida.

Sicuramente è positiva l'inclinazione verso dx del corpo con la perpendicolare della linea delle spalle che cade fuori - avanti l'appoggio dei piedi creando quindi un tragitto di spinta del disco più lungo possibile.

Buona anche la posizione del braccio sx che tiene chiuso e in torsione il sistema.

Negativo è invece il ruolo delle gambe e dei piedi.

L'arto inferiore dx è veramente errato, infatti il piede dx rimane ancorato al suolo e il sudafricano ruota in avanti solo il ginocchio a "rimorchio" del tronco e delle spalle.

Infatti l'accelerazione finale è dovuta gran parte all'apertura del tronco e del braccio sx che sono in netto anticipo sulla gamba dx.

Questo determina il marcato sfruttamento di una parte, la più importante, della catena cinetica del lancio e quindi di una maggiore accelerazione finale. L'arto sx invece dopo un lunghissimo e incerto appoggio si piazza solido a terra e funge da buon perno attorno al quale si svilupperanno le forze rotazionali e ascensionali del gesto.

Certamente un piazzamento di questo piede meno perpendicolare al settore sarebbe stato più consona e avrebbe un po' limitato la prematura eccessiva frontalizzazione del discobolo.

Con tali presupposti il finale è molto rettilineo, con la gamba e l'anca dx molto arretrata sul piano frontale e con un rilascio del braccio lanciante ben oltre il prolungamento della linea delle spalle (quindi a chiudere).

Si può notare come l'ultima parte del bacino avviene solo ad esclusivo carico del braccio lanciante, mentre le altre strutture sono in netto ritardo e anzi fungono da freno per l'accelerazione dell'attrezzo in quanto raggiungono dei limiti antropometrici e funzionali tali da limitare lo sviluppo di traiettorie adeguate.

Osservando la traiettoria descritta dal disco al momento del rilascio notiamo che esso esce molto sulla dx del settore e ha un effetto giroscopico minimo.

Questo è la conseguenza di quanto analizzato.

## CONCLUSIONE

Il lancio di Kruger è di oltre 68 mt e ha permesso al giovane atleta sudafricano di conquistare la medaglia d'argento.

Non si può però non affermare che la sua tecnica sia eccezionale, tutt'altro, direi che è scadente.

Sicuramente tra gli 8 finalisti è quello con le maggiori lacune tecniche e ha ottenuto questo risultato solo grazie a doti fisiche e condizionali.

Risulta infatti fisicamente molto dotato: un'altezza sui 2 mt, un grande sviluppo muscolare soprattutto della parte superiore del corpo in cui emergono dei potenti muscoli pettorali e un'ottima apertura di braccia.

Anche la sua velocità di esecuzione è buona, soprattutto risulta molto veloce l'azione del braccio dx, mentre le gambe sono poco valutabili perché bloccate nel finale.

Alla luce di tutto ciò appare ancora più eccezionale il risultato ottenuto dal vicecampione olimpico e si possono intravedere grandi margini di miglioramento per il futuro se ci sarà una maggiore cura per la tecnica.

Sicuramente Kruger, anche per la giovane età, può essere il dominatore della prima decade del nuovo millennio in questa difficile e tecnica specialità.

Ripeto: l'età e gli ampi, possibili miglioramenti tecnici ne fanno il più serio candidato a succedere a Riedel ●



# UN APPROCCIO INGEGNERISTICO ALL'ALLENAMENTO DI ATLETICA

KEVIN PRENDERGAST - TRADUZIONE DI MAURO TONELLO IN COLLABORAZIONE CON  
IL SETTORE STUDI E RICERCHE DEL TOP LEVEL REGIONALE DELLA FIDAL FRIULI VENEZIA GIULIA

*Ci sono aspetti della prestazione e dell'allenamento in atletica leggera sensibili ad un approccio di tipo ingegneristico. Basandosi su ciò, l'Autore presenta un modello nel quale il sistema muscolare è comparato ad un motore e l'energia chimica, che è convertita in energia cinetica, è assimilata alla benzina che è usata dal motore.*

Questo lavoro propone un approccio diverso, e si spera vantaggioso, basato su una metodologia di una professione che vive dei suoi risultati. La professione è l'ingegneria, e, come l'atletica, concerne forze e movimenti. Inoltre essa riguarda come ottenere questi risultati, e ottenerli con successo.

Non c'è un metodo di allenamento che preso singolarmente sia valido, e diversi approcci sono stati utilizzati con successo. In ogni campo del possibile l'intelligenza derivante dalla pratica ha dato le migliori idee. Questo articolo non parlerà di tutte le cose che un'attitudine al lavoro di tipo ingegneristico potrebbe suggerire in riferimento al suo uso in allenamento. (Tratto da *Modern Athlete and Coach* volume 35 numero 1 gennaio 1997).



## UN APPROCCIO INGEGNERISTICO

Ci sono due aspetti dell'ingegneria che potrebbero essere d'aiuto in atletica. Il primo è il modello dei sistemi meccanici, il secondo è la focalizzazione sulla relazione tra input ed output.

Noi consideriamo l'atleta come un sistema meccanico con un motore, input, output, e sistemi di controllo. Ovviamente un atleta è molto più di questo, avendo una mente, un cuore, uno spirito che determinano come lui conduce il suo "sistema meccanico". Tuttavia questo modello ingegneristico potrà rispondere ad alcune domande e suggerire strategie volte a sviluppare la psicologia dell'atleta con l'ottenimento di risultati importanti.

Un approccio scientifico all'atletica non è cosa nuova. Tuttavia l'enfasi è stata soprattutto psicologica. Ha avuto qualche applicazione fisica, ma che può essere sicuramente ampliata. Il rigore e la ragionevolezza della fisica potranno aiutare a rimuovere molti dei preconcetti e interpretazioni mistiche che abbondano nella letteratura dell'atletica.

Un approccio ingegneristico è certamente scientifico, ma non è un approccio di uno scienziato. Quest'ultimo propone una visione del mondo naturale come il perché delle cose, includendo l'homo sapiens e tutto il resto. Riguarda non tanto come le cose sono fatte, ma come tu le puoi far funzionare e come puoi ottenere da loro il massimo spendendo il minimo prezzo. Questo vorrebbe dire che tale approccio potrebbe essere utilizzato benissimo in atletica dando ottimi risultati nell'organizzazione di programmi di allenamento.

## IL MODELLO INGEGNERISTICO

Lasciando fuori alcune variabili come l'intelligenza e le emozioni, l'Uomo è un'entità molto complessa. Da ogni punto di vista è un oggetto capace di movimento e forza, ciò lo rende complicatissimo.

Spesso, quando stiamo lavorando con un soggetto complesso, noi formuliamo un modello semplice dello stesso, così che noi possiamo ordinare le nostre idee su di lui e ottenere dei risultati utili. Il nostro modello dell'atleta identifica quello che in lui produce movimento trasformando energia chimica in energia cinetica. Questo è il ruolo di un motore e così noi intendiamo il ruolo del sistema fisico.

L'energia chimica che usa il motore è il carburante, e nel caso dell'atleta questo carburante è fornito dal sistema energetico a cui viene domandato.

È vero, naturalmente, che è impossibile trattare il motore dell'atleta e il carburante completamente in modo separato. Esercizi muscolari producono esercizi dell'apparato energetico. Tuttavia, considerando gli stessi separatamente, noi possiamo porre enfasi dove essa è necessaria, e così ottenere risultati selettivi. Ciò ci induce a monitorare aspetti differenti in modo separato, per esempio la potenza di singoli muscoli o la capacità di potenza di un apparato energetico. In questo modo otteniamo dei programmi che sono sviluppati su questi risultati.

Naturalmente, quello che noi vogliamo per l'atleta è un motore dalle giuste caratteristiche, pertanto forte, longevo, ben coordinato, e con il pieno giusto a seconda della manifestazione.

## IL MOTORE

È necessario aver la cognizione di alcuni termini fisici, in modo da poter fare le analogie con il motore.

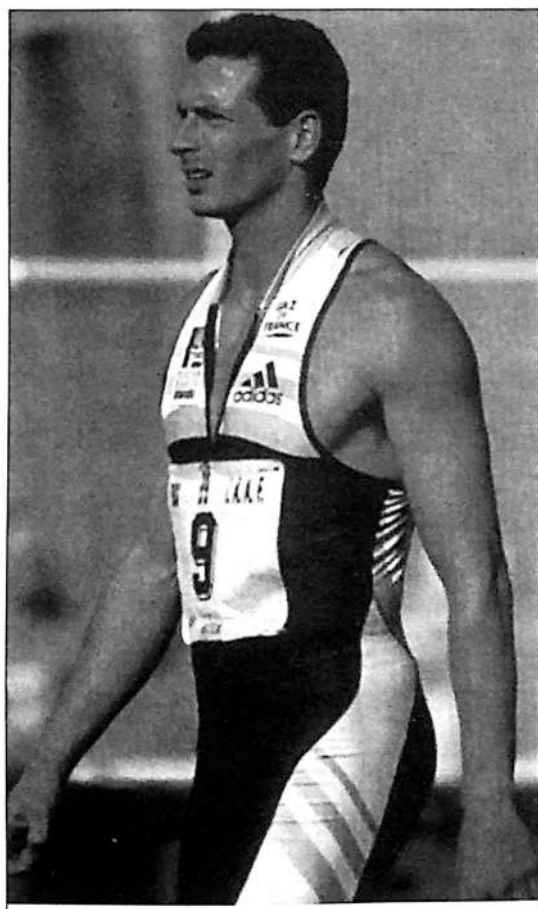
Spesso noi parliamo di forza in atletica, e questo può causare confusione, poiché in letteratura essa ha diversi significati. Per un ingegnere, forza significa l'abilità di produrla o quella di trattenerla. Ciò non significa l'abilità di applicare una forza ripetitivamente per un lungo periodo. Questo, in termini ingegneristici è la durata, in atletica è la resistenza.

L'abilità di applicare una forza è appropriata per un sollevatore di pesi, ma altro è richiesto per l'atleta. Quello che un atleta necessita per un grado più o meno alto, è, a seconda dell'evento,

la potenza. Potenza (P) come velocità e come componente della forza, e infatti è misurata dal prodotto della forza (F) per la velocità (v): ( $P=F \cdot v$ ). La potenza è particolarmente importante per il lanciatore del peso – la distanza del lancio dipende dalla velocità al momento del rilascio del peso. È importante per lo sprinter, che deve accelerare da zero alla massima velocità in pochi secondi.

Il motore umano è capace di applicare una certa forza velocemente, un'altra se è necessario applicarla per più tempo. Per esempio non sarà capace di esercitare una forza di 200 kg per una velocità di 10 metri al secondo a meno che non sia capace di sviluppare una forza superiore ai 200 kg. Questo mostra come lo sviluppo della forza muscolare dovrebbe procedere quello della potenza.

L'impulso è un altro concetto importante nel capire il motore umano. Per una forza costante applicata per un periodo di tempo, l'impulso è dato dal prodotto della forza e del tempo ( $I=F \cdot t$ ).





Se la forza non è costante l'impulso è dato dall'integrale della forza rispetto al tempo. L'importanza dell'impulso è che esso determina il cambio nella velocità prodotta dalla forza. Questo succede pure nel lancio del peso come esso è accelerato dalla staticità al rilascio, e ad un corridore come la forza necessaria per accelerare ulteriormente. Lo stesso impulso può essere prodotto da una forza più grande applicata per più tempo. Per uno sprinter alla massima velocità, che cambia velocità a causa della resistenza dell'aria ecc., la forza deve essere applicata veramente velocemente. Questo significa che essa dovrà essere maggiore.

## IL "CARBURANTE"

Come un sistema meccanico, per un atleta il pieno di carburante può essere totale o parziale, e può essere più o meno energetico. Nel tentativo di focalizzare le differenze tra queste due misure, è importante apprezzare la differenza tra i concetti fisici di energia e potenza.

Energia è la capacità di fare lavoro. Un serbatoio di acqua sopra una stazione di ristoro, una tanica di benzina, sono esempi di energia. Possono produrre lavoro. Il lavoro ha anche un significato fisico. Per una forza costante, il lavoro è misurato dal prodotto della forza applicata per la distanza sulla quale la forza stessa viene fatta agire. (Il tutto è più complicato se la forza non è costante - in tal caso il lavoro è dato dall'integrale della forza rispetto alla distanza). Per un corridore dei 100 metri che fa 42 falcate, il lavoro fatto è la somma del lavoro fatto durante ciascuna dei 42 passi. E' la forza applicata alla pista moltiplicata per la distanza fatta dal centro di gravità dell'atleta al quale la forza è inizialmente applicata (assumendo forza costante).

La potenza è il tempo impiegato per fare il lavoro. Di nuovo, assumendo forza costante, la potenza è il lavoro diviso per il tempo per il quale la forza è applicata. Se il lavoro è la forza moltiplicata per la distanza, questo significa che la potenza è la forza moltiplicata per la velocità. Con ciò si deduce che movimenti rapidi richiedono una gran potenza.

Per un atleta il carburante può essere molto potente o molto abbondante, o una via di mezzo, ma non entrambe le cose. Dal

più al meno potente, e dal meno al più abbondante, i sistemi energetici sono, nell'ordine: creatina fosfato (CP), lattico e aerobico.

Per ciascuno di questi sistemi energetici, entrambi, forza e capacità (o contenuto energetico) sono importanti. Il sistema CP è conosciuto per essere potente, e la potenza che esso può fornire determina la velocità massima. Ma ciò non è tutto. La capacità del sistema CP determina quanto a lungo si può andare veloci, la resistenza alla velocità. Potrebbe essere che qualche piccolo sacrificio alla massima potenza possa indurre a rendere disponibile maggiore energia CP, raggiungendo una resistenza alla velocità migliore. Similarmente all'altro lato della medaglia, il sistema aerobico possiede sia potenza che capacità ed essi sono indipendenti. La fornitura può essere notevole, per un maratoneta, può essere relativamente anche di potenza per un corridore dei 5000 metri. Il primo è determinato dai depositi di glicerina e grasso, il secondo dalla soglia anaerobica.

Nel mezzo dei succitati sistemi energetici vi è il sistema lattico. La potenza del sistema lattico, e conseguentemente quanto veloce corre un atleta con questo sistema, è determinato dalla quantità di acido lattico che può essere prodotta. Più alto è tale livello più vi è potenza, ma sfortunatamente l'acido lattico accumulato nei muscoli inibisce la potenza, ponendo quindi un limite a tale sistema. La capacità del sistema dipende dall'abilità dei muscoli di tollerare l'acido lattico, continuando così la prestazione allo stesso livello.

Con ciò, ci sono sei quantità di carburante che possono essere allenate, nominalmente la potenza e la capacità di ciascuno dei tre sistemi energetici.

## RELAZIONE INPUT - OUTPUT

Ci sono due ulteriori relazioni che sono interessanti. La prima è immediata e relativa a singole prestazioni. È mostrata nella Fig. 1.

Tuttavia è possibile migliorare la prestazione valutandola e aggiustando i relativi input. Questo

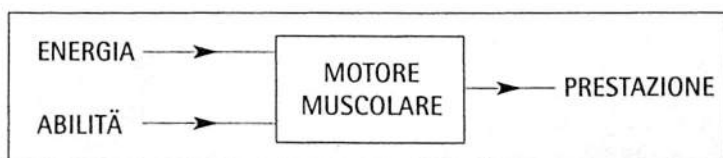
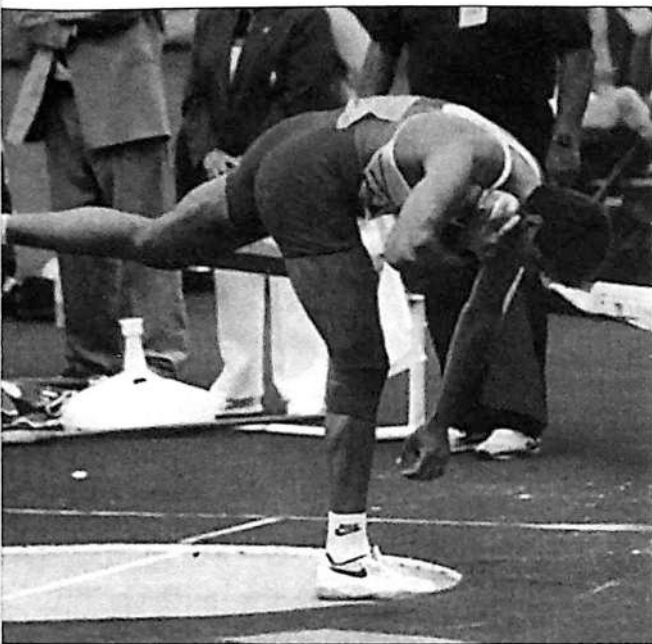


Fig. 1



è quello che gli ingegneri chiamano Feedback, e loro sono usi ad ottenere l'output che vogliono. Ciò è mostrato nella Fig. 2.

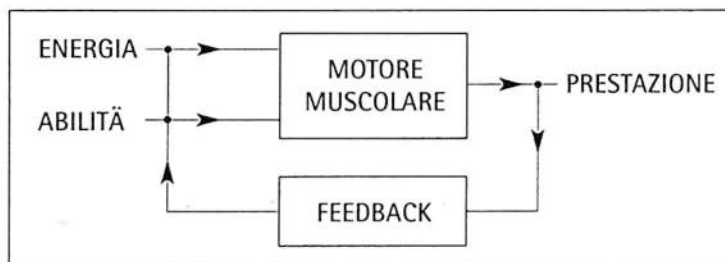


Fig. 2

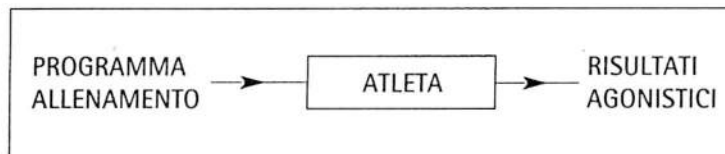


Fig. 3

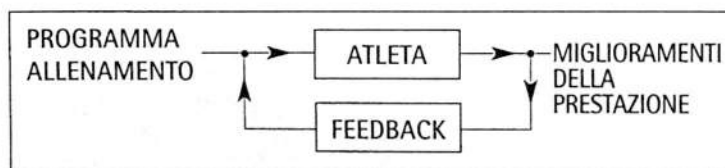


Fig. 4

Quello succitato non è un concetto nuovo per un allenatore astuto, ma pensando ad esso in questi termini si permetterà l'alterazione e la conse-

guente schematizzazione dei suoi effetti, che a loro volta renderanno il tutto più effettivo.

La seconda relazione è tra il programma di allenamento e la prestazione di gara. Un programma è, o dovrebbe essere, il presupposto per ottenere risultati in gara. E' questo il programma migliore per ottenere i risultati prefissati? Si potrebbe introdurre qualche elemento di miglioramento? Quanto può essere diminuito il carico d'allenamento senza effetti negativi sulla gara? Queste sono le questioni che un ingegnere si dovrebbe porre, poiché esso è collegato all'aspetto dell'efficienza, con il quale si crea la relazione tra input ed output. Egli dovrebbe cercare le risposte nel modello presentato nella Fig. 3.

Correzioni al programma potranno essere rappresentate come nella Fig. 4.

Naturalmente se un elemento allenante, che è teso a produrre un certo effetto sulla performance, non sta avendo l'effetto desiderato, allora qualcosa di simile è purtroppo inefficace. Il programma deve essere modificato con cognizione di causa. In ogni caso, se esso ha attenuato

i risultati sperati, qual'è la relazione tra l'elemento allenante e l'effetto da esso prodotto? Non ci sono risposte quantitative a questa domanda al momento attuale e probabilmente essa varia da atleta ad atleta. Ma un ingegnere dovrebbe dire che, se questa è una relazione e questo è il nocciolo del problema, allora esso può essere quantificato senza limiti certi e, se possibile, merita di essere fatto.

## CONCLUSIONI

Ci sono aspetti della prestazione atletica e dell'allenamento atletico che possono essere visti da un punto di vista ingegneristico. Se questo è possibile, ciò permetterà di ottenere un approccio sistemico per ottimizzare le performance e gli

allenamenti, facilitando le misurazioni, portando alla costruzione di un processo dal quale quantificare i possibili miglioramenti previsti ●

# VERSO UNA FISIOLOGIA DELLA QUALITÀ DEL MOVIMENTO

IL COINVOLGIMENTO DELL'AMBITO PSICHICO. KURT WACHHOLDER

DI SERGIO ZANON

**N**egli studi e nelle ricerche indirizzati al movimento umano e condotti nella prospettiva delle scienze naturali, cioè nella convinzione di dover pensare il fenomeno come fosse un oggetto scientifico e, dunque, utilizzando i paradigmi categoriali propri della meccanica di Galilei e di Newton, come referenti della descrizione di ogni suo aspetto, vennero ripetutamente tentati indirizzi che avessero evitato il ricorso a concetti appartenenti al corno psicologico della forza dualistica cartesiana, escogitata per trattare l'attività motoria umana.

Come è stato sottolineato nella continua precedente, questi sforzi non soltanto non produssero alcun progresso sulla via di un'esauriente descrizione del fenomeno motorio, per farne intravedere, in un futuro non troppo lontano, un'integrale riproduzione tecnologica, ma convinsero anche i ricercatori che, per il mantenimento degli studi e delle ricerche sul moto umano entro gli interessi dell'investigazione scientifica, non sarebbe stato possibile evitare l'accoglimento, tra i parametri della scienza meccanica (di chiara impronta quantitativa), di alcune categorizzazioni di netta impronta qualitativa.

Il problema della definizione concettuale della coordinazione motoria, sollevato da Steinhäuser, aveva costretto von Baeyer ad introdurre il concetto di fine, di scopo, come indispensabile riferimento al quale ogni intenzione di affrontare scientificamente l'attività motoria umana avrebbe dovuto necessariamente rapportarsi. A questo punto, però, tra i ricercatori formati alla scuola della stretta metodologia sperimentale di indirizzo meccanicistico, come i fisiologi dei primi anni del ventesimo secolo, sorgevano immediatamente interrogativi di questo tenore: come sarebbe stato possibile confrontare l'intenzione, lo scopo

del movimento? Come sarebbe stato possibile misurare il finalismo? Ancor di più, come sarebbe stato possibile ripartirlo in e confrontarlo con grandezze parametriche idonee a riassemblarlo, dopo averne rilevata l'intima consistenza? In altri termini, come sarebbe stato possibile riprodurlo tecnologicamente, dato che appariva come una proprietà ineludibile dell'attività motoria volontaria umana ed animale?

Nel tentativo di inquadrare concettualmente la coordinazione motoria divenne, ad esempio, inevitabile ricorrere a specificazioni terminologiche della volontarietà, molto disparate, come l'intenzione, la motivazione, l'attenzione, ecc., tutte sottintendenti flussi energetici indirizzati verso un obiettivo tutti, appunto, investiti di un fine, uno scopo.

Il finalismo, perciò, non poté essere eluso da nessuna considerazione che avesse ritenuto il movimento come una regolarità, un algoritmo esprimente il rapporto, il collegamento tra l'individuo in movimento e l'ambiente entro il quale si muoveva.

Balzac non aveva avuto nessuna necessità di ricorrere al concetto di coordinazione, nelle sue considerazioni inerenti l'attività motoria; o meglio, Balzac era ricorso ad un concetto della coordinazione motoria assolutamente diverso da quello che si dimostrava invece indispensabile agli studiosi che partivano dalla convinzione che il fenomeno motorio fosse un oggetto scientifico come tanti altri.

Per Balzac un movimento poteva essere più o meno coordinato, in quanto suscitasse in lui, percettore del movimento attraverso la propria sensibilità, una maggiore o minore sensazione, una maggiore o minore emozione estetica, che poteva configurarsi in armonia, ordine, bellezza, ecc. Per lo scienziato, invece, intenzionato ad affron-

tare il movimento con il recondito desiderio di riprodurlo, la coordinazione doveva esprimere una legge, un ordine appunto che, in ogni caso, avrebbe trovato soltanto in una descrizione quantitativa l'espressione; in un algoritmo, l'essenza.

Altrimenti, non risarebbe trattato di coordinazione, bensì di dis-ordine, di sco-ordinazione, di movimento senza un fine; di movimento involontario: di atassia.

Lo scienziato ricercava la regola dove l'artista esercitava l'estetica!

Di fronte all'inevitabile necessità di dover sempre specificare la coordinazione con il fine, lo scopo (un movimento era coordinato o scoordinato, nei confronti dell'obiettivo per conseguire il quale veniva svolto - la tecnica nello sport -), quando si fosse trattato del movimento umano ed animale, a differenza di quanto la meccanica era stata in grado di definire, quando aveva trattato della coordinazione nei meccanismi inanimati come, ad esempio, negli automi di Vaucanson e di Kampelin, gli studiosi si trovarono in forte imbarazzo e tentarono di definire il finalismo intrinseco al concetto di coordinazione motoria attraverso un ampio ventaglio di categorizzazioni (la motivazione, l'intenzione, l'attenzione, ecc.) che, tuttavia, non ne costituivano in nessun caso la quantificazione.

von Baeyer e Steinhausen si erano convinti dell'inevitabilità dell'apertura del paradigma dei concetti parametrici della meccanica di Galilei e di Newton a formulazioni categoriali di non stretta caratterizzazione quantitativa; beninteso, della minor possibile caratterizzazione qualitativa perché, altrimenti (qualora fosse stata, invece, ampiamente rappresentata), avrebbe seriamente danneggiato il prestigio scientifico di ogni discorso sull'attività motoria umana.

Per poter continuare a discorrerne scientificamente e, ciò che più contava, per poter svolgere ricerche utilizzando il metodo sperimentale proprio della scienza meccanicistica, tra i ricercatori fu data, perciò, cittadinanza al finalismo che, nel concetto di scopo, di obiettivo del movimento, di sua causa, trovò una precisa identificazione. Tutti i fenomeni della materia vivente e dunque tutti i fenomeni che esprimevano l'attività motoria dell'uomo e degli animali comportavano un fine, che la fisiologia doveva studiare come se si trattasse di un fenomeno naturale: di un oggetto scientifico, attraverso l'utilizzazione delle cate-

gorie della meccanica, che così diventava una meccanica finalistica, una fisiologia della qualità, denominata vitalismo.

Nel 1928 Kurt Wachholder, professore di fisiologia a Breslavia (allora Germania ed oggi Polonia, con la denominazione Wroclaw), suggellava la sua lunga carriera di ricercatore nel campo dell'attività motoria umana condensando i risultati dei suoi studi nell'opera: "WILLKÜRLICHE HALTUNG UND BEWEGUNG" (Fig. 1), che doveva costituire uno degli eventi più importanti, nella lunga storia del formarsi dell'idea del movimento come oggi viene intesa nell'ambito della civilizzazione occidentale ed il cui decorso è tratteggiato in questo studio.

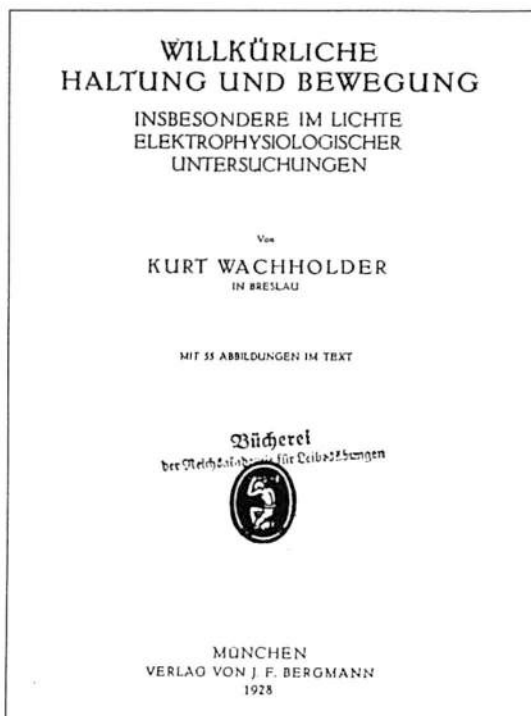


Fig. 1 - Frontespizio dell'edizione del lavoro riportato al 7 della bibliografia.

Wachholder era uno scienziato di solide basi meccanicistiche e di piena padronanza del metodo sperimentale.

Attraverso incontrovertibili risultanze sperimentali, Wachholder giunse tanto all'interpretazione dei risultati delle ricerche, quanto alla formulazione delle ipotesi da verificare sperimentalmente, riportati nel lavoro, che descrive l'utilizzazione, nel campo della fisiologia, di un'innovativa acquisizione tecnologica: l'elettromiografia.



Questa tecnologia ed il relativo metodo applicativo, costrinsero Wachholder ad utilizzare un nuovo riferimento categoriale, al quale ancorare l'interpretazione dei dati ottenuti attraverso le prove sperimentali: il finalismo, che egli designò come caratteristica intrinseca della materia vivente, impossibile da definire attraverso una quantificazione, cioè attraverso una misurazione. Con l'ausilio di sofisticate, per il suo tempo, strumentazioni, Wachholder applicò allo studio del movimento volontario il metodo delle correnti di azione, che gli consentì di rilevare l'impulso nervoso che raggiungeva la muscolatura, riportandone su di un nastro l'ampiezza, la durata e la frequenza.

Egli fu così in grado di avere un quadro ben preciso del differenziato impegno dei vari gruppi muscolari in un movimento, evidentemente i gruppi muscolari più superficiali del corpo, sui quali potevano essere appoggiati gli elettrodi.

Wachholder, in questo modo, analizzò il decorso della stimolazione nervosa in semplici movimenti delle dita, del braccio e della gamba, in una o più articolazioni, attraverso una salda fissazione dell'arto, con l'obiettivo di mantenere costanti le condizioni oggettive, cioè meccaniche, del movimento e rilevarne, attraverso la registrazione delle correnti di azione, le condizioni soggettive, cioè psicologiche.

Wachholder, perciò, attraverso l'applicazione di un'innovativa tecnologia, l'elettromiografia, verificò sperimentalmente in che cosa consistesse effettivamente il finalismo, nell'attività motoria, in che cosa consistesse la ripartizione dualistica cartesiana del movimento volontario, che aveva per tanti secoli accompagnato ogni considerazione inerente il movimento dell'uomo, prodotta dalla civiltà occidentale.

Con il mantenimento costante, invariato, delle condizioni esterne dell'esperimento, Wachholder fu in grado di rilevare le variazioni delle condizioni interne del soggetto, la cui manifestazione motoria doveva allora necessariamente dipendere dagli impulsi nervosi interni.

Riflettendo sui dati conseguiti attraverso i propri esperimenti Wachholder giunse all'inevitabile conclusione che la coordinazione del movimento, cioè l'ordinato coinvolgimento dei vari gruppi muscolari nei movimenti elementari, come la flessione di un dito, la flessione di una mano (Fig. 2), l'estensione della mano (Fig. 3) era una

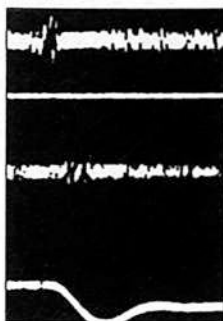


Fig. 2 - Anticipata attivazione degli antagonisti (ext. Carp. Rad.), in un movimento veloce della mano. Il tempo è in centesimi di secondo. Flessione della mano. (Grafico ripreso da 7 della bibliografia).

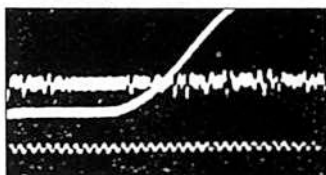
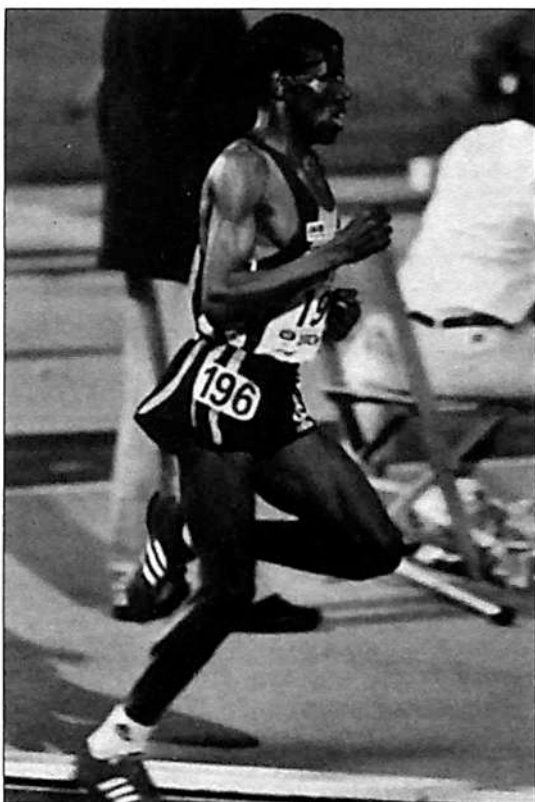


Fig. 3 - Anticipata attivazione degli antagonisti (flex. Carp. Rad.), in un movimento veloce della mano. Il tempo è in centesimi di secondo. Estensione della mano. (Grafico ripreso da 7 della bibliografia).

facoltà che apparteneva alla sede centrale del Sistema Nervoso, quella che generava gli impulsi, che venivano registrati a livello muscolare e che, dunque, IN QUESTA SEDE DOVEVANO ESSERE ORGANIZZATI PRECEDENTEMENTE AL MANIFESTARSI DEL MOVIMENTO.



Wachholder utilizzò il termine ANTICIPAZIONE per sottolineare la necessità di immaginare una formazione dell'algoritmo della coordinazione motoria PRIMA CHE L'IMPULSO NERVOSO RAGGIUNGESSE I MUSCOLI, come requisito indispensabile del concetto di movimento volontario che, così diventa anche spontaneo, completamente diverso dal movimento involontario o riflesso (Fig. 4).

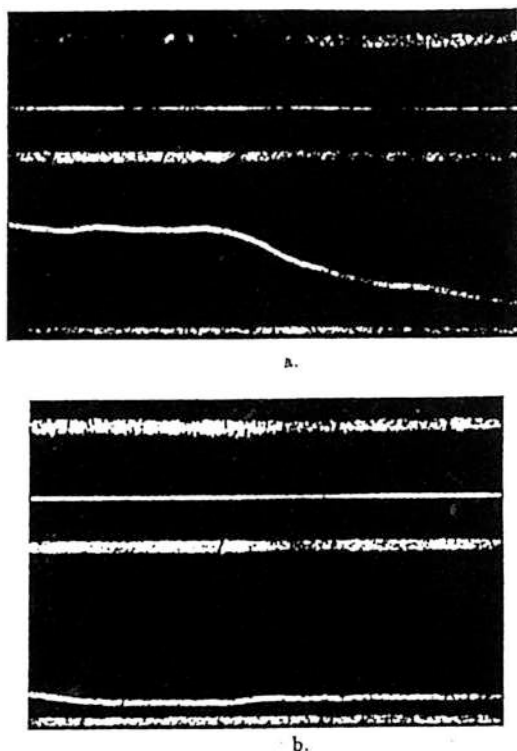


Fig. 4 - Movimento di flessione della mano.

a. Flex. carp. rad. (Muscoli agonisti).

b. Ext. carp. rad. (Muscoli antagonisti).

Effetto di urti ugualmente intensi sul tendine degli antagonisti, mentre i riflessi vengono resi silenti.

(Grafico ripreso da 7 della bibliografia).

Dunque, Wachholder concludeva che il fine del movimento, lo scopo, l'obiettivo erano proprietà che appartenevano alla sede dalla quale dipartivano i segnali nervosi, che avrebbero raggiunto i muscoli, intesi come organi esecutori di comandi, che una centrale organizzava e sistemava in un ordine (coordinazione), che aveva nello scopo, nel fine, la causa determinante.

Una rappresentazione del decorso del movimento volontario, cioè finalizzato, PRIMA CHE SI MANIFESTASSE era allora un requisito ineludibile del ragionamento sull'attività motoria, per continua-

re a mantenerne lo studio e l'interesse entro i criteri della scientificità e che scaturiva dall'evidenza dei dati sperimentali, interpretati alla luce dell'immanenza vitalistica.

Il contenuto di una fisiologia del movimento volontario era certamente costituito da eventi obiettivamente verificabili (scientificamente rilevabili), ma che dovevano soggiacere a rapporti funzionali guidati dall'immanenza di un'entità extra-fisica: il finalismo.

Wachholder giunse così all'affermazione che: "Il movimento volontario non poteva essere pensato come l'assemblaggio di singoli impulsi nervosi, alcuni di origine spontanea e, perciò, volontari; altri, di origine riflessa, bensì come l'effetto di un'unitaria totalità formata dall'influsso della volontà e che si manifestava nella coordinazione. L'attività dei muscoli agonisti, antagonisti e sinergismi, in qualsiasi movimento volontario "...era determinata dall'impulso primario centrale, secondo l'intensità ed il tempo."\*

Indubbiamente, rilevava Wachholder, questa definizione della coordinazione motoria non poteva essere generalizzata, perché originava dai dati forniti da ricerche effettuate su movimenti articolari elementari, che interessavano una sola articolazione, con una rigida fissazione di uno dei due segmenti. Tuttavia, nella trattazione della coordinazione relativa a movimenti volontari molto complessi, come ad esempio la marcia, la presa di un oggetto in volo, oppure, nel movimento prodotto per evitare una collisione, risultava evidente che non era opportuno immaginare la coordinazione motoria come il risultato di un impulso centrale, che specificasse ogni risvolto del movimento e dunque fosse indicatore di una finalizzazione intrinseca ad un ben definito programma, dato in tutti i suoi dettagli, prima che il movimento avesse luogo.

Per Wachholder tutti i movimenti volontari dovevano comprendere anche l'effetto dell'attivo e continuativo legame che rapportava l'individuo con l'ambiente nel quale si muoveva e, perciò, dovevano trovare la loro genesi anche nell'attuarsi di questo rapporto, di questo legame. Anche il fine, l'obiettivo del movimento non ne poteva, allora, prescindere, costringendo a pensare la spontaneità del movimento volontario in modo più articolato.

I movimenti della vita quotidiana, tra i quali si annoveravano anche i movimenti sportivi, non

potevano essere determinati soltanto da impulsi centrali, che configuravano il collegamento dell'obiettivo da raggiungere, con le condizioni dell'ambiente nel quale il movimento veniva ad attuarsi, nell'obiettivo stesso. L'ambiente, immaginato come contenitore degli obiettivi del movimento diveniva, perciò, per Wachholder anche l'ambiente simbolico, rappresentato nella e dalla lingua, come regolatrice della volontà e dunque determinatrice della spontaneità del movimento volontario, in quanto fonte di un'ampia diversificazione finalizzatrice.

I dati ottenuti attraverso le ricerche elettrofisiologiche costituirono un notevole progresso sulla via di una trasformazione del paradigma utilizzato per la trattazione dell'attività motoria, dal punto di vista scientifico che, da una caratterizzazione puramente meccanico - fisiologica, assunse sempre di più una caratterizzazione fisiologico - qualitativa, incentrata sul ruolo giocato dal concetto di coordinazione, come obiettivo della maggior parte degli interessi che venivano rivolti all'attività motoria e che, come sarà dettagliatamente esposto nel prosieguo di questo studio, sfoceranno nell'assegnare alla forma del movimento l'evidenza dell'incontro tra tutto ciò che poteva assumere un risalto quantitativo e tutto ciò che poteva assumere un risalto qualitativo, in ogni considerazione inerente l'attività motoria umana ed animale.

La nuova fisiologia della qualità, introdotta da Steinhäuser e portata a notevoli elaborazioni da Wachholder (che potrebbe essere denominata anche psico - fisiologia) attraverso il ricorso alla concettualizzazione del finalismo, come tentativo del superamento dell'annoso problema cartesiano definito "body - mind problem", dello studio del movimento dell'uomo non fornì, tuttavia, alcun reale vantaggio a coloro che covavano la latente ambizione di riuscire, prima o poi, a imitare integralmente l'attività motoria umana ed animale, riproducendone tecnologicamente il manifestarsi.

Contribuì, invece, ad allargare sempre di più la vistosa crepa che si era prodotta nella loro granitica convinzione che il movimento dell'uomo rappresentasse un oggetto scientifico come molti altri.

Poiché lo psichismo non rappresentava più un ambito autonomo e indipendente, accanto al somatismo, da impedire una interscambiabilità

dei parametri utilizzati per i loro raffronto, la radicale inconciliabilità categoriale tra il quantitativo ed il qualitativo, che Wachholder aveva tentato di superare ponendo il finalismo come una proprietà intrinseca dei viventi, in realtà riemerse in tutta la ineludibilità quando venne intrapreso il tentativo di una traduzione algoritmica della coordinazione, intesa come l'espressione del collegamento tra l'individuo e l'ambiente che lo circondava.

Se il movimento volontario esprimeva una spontaneità, nella scelta dell'obiettivo, questa scelta, tuttavia, non poteva essere matematizzata. Di quale spontaneità si sarebbe trattato, se l'obiettivo sarebbe stato sempre conseguito esclusivamente in un ambito espresso dalle leggi della meccanica?

Come un eterno ritorno, il dilemma cartesiano accompagnava ogni considerazione, ogni riflessione dell'uomo sul proprio movimento, anche la più innovativa ed avrebbe ancora per un buon tratto accompagnato lo studio e la ricerca dell'uomo occidentale sul movimento, come un tirannico e severo precettore, tanto nel campo della speculazione, quanto in quello più gravido di conseguenze, dell'applicazione pratica come, ad esempio la Cultura fisica e lo Sport.

Questi due ambiti dell'attività umana, infatti, agli inizi del ventesimo secolo in forte espansione nelle società in via di industrializzazione nei Paesi dell'Europa e del Nord America, non mancarono di risentire dell'idea del movimento che la nuova fisiologia, la fisiologia della qualità andava elaborando, nelle loro indicazioni pedagogiche e didattiche, di cui sarà trattato nella terza parte di questo Corso.

Lo psichismo, inteso come un potere pervasivo della totalità delle funzioni dell'organismo e non come un "qualcosa" che si aggiungesse ai processi somatici, come il vitalismo aveva lasciato intendere, non era in grado di fornire un'idea della coordinazione motoria adeguata a descrivere il legame dell'individuo con l'ambiente nel quale era immerso e che Wachholder aveva ritenuto algoritmizzabile.

La spontaneità, implicita nell'idea del movimento volontario scaturita dalle ricerche elettrofisiologiche di Wachholder, rendeva intraducibile il collegamento in termini quantitativi, neppure se la coordinazione fosse diventata PERCEZIONE.

Dopo Wachholder, perciò, si fronteggiarono due

maniere, affatto differenti, di intendere il rapporto tra l'individuo e l'ambiente nel quale era immerso; due maniere antitetiche di considerare la coordinazione motoria: quella avanzata da von Weizsaecker e Buytendijk, da una parte e quella avanzata da Pavlov, dall'altra.

Nella prossima continua di questo Corso sarà illustrata l'idea della coordinazione motoria avanzata da von Weizsaecker ●

\*Per oggetto scientifico si intende un'entità riproducibile artificialmente un numero illimitato di volte.

\*\*Cfr. il 7 della bibliografia.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) DEMENY - Du role mecan. des muscles antag. dans les actes de locomotion. - Arch. De Physiol. 1. 747. 1890 ; 2. 267. 1891.
- (2) MEYER, O.B. - Versuche ueber die Wahrnehmung gefuehrter Bewegungen. - Zeitschrift fuer Biologie. 68. 301. 1918.
- (3) WACHHOLDER, K. - Untersuchungen ueber die Innervation und Koordination der Bewegung mit Hilfe der Aktionsstroeme. - Pfluegers Arch. 199. 595. 1923.
- (4) DAVIS/BRUNSWICK - Studies of the nerve impulse. - I. A quantitative method of electrical recording. - Americ. Journ. Of Physiology. 75.497.1924.
- (5) WACHHOLDER, K. - Beitrage zuer Physiologie der willkuerlichen Bewegung. - Pfluegers Arch. 209. 218. 1925.
- (6) WACHHOLDER, K. - Haben unsere Glieder nur eine Ruhelage? - Pfluegers Arch. 215. 627. 1927.
- (7) WACHHOLDER, K. - Willkuerliche Haltung und Bewegung. - Bergmann Verlag. Muenchen. 1928.

## QUESTIONARIO

1) Quali differenziazioni fisiologiche distinguono un movimento volontario, da un movimento riflesso?

2) In base a quale ragionamento Wachholder riteneva la coordinazione motoria rappresentabile attraverso un algoritmo?

3) Per Wachholder la coordinazione motoria rappresentava il legame tra l'individuo e l'ambiente nel quale era immerso, oppure il legame tra la fisis e la psiche, entro l'individuo stesso?

4) Quali furono i riscontri sperimentali che costrinsero Wachholder ad introdurre il finalismo nella meccanica, per poter trattare scientificamente il movimento dell'uomo?

5) Il concetto di anticipazione motoria, introdotto nello studio del movimento, consente il superamento della dicotomia cartesiana?

6) Quale prospettive dischiusero i risultati delle ricerche di Wachholder sull'idea della coordinazione motoria?





## LA POTENZA MUSCOLARE: ESPERIENZA DIDATTICA

## THE MUSCULAR POWER: DIDACTIC EXPERIENCE

DI P. AMBRETTI

DOCENTE DI EDUCAZIONE FISICA - LICEO SCIENTIFICO STATALE "P. PALEOCAPA" DI ROVIGO

*L'esperienza didattica illustrata si riferisce ad un intervento interdisciplinare che, coinvolgendo varie materie, mette in evidenza la possibilità di un'applicazione pratica delle conoscenze teoriche. L'argomento trattato è certamente stimolante ed in grado di suscitare l'interesse degli studenti. La sperimentazione pratica, poi, facilita l'apprendimento dei concetti applicati. E' così possibile realizzare un'analisi approfondita della forza sotto i diversi aspetti scientifici.*

*Molto importante è anche l'impostazione metodologica che deve essere atta a favorire l'acquisizione di una mentalità scientifica, come conseguenza dell'applicazione sistematica di una rigorosa metodologia di lavoro e della necessaria precisione nel rilevamento dei dati, ai fini della loro interpretazione e comparazione.*

*The didactic experience here illustrated is referred to an interdisciplinary approach (intervention) that, involving various subjects, put in evidence the possibility of a practical application of theoretic knowledge. The discussed subject is surely stimulating and it is able to raise the students' interest. Then the practical experimentation makes easier the learning of the applied concepts. So it is possible to realize an exhaustive analysis of force from different scientific aspects. It is also very important the methodological setting up that must be right to the acquisition of a scientific mentality, as consequence of the systematic application of a rigorous work and of the necessary precision in data survey in order to compare and to interpret them.*

**L**e spinte innovative presenti nell'attuale realtà scolastica investono ormai la didattica di tutte le discipline, ivi compresa l'educazione fisica che, per adeguarsi alle nuove istanze educative, dovrà assumere, forse più delle altre materie, un carattere interdisciplinare senza tuttavia perdere la propria peculiarità disciplinare. Si prospetta, in sostanza, una "rivisitazione" della materia in chiave concettuale, ormai sempre più avvertita come necessaria sia sul piano epistemologico che culturale.

Questo periodo di transizione, che certo non appare facile pur se ineluttabile, induce i docenti all'esplorazione di nuovi itinerari didattici volti all'approfondimento degli aspetti scientifici della disciplina affinché questa non si risolva solo in un "saper fare" meramente operativo ma anche nella comprensione del "perché fare e come fare". Le sperimen-

tazioni didattiche messe in atto, pertanto, mirano a far comprendere agli allievi l'applicazione dei principi scientifici che stanno alla base delle attività praticate anche sulla scorta delle indicazioni didattiche contenute nel recente "Progetto Perseus" del Ministero della Pubblica Istruzione.

Anche per l'insegnamento dell'educazione fisica, d'altra parte, è richiesto, nella Scuola media superiore, l'impiego di un metodo sperimentale con il quale possano essere verificate praticamente le ipotesi formulate a livello teorico.

In questa prospettiva si tratta, quindi, di individuare, nei vari curricula scolastici, ambiti di intervento specifici, definibili nel quadro di quella programmazione disciplinare che ogni Consiglio di classe stabilisce annualmente, per poter approfondire argomenti che interessino diverse materie.

In questo senso va perciò collocata la proposta metodologica operativa qui illustrata che riguarda, in particolar modo, l'analisi approfondita della Forza quale argomento interdisciplinare affrontato nei Licei durante il terzo anno di corso. La trattazione dell'argomento richiede l'e-



same delle caratteristiche biocinetiche e fisiologiche dell'apparato muscolare nonché le conseguenze applicative in ambito sportivo. Un argomento questo che, oltre all'Educazione Fisica, investe altre discipline quali la Biologia e la Fisica. Un'attenta analisi funzionale e biomeccanica, condotta parallelamente ed in maniera trasversale nelle diverse aree disciplinari, ne mette in evidenza tutte le peculiarità e le conseguenti implicazioni che ne derivano dal punto di vista della specificità dell'allenamento delle diverse espressioni della forza (massima, veloce, resistente).

Attraverso la Biologia, oltre allo studio delle funzioni muscolari, della biochimica della contrazione e dei relativi metabolismi energetici, vengono messe in evidenza le caratteristiche della struttura muscolare con la differenziazione delle fibre a contrazione lenta (Slow Twitch Fibers, STF), indifferenti, ed a contrazione rapida (Fast Twitch Fibers, FTF).

La biomeccanica e la biodinamica sono le scienze che studiano l'applicazione dei principi biocineti-

ci: è l'applicazione della forza prodotta dalla contrazione muscolare sulle leve scheletriche che consente il movimento.

In Fisica, quindi, l'analisi della forza porta all'approfondimento dei principi fondamentali della meccanica come le leggi di Newton, l'accelerazione di gravità, il concetto di lavoro, di energia e di potenza.

È proprio "la familiarità con queste leggi, sostiene Rolf Wirhed, a permettere un'analisi più accurata del movimento e un'effettuazione più razionale degli esercizi di allenamento".

Oggetto dell'Educazione Fisica è invece la sperimentazione delle modalità ottimali di allenamento della potenza muscolare con l'applicazione pratica dei principi fisici relativi alla potenza intesa cioè come il prodotto della forza per la velocità ( $P = F \times V$ ).

Il Lavoro è dato dalla Forza per lo spostamento dove la forza è determinata dalla massa per l'accelerazione di gravità ( $9,8 \text{ mt} / \text{sec}^2$ ).

Si deduce quindi che la potenza è determinata dal Lavoro diviso il Tempo ( $P = L / T$ ) e cioè:

$$\frac{m \times g \times s}{t} = \text{Watt.}^2$$

I recenti studi condotti da numerosi autori sulla modalità di allenamento della forza hanno messo in evidenza l'importanza della velocità di spostamento nella determinazione dell'intensità del carico di lavoro. In ambito sportivo, infatti, risulta più potente l'atleta che riesce a sollevare un determinato peso alla velocità più elevata.

Ma la potenza muscolare, definita come forza esplosiva, è una caratteristica che può essere incrementata mediante opportune metodiche di allenamento. Per ottenere effettivi incrementi di potenza è necessario determinare sia il carico di lavoro ottimale sia la velocità di esecuzione, che dovrà risultare sempre la massima possibile.

Attraverso i test, pertanto, vanno stabiliti, empiricamente, i carichi ottimali per l'incremento della potenza di ciascun allievo.

Dal punto di vista didattico va sottolineato che il contesto pratico-sperimentale facilita l'assimilazione dei contenuti consentendo l'applicazione delle conoscenze; tramite il sistema delle "associazioni orientate", suggerite dall'insegnante, si evidenziano i possibili accostamenti concettuali, favorendo così momenti di riflessione metacognitiva.

La "sommazione" delle esperienze e delle conoscenze acquisite, inoltre, permette una trasferi-

bilità trasversale dei contenuti (continuità orizzontale) che attraversa i vari ambiti di competenza disciplinare.

Va precisato, infine, che l'intento non è quello di ottenere, con l'attività didattica curricolare, delle modificazioni a livello organico.

Con una sola lezione settimanale, infatti, non è possibile ottenere sostanziali modificazioni organiche in quanto non può essere sfruttato il principio fisiologico dell'adattamento biologico (il meccanismo della "supercompensazione" richiederebbe una frequenza almeno trisettimale degli stimoli allenanti).

## MATERIALE E METODI

Effettuare test di potenza significa sottoporre a forte stress le strutture osteo-articolari e muscolari. E' necessario, perciò, prevedere un'adeguata fase di preparazione durante la quale, oltre all'apprendimento della tecnica del sollevamento pesi, gli studenti possano adattare progressivamente le articolazioni ed i tendini ai consistenti incrementi del carico di lavoro al fine di evitare contratture e, soprattutto, spiacevoli infiammazioni tendinee.<sup>3</sup>

Il periodo evolutivo è favorevole: gli allievi della scuola secondaria si trovano nel periodo auxologico ottimale per sviluppare la potenza muscolare. Lo sviluppo della forza è continuo dagli 11 ai 17-18 anni. Nel periodo dell'adolescenza, inoltre tra i 15 ed i 18 anni, si raggiunge anche la definitiva maturazione del sistema neuronale: in questo periodo la velocità di conduzione dell'impulso nervoso può essere incrementata se opportunamente sollecitata con specifiche esercitazioni. Manno sostiene, infatti, che "le espressioni di forza che più impegnano la funzionalità nervosa, e la necessità di stimolare precocemente le fibre veloci depongono a favore della opportunità di allenare le espressioni rapide della forza".<sup>4</sup>

Inoltre "non bisogna dimenticare che la crescita di produzione del testosterone endogeno è quasi parallela alla crescita della forza e che l'efficacia anabolica di questo ormone è legata, entro certi limiti fisiologici, alla quantità assoluta della sua presenza nell'organismo".<sup>5</sup>

L'applicazione pratica dei concetti fin qui esposti richiede una sperimentazione diretta come

momento di verifica delle tesi teoriche. Bisogna ovviamente disporre dell'attrezzatura necessaria per poter operare e cioè almeno 5 o 6 aste per bilanciere con relativi dischi di vario peso ed un ugual numero di panche. Gli allievi, suddivisi in gruppi, costituiti ciascuno da 3 - 4 studenti, procedono all'effettuazione dei test proposti. Dovranno effettuare almeno 3 serie da 10 ripetizioni ciascuna, incrementando in ogni serie il carico di lavoro. Prima di effettuare il test deve essere misurata la distanza dello spostamento del bilanciere. È opportuno, perciò, posizionare due cordelle elastiche nei due punti estremi del raggio di azione in modo da poter definire un "range" di spostamento facilmente controllabile. Durante l'esecuzione del test va rilevato il tempo totale impiegato per effettuare le dieci ripetizioni previste per ogni serie. Figura V - Disegno

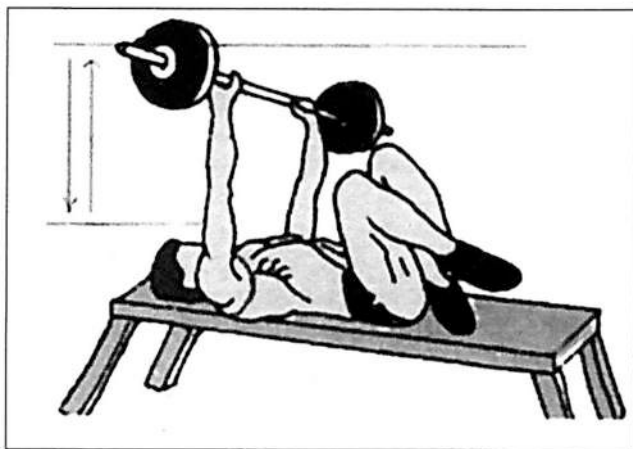


Tavola V - Disegno Illustrazione dell'esercizio della distensione su panca

Gli elastici posti trasversalmente, rappresentati dalle due linee orizzontali, servono a determinare il "range" di spostamento dell'attrezzo. In questo modo è possibile controllare la correttezza dell'escursione del movimento.

Il tempo totale di durata di ciascuna serie deve poi essere diviso per 10 in modo da ottenere il tempo medio, parziale, impiegato per ogni singola ripetizione. Quindi, dato che ogni ripetizione comprende sia una fase ascendente (di spinta) ed una discendente (di ritorno), bisogna dividere il tempo parziale per due in modo da ricavare il tempo effettivamente impiegato in ogni singola spinta, corrispondente alla velocità media di spostamento del carico. (Esempio: 9 sec.:  $10 = 0,9$ ;  $2 = 0,45$  sec.)

Certamente le due fasi, ascendente e discendente, avranno tempi diversi tra loro che possono essere rilevati accuratamente con sofisticati stru-

menti di misurazione come, ad esempio, il dinamometro isoinerziale del sistema Ergo Power, applicato alle più recenti macchine per muscolazione.

A livello sperimentale, tuttavia, può essere considerata accettabile l'attendibilità del suindicato metodo di calcolo ai fini della determinazione della potenza media espressa durante l'esercizio. Il carico di lavoro verrà poi progressivamente aumentato in ogni serie in modo da ottenere almeno tre rilevazioni con i diversi carichi di lavoro selezionati.

La determinazione del carico per l'effettuazione dei test richiede alcune particolari riflessioni. Secondo vari autori "il valore massimo della potenza si ha con i valori ottimali della forza muscolare e della velocità uguali a circa 1/3 dei valori massimi. In questo caso la potenza è massima se si sono potuti sviluppare contemporaneamente, nella stessa contrazione, la forza e la velocità".

Pur considerando, infatti, che, "la massima potenza del gesto si verifica con tensioni del 35 % circa rispetto al massimale eseguito alla massima velocità possibile" non dobbiamo dimenticare l'esigenza di adeguare il lavoro alle caratteristiche degli allievi che non possono certo essere considerati degli specialisti degli sport di forza.

Possiamo allora considerare valida la proposta avanzata da Filin (1974) che ha indicato il vincolo del peso corporeo nella determinazione del carico massimo impiegabile nell'età compresa dai 9 ai 18 anni. Secondo tale autore la massima velocità di esecuzione raggiunta garantisce già un'elevata intensità del carico (e pertanto non è necessario utilizzare sovraccarichi di entità elevata).

Il sovraccarico sarà perciò rapportato al peso corporeo del soggetto, in relazione al settore muscolare esercitato. Vengono così indicate percentuali di carico differenti per lo squat, esercizio specifico per gli arti inferiori, e per la distensione su panca, interessante i muscoli pettorali ed il tricipite.

In questo caso è stato preso in esame l'esercizio della distensione su panca piana. Il carico della prima serie deve corrispondere a circa il 30 % del peso corporeo, per i maschi, ed al 25 % per le femmine. Gli incrementi successivi potranno essere, in media, variabili tra i 5 ed i 7 chilogrammi.

Nell'esecuzione dei test si può verificare il caso in cui, ad un aumento del peso da sollevare, corrisponda un consistente decremento della velocità ed una conseguente diminuzione della potenza effettivamente espressa.

Se supponiamo, infatti, che nella prima serie un'allieva abbia sollevato 20 Kg impiegando un tempo medio di 0,40 sec., con uno spostamento di 37 cm., ottenendo una potenza pari a 181,3 Watt [  $(20 \times 9,8 \times 0,37) : 0,40 = 181,3 \text{ Watt}$  ], mentre nella seconda serie, con carico di 25 Kg. ed un tempo medio di 0,52 sec., abbia raggiunto una potenza complessiva di 188,8 Watt [  $(25 \times 9,8 \times 0,37) : 0,48 = 188,8 \text{ Watt}$  ] nella terza serie, con un carico di 30 kg. ed un tempo di 0,58 sec., riscontreremo un decremento della potenza espressa scesa a 187,5 Watt [  $(30 \times 9,8 \times 0,37) : 0,58 = 187,5 \text{ Watt}$  ]. La potenza massima, pari a 188,8 Watt, risulterà perciò espressa con un carico di 25 Kg.; nell'ultima prova, pur con l'impiego di una maggiore percentuale di forza massimale, non è stata mantenuta elevata la velocità di spostamento, con una conseguente diminuzione della potenza complessiva, risultata perciò inferiore e pari a 187,5 Watt. (Tavola VI)

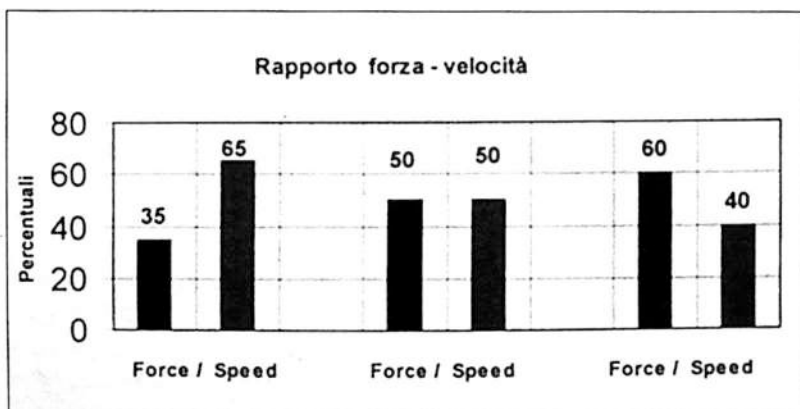


Tavola VI

Il grafico illustra la relazione esistente tra la forza e la velocità di esecuzione: quando i valori si equivalgono si raggiunge il picco di potenza

Attraverso questo test è perciò possibile individuare il carico ottimale per migliorare la potenza.



Per allenarla, tuttavia, sarà opportuno effettuare almeno 3 serie da 6 - 8 ripetizioni ciascuna, intervallate da pause di recupero completo.

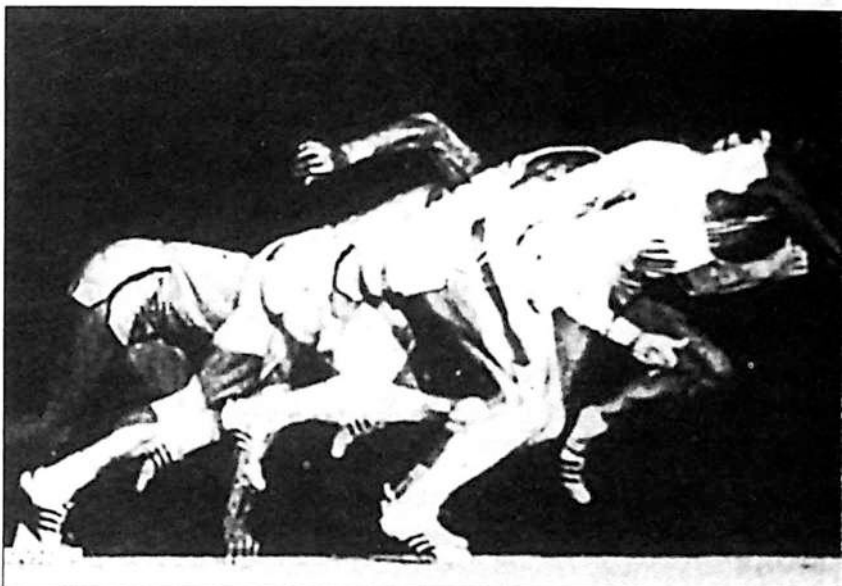
L'adattamento neuromuscolare ricercato con questa metodica di lavoro, infatti, richiede fasi di ripristino intermedio piuttosto lunghe. Il numero delle ripetizioni, da 6 ad 8, è limitato proprio per consentire l'espressione della esplosività muscolare.

Un aumento del numero delle ripetizioni, infatti, non produrrebbe un miglioramento della forza esplosiva ma solo un miglioramento di un'altra caratteristica muscolare, cioè quella della resistenza alla forza (resistance).

Il recupero tra le varie serie deve essere di almeno 3 - 4 minuti, per consentire il ripristino delle ottimali condizioni neurogene in quanto, negli esercizi di forza esplosiva, risulta fondamentale la velocità di conduzione dell'impulso nervoso per assicurare il rapido e contemporaneo reclutamento del maggior numero possibile di fibre muscolari.

Si ottengono così degli aggiustamenti (adattamenti temporanei) derivanti da una risposta organica allo stress subito: "l'organismo si adatta con reazioni fisiologiche immediate, in risposta a variazioni funzionali di breve durata. In questo caso i processi rigenerativi iniziano solo al termine della sollecitazione esterna. Gli adattamenti metabolici si riferiscono alle modificazioni funzionali e metaboliche che seguono immediatamente la somministrazione dello stimolo (aggiustamenti)"<sup>8</sup>.

Anche secondo Volkov (1983) nel corso di una seduta di allenamento si registrano "effetti immediati del carico, costituiti dalle variazioni biochimiche e fisiologiche che si stabiliscono immediatamente dopo l'esecuzione dell'esercizio e nel successivo periodo di recupero, quando avviene la compensazione del debito di ossigeno (aggiustamento, momentaneo). Tale risposta metabolica contemporaneamente rappresenta lo stimolo per l'adattamento epigenetico (stabile)".<sup>9</sup> Non si possono ottenere, tuttavia, degli adattamenti epigenetici (modificazioni croniche e sta-



bili) in quanto la somministrazione di tali stimoli allenanti, potendo avvenire una sola volta alla settimana, non attiva l'omeostasi biologica (la supercompensazione).

La fase catabolica (distruzione molecolare delle cellule muscolari) provocata dagli esercizi, tuttavia, è risultata piuttosto intensa; i postumi, dovuti alla mialgia da sforzo, sono stati avvertiti, nei giorni immediatamente successivi, soprattutto dagli studenti meno allenati.

## VERIFICA

Al fine di accertare il conseguimento di effettivi miglioramenti prestativi ottenibili con questa metodica di allenamento, si è proceduto all'effettuazione di uno specifico test comunemente utilizzato per la misurazione della forza esplosiva e cioè il lancio della palla zavorrata. Il protocollo del test prevedeva il lancio della palla zavorrata da Kg. 3, effettuato con due mani dal petto, dalla posizione seduta, a gambe incrociate, e con la schiena appoggiata alla parete, in modo da eliminare la possibilità di avvalersi dell'oscillazione del busto per imprimere una maggior propulsione all'attrezzo. Ogni studente aveva a disposizione tre lanci e veniva considerata solo la miglior prestazione ottenuta. La misurazione dei lanci è sempre iniziata ad una distanza di 50 cm. dalla parete.

Il primo test è stato effettuato durante la lezione antecedente l'inizio del lavoro sulla potenza muscolare ed è stato poi ripetuto dopo 4 lezioni.

Tutte le misure dei lanci erano comprese tra i mt. 2,30 ed i mt. 4,30. Nell'ultimo rilevamento sono stati registrati incrementi prestativi variabili tra il 4 % ed il 9 %.

## DISCUSSIONE

La capacità reattiva è una particolare espressione dell'apparato neuromuscolare e viene definita da Yury Verkhoshansky come "la capacità specifica di esprimere un impegno elevato di forza subito dopo un intenso stiramento meccanico dei muscoli, cioè in un rapido passaggio dal lavoro muscolare eccentrico a quello concentrico nelle condizioni di sviluppo di un carico dinamico".<sup>10</sup>

L'energia meccanica data dalla somma dell'energia cinetica più l'energia potenziale si conserva durante il processo. Il peso sollevato, nella fase discendente, è una massa la cui velocità deve essere annullata dall'azione frenante del muscolo che a sua volta, comportandosi come una vera e propria molla, raggiunge il massimo della compressione. A questo punto tutta l'energia potenziale immagazzinata dalle fibre muscolari, in virtù della loro componente elastica seriale, viene restituita e rivolta nel senso opposto cioè nella successiva fase di spinta.<sup>11</sup>

"Il pre-stiramento della muscolatura provoca una deformazione elastica dei muscoli e garantisce l'accumulo di un determinato potenziale di tensione muscolare che all'inizio della contrazione viene trasformato in energia cinetica producendo come risultato un surplus di forza di trazione dei muscoli. Il surplus di forza, determinato da uno stiramento del muscolo, aumenta a seconda della velocità e della grandezza dello stiramento; è tanto maggiore quanto più veloce è il passaggio dallo stiramento alla contrazione muscolare".<sup>12</sup>

Hill (1950) aveva intuito che "l'energia meccanica immagazzinata nella componente elastica in serie, poteva essere utilizzata per produrre una velocità più elevata da quella sviluppata dalla materia contrattile stessa durante l'accorciamento".<sup>13</sup>

Anche Donskoj e Zatziorskij affermano che "i componenti elastici per le loro proprietà meccaniche sono analoghi alle molle: perché essi si dilatano bisogna applicare una forza. Il lavoro della forza è uguale all'energia della deformazione elastica la quale può, nella fase seguente del movimento, sfociare in lavoro meccanico".<sup>14</sup>

La potenza espressa con il lavoro muscolare, inoltre, attiva progressivamente il reclutamento di

nuove unità, fino ad allora inattive. Secondo il principio del reclutamento neuronale, postulato da Hennemann (1965), "se i valori sono bassi lavorano solo le unità piccole, lente, mentre in contrazioni più intense sono coinvolte sempre più unità più grandi, più potenti ed anche più rapide".<sup>15</sup>

Nelle espressioni di forza, comunque, riveste notevole importanza la coordinazione intermuscolare ed intramuscolare.

Infatti "se meccanicamente è poco importante che delle forze siano applicate separatamente o simultaneamente in quanto la risultante rimane la stessa, per l'essere umano non può valere lo stesso principio. Le parti più potenti del corpo sono in genere anche le più pesanti e quindi hanno un'inerzia maggiore e di conseguenza i loro movimenti risultano meno rapidi.

Bisognerà, pertanto, che venga organizzata una successione temporale delle forze in modo che i differenti gruppi muscolari vengano utilizzati al massimo secondo le loro relative capacità di forza e di velocità".<sup>16</sup> Perciò solo quando le forze impresse dai differenti segmenti corporei sono ben coordinate tra loro si ottiene l'addizione delle forze.

## COMMENTO E CONSIDERAZIONI PERSONALI (PERSONAL COMMUNICATION)

Attraverso l'esperienza qui illustrata si possono conseguire alcuni importanti risultati. Sotto l'aspetto prettamente didattico si raggiungono alcuni specifici obiettivi: gli studenti diventano consapevoli del percorso formativo perseguito in quanto protagonisti attivi; si abituano all'applicazione di principi fisiologici per il perseguimento degli obiettivi desiderati, all'utilizzazione di una metodica rigorosa ed all'analisi dei risultati ottenuti acquisendo così un'abitudine mentale alla "rigorosità scientifica" ed al gusto per la ricerca ed il confronto.

Dal punto di vista pratico si appropriano di una corretta tecnica di utilizzo dei pesi e delle metodiche di lavoro utilizzate nel lavoro con i sovraccarichi.

Diventano consapevoli delle diverse modalità di allenamento della forza e dell'importanza che questa specificità riveste in relazione alla disciplina sportiva eventualmente praticata.

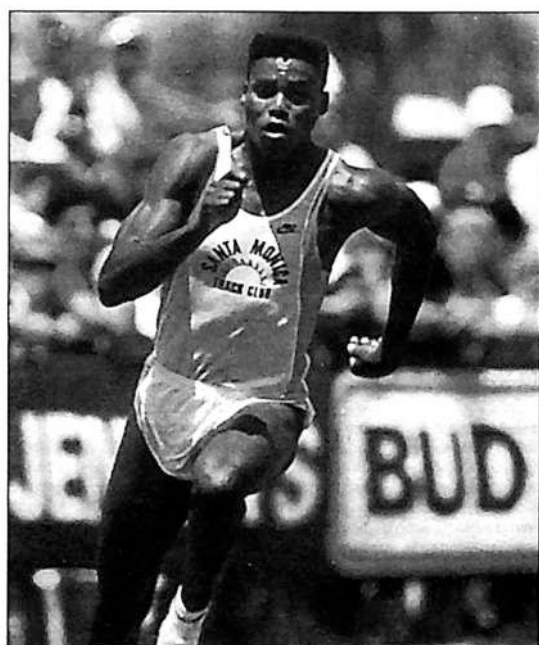
È necessario, tuttavia, raccogliere ed elaborare in tempo reale tutti i risultati registrati dagli allievi

Maschi	Massa x	Acceler	= peso x	distanza	= Lavoro :	tempo tot	time 1/2	WATT
V. L.	30	9,8	294	0,4	117,6	11,3	0,565	208,1416
Z. L.	30	9,8	294	0,4	117,6	11,6	0,58	202,7586
A. S.	30	9,8	294	0,4	117,6	11,5	0,575	204,5217
S. F.	30	9,8	294	0,4	117,6	11,8	0,59	199,322
B. A.	26	9,8	254,8	0,4	101,92	11,6	0,58	175,7241
M. A.	30	9,8	294	0,4	117,6	10,75	0,5375	218,7907
B. S.	20	9,8	196	0,4	78,4	11,6	0,58	135,1724
F. F.	30	9,8	294	0,4	117,6	8,8	0,44	267,2727
S. F.	20	9,8	196	0,4	78,4	8,6	0,43	182,3256
T. T.	30	9,8	294	0,4	117,6	13,4	0,67	175,5224
G. M.	30	9,8	294	0,4	117,6	11,9	0,595	197,6471
R. N.	26	9,8	254,8	0,4	101,92	10,2	0,51	199,8431
							<b>Media</b>	<b>179,88</b>
<b>Femmine</b>								
F. A.	14	9,8	137,2	0,25	34,3	11,2	0,56	61,25
M. M.	20	9,8	196	0,35	68,6	11,6	0,58	118,2759
T. V.	20	9,8	196	0,36	70,56	10,8	0,54	130,6667
G. V.	20	9,8	196	0,4	78,4	9,2	0,46	170,4348
F. C.	10	9,8	98	0,38	37,24	7,7	0,385	96,72727
B. C.	14	9,8	137,2	0,25	34,3	8	0,4	85,75
T. M.	20	9,8	196	0,28	54,88	9,1	0,455	120,6154
S. R.	14	9,8	137,2	0,3	41,16	10	0,5	82,32
V. D.	10	9,8	98	0,3	29,4	10	0,5	58,8
							<b>Media</b>	<b>102,72</b>

Tabella X

Nella tabella sono riportati i dati ottenuti dagli allievi/e di una classe (12 maschi e 9 femmine) nel test di potenza nella distensione su panca. Per calcolare la potenza espressa è stato utilizzato un foglio di lavoro excel.

in modo da procedere all'analisi dei risultati ottenuti nel corso della stessa lezione. Per questo può risultare molto utile l'impiego di un computer attraverso il quale elaborare, mediante un foglio



di lavoro excel, i dati rilevati. L'immediata visualizzazione dei risultati permette, infatti, una chiara comprensione dei valori e la conseguente comparazione delle performance ottenute.

La comparazione dei picchi di potenza raggiunti dagli allievi/e di una classe (illustrati nella allegata tabella X), conferma sostanzialmente le tesi teoriche precedentemente esposte. Infatti, sia per quanto concerne i maschi che le femmine, la massima potenza è stata espressa con un carico variabile tra il 30 % ed il 40 % del peso corporeo. Calcolata poi, mediante specifici test di forza assoluta, la forza massima degli allievi fisicamente più preparati ed abituati al lavoro con sovraccarico, si è potuto constatare come i picchi di massima potenza siano stati ottenuti con carichi di lavoro corrispondenti a circa il 35 % del massimale.

La forza massima viene definita come "la forza più elevata possibile che il sistema neuromuscolare riesce ad esprimere con una contrazione massima volontaria".

È risultata determinante, infine, per l'esplicazione della massima potenza la velocità di esecuzione: due allievi hanno infatti raggiunto picchi

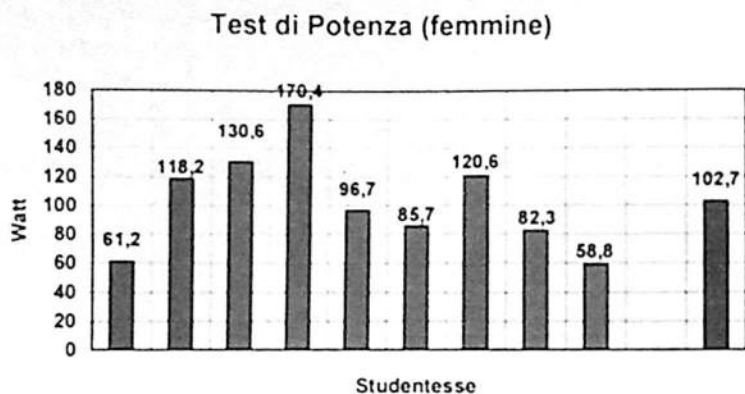


Tavola XV - I risultati ottenuti dalle ragazze

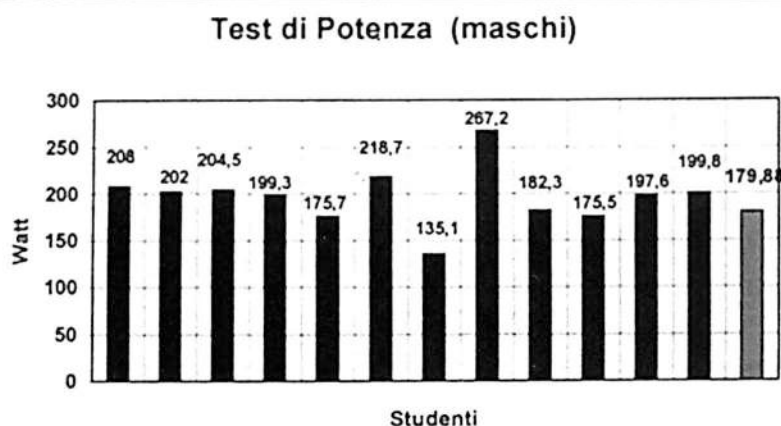


Tavola XX - I risultati ottenuti dalla componente maschile della classe

di forza pressoché analoghi di 175 Watt utilizzando però carichi di lavoro differenti, pari rispettivamente a 26 ed a 30 Kg. Significa quindi che un soggetto, pur utilizzando un carico di lavoro inferiore rispetto all'altro, è riuscito, evidentemente, ad imprimere una maggiore velocità di spostamento all'attrezzo.

L'elaborazione dei dati, riportati graficamente (grafici XV e XX) e le successive considerazioni sui risultati ottenuti hanno perciò portato gli studenti a comprendere come la prestazione fornita dipenda dal tipo di disciplina sportiva praticata e dalla specificità delle metodiche di allenamento seguite ●

#### BIBLIOGRAFIA

1) Barigelli, Beraldo, Manno, Masera, Ruggeri, Umili, Il libro della cultura fisica, Edizioni Mediterranee, Roma, 1991, pag. 33 : 2

2) Beraldo S. e Polletti C., Il libro della preparazione fisica, Edizioni Mediterranee, Roma, 1989, pag. 125 : 7

3) Bosco Carmelo, La forza muscolare, Aspetti fisiologici ed applicazioni pratiche, S.S.S., Roma, 1997, pag. 136:13

4) Callegaris A., Le scienze dell'allenamento, S.S.S. Roma, 1997, pag. 134 - 135:10

5) De Curtis S. e Ferrer J. F. - Fisica, Atlanti Scientifici Giunti, Firenze, 1985, pag. 20 : 11

6) Dyson Geoffrey H. G., Principi di meccanica in atletica leggera, Edizioni Atletica Leggera, Milano, 1971, pag. 40 : 16

7) Donskoj D.D. - Zatziorskij V.M., Biomeccanica, Società Stampa Sportiva, Roma, 1983, pag. 57 : 14

8) Manno Renato, L'allenamento della forza, S. S. S. Roma, 1996, pag. 41 : 3 pag. 76 : 4 - pag. 74 : 5 - pag. 111 - 112 : 9

9) Martin D. - Carl K. - Lehnertz K. - Manuale di teoria dell'allenamento - Società Stampa Sportiva, Roma 1997, pag. 116 : 15, pag. 103:17

10) Verkhoshansky Y., Mezzi e metodi per l'allenamento della forza esplosiva. Tutto sul metodo d'urto - S. S. S. Roma, 1997, pag. 41 : 10, pag. 41 : 12

11) Wirhed Rolf, Abilità atletica e anatomia del movimento, Edi Ermes Milano, 1992, pag 86 : 1

12) Zatziorskij V.M., Le qualità fisiche dello sportivo - Edizioni Atletica Leggera, Milano, 1970, pag. 21 : 6





## LA FORMAZIONE DEI RADICALI LIBERI: QUANDO L'OSSIGENO DIVENTA UN NEMICO

## THE FORMATION OF THE FREE RADICAL: WHEN OXIGEN BECOMES AN ENEMY

DI BISCOTTI GIAN NICOLA PH. D.

FACOLTÀ DI SCIENZE DELLO SPORT, UNIVERSITÀ CLAUDE BERNARD, LYON, FRANCE.  
SCUOLA UNIVERSITARIA INTERFACOLTÀ IN SCIENZE MOTORIE, TORINO, ITALIA.

**I**l metabolismo dei radicali liberi (RDL), fu scoperto nel 1968 da Mc Cord e Fridovich, da allora, in questo campo, si sono susseguiti numerosissimi lavori, che hanno permesso, a tutt'oggi, la scoperta di diversi tipi di RDL e dei loro meccanismi di intervento sui processi fisiologici.

I RDL, sono sostanze prodotte naturalmente dall'organismo e determinano un gran numero di funzioni cellulari, tra le quali possiamo ricordare la sintesi dell'acido arachidonico, il transfert degli elettroni a livello della catena mitocondriale, oppure la loro partecipazione nel meccanismo di difesa organica nell'ambito del fenomeno della fagocitosi, solo per citarne alcune.

Il RDL è una molecola, od un atomo, che possiede uno o più elettroni non appaiati o singoli, a livello dei suoi orbitali esterni.

La sua caratteristica peculiare è quella di reagire spontaneamente, con altri atomi o altre molecole, per formare nuovi RDL, innescando in tal modo una catena che viene interrotta solamente nel caso in cui due RDL reagiscano tra loro.

Gli RDL sono delle molecole instabili, molto reattive, che possiedono un'emi-vita estremamente corta, dell'ordine di  $10^{-9}$  -  $10^{-6}$  secondi.

Le reazioni che portano alla formazione degli RDL possono

**S**ince the metabolism of the free radicals was discovered in 1968 by Mc Cord and Fridovich, various studies have led to the discovery of many kinds of RDL and to the mechanisms with which they intervene on physiological processes.

The RDL are substances produced naturally by the body, which determine a great number of cell functions among which the synthesis of the arachidonic acid and the transfer of electrons at the level of the mitochondrion chain. They also take part to the mechanism with which the body defends itself with the phenomenon of phagocytosis.

The RDL is a molecule or an atom, which has one or more non coupled or single electrons at the level of its external orbits.

It is particular because it reacts in a spontaneous way to other atoms or molecules, in order to form new R, which trigger a chain interrupted only if two RDL react between themselves.

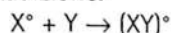
The RDL are molecules instable and extremely reactive, whose hemi-live is really short:  $10^{-9}$  -  $10^{-6}$  seconds.

The reactions which lead to the formation of RDL is

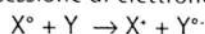


essere schematicamente riassunte come segue:

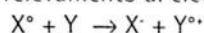
- Addizione:



- Cessione di elettrone

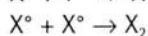
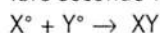


- Prelevamento di elettrone



Nelle quali ° indica la presenza di un elettrone non appaiato.

L'interruzione della reazione a catena avviene solo nel caso in cui due RDL reagiscano tra di loro secondo lo schema:



## L'OSSIGENO ED I SUOI DERIVATI

L'ossigeno, scoperto da Priestely nel 1774, non è una molecola inerte, situato nel gruppo 6, classe 2, della tavola di Mendeleev, occupa la seconda posizione nella scala di elettronegatività ed è direttamente implicato nella maggior parte dei processi che danno origine ai RDL.

Allo stato fondamentale possiede 16 elettroni, due dei quali sono dello stesso spin<sup>1</sup> ed occupano gli orbitali  $1\pi$  in modo separato,  $1\pi\alpha$  ed  $1\pi\beta$ , in accordo con quanto enunciato dalla regola del Pauli, che stabilisce che due elettroni dello stesso spin non possano occupare il medesimo orbitale.

Possiamo quindi immaginare la molecola di  $O_2$  come una minuscola calamita che tende a possedere una configurazione elettronica stabile, reagendo con altre molecole od atomi, per potersi appropriare, tramite ossidazione<sup>2</sup>, di due elettroni e saturare, in tal modo i suoi orbitali  $\pi\alpha$  e  $\pi\beta$ .

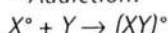
Allo stato fondamentale, l'ossigeno non è molto reattivo, dal momento che dovrebbe attirare nelle sue orbite esterne, due elettroni dello stesso segno. La regola del Pauli stabilisce infatti che ogni elettrone debba avere un numero quantico<sup>3</sup> differente, per questo motivo, nella stessa orbita non possono coesistere due elettroni dello stesso segno.

Per cui l'ossigeno non potrebbe saturare i suoi due orbitali  $\pi\alpha$  e  $\pi\beta$  ossidando una qualsiasi molecola, il cui orbitale esterno, contiene due elettroni di segno diverso.

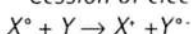
Tuttavia, in seguito ad un apporto energetico, l'ossigeno può cambiare la sua configurazione elettronica,

summarised in the following scheme:

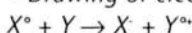
- Addition:



- Cession of electrons:

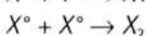
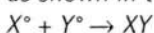


- Drawing of electrons:



Where ° indicates the presence of a non-coupled electron.

The interruption of the chain reaction occurs only if the two RDL react between themselves, as shown in the following scheme.



## OXYGEN AND ITS DERIVATES

Discovered by Priestely in 1774, oxygen is not an inert molecule situated in group 6, class 2 in the Mendeleev's table. On the contrary, positioned as number two in the electro-negativeness scale, it is directly involved in the majority of processes that give origin to the RDL.

At its fundamental state it has 16 electrons, two of which have the same spin and occupy the orbits  $1\pi$  in a separate way,  $1\pi\alpha$  and  $1\pi\beta$ , in accordance with what is stated in Pauli's rule: two electrons with the same spin can not occupy the same orbital.

At this point, we can imagine the  $O_2$  molecule as a minuscule calamite which usually has a stable electronic configuration which, sometimes, reacts through oxidation to other molecules or atoms to gain two electrons and saturate its orbits  $\pi\alpha$  and  $\pi\beta$ .

At its fundamental state oxygen is not very reactive, as it should attract two electrons of the same sign in its external orbits.

Pauli's rule states, in fact, that each electron should have a different quantum number so that two electrons of the same sign do not coexist in the same orbital.

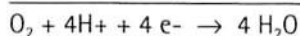
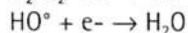
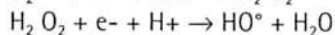
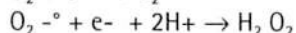
For this reason oxygen should not saturate its two orbits  $1\pi\alpha$  and  $1\pi\beta$  oxidizing the molecules with an external orbital containing two electrons of different sign.

However, owing to an energetic contribution oxygen can not change its electrical configura-

divenendo estremamente reattivo e capace di causare danni irreversibili, sia al nucleo, che alla cellula.

## LE VIE METABOLICHE DI FORMAZIONE DEI RDL, LE FONTI ENDOGENE ED ESOGENE

L'ossigeno assume due diversi comportamenti, in rapporto al fatto che la sua riduzione sia completa, sino dare come prodotto ultimo  $H_2O$  (sistema aerobico) oppure no (sistema anaerobico). Nel sistema aerobico, l'ossigeno è ridotto, a livello mitocondriale, permettendo la fosforilazione dell'ADP in ATP, secondo lo schema seguente:



Nel corso del meccanismo aerobico, l'ossigeno si combina, in una quota variabile tra il 2 ed il 5%, con degli elettroni, formando lo ione superossido  $O_2^{\cdot -}$ .

I meccanismi di difesa dell'organismo, cercano di intercettare questi ioni per poterli neutralizzare, tuttavia, nel caso del cosiddetto stress ossidativo, questi meccanismi di difesa vengono sopraffatti ed i RDL sono liberi di esplicare la loro azione nociva.

Anche nel corso del meccanismo anaerobico, si può andare incontro alla formazione di RDL derivanti dall'ossigeno, che sono:

- Il radicale anione superossido  $O_2^{\cdot -}$ , che è in grado di ossidare le catecolamine e formare il radicale idrossile  $HO^{\cdot}$ .
- L'ossigeno singoletto  $^1O_2$ , che, pur non possedendo elettroni spaiati, è comunque, data la sua configurazione elettronica, molto reattivo ed è in grado di provocare lipoperossidazione.
- Il radicale idrossile  $HO^{\cdot}$ , molto reattivo, in grado di alterare la struttura delle proteine e dell'acido desossiribonucleico (ADN), nonché di indurre lipoperossidazione.
- Il perossido di idrogeno  $H_2O_2$ , che, benché sia relativamente stabile, è comunque capace di ossidare numerose sostanze organiche e di formare radicali idrossile  $HO^{\cdot}$ .

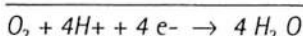
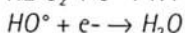
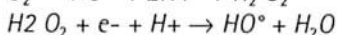
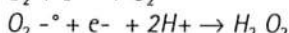
Anche i metalli di transizione come il ferro ed il rame, che sono situati nella classe 4 della tabella di Mendeleev, possiedono un elettrone spaiato, e possono a tutti gli effetti essere considerati come RDL (Thiebault e Sprumont, 1998).

*tion, is extremely reactive and can cause irreversible damages to the nucleus and to the cell.*

## THE METABOLIC WAYS TO FORM R, THE ENDOGENOUS AND EXOGENOUS SOURCES

*The oxygen assumes two different behaviours depending on its reduction: it can complete itself giving  $H_2O$  as its last product (aerobic system) or not (anaerobic system).*

*In the aerobic system oxygen is reduced at the mitochondrion level, allowing the phosphorylation of ADP in ATP, as shown in the following schema:*



*During the aerobic mechanism oxygen combines itself in a variable quota, from 2 to 5%, and the electrons form the super oxide  $O_2^{\cdot -}$  ion.*

*The defensive mechanisms of the body try to intercept and neutralize these ions but in the case of the so-called oxidative stress these defensive mechanisms are overwhelmed and the RDL are free to explicate their injurious action.*

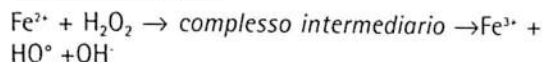
*During the anaerobic mechanism too, the RDL deriving from the oxygen can form themselves:*

- *The super oxide radical  $O_2^{\cdot -}$ , able to oxidize the catecholamines and to form the hydroxyl radical  $HO^{\cdot}$ .*
- *The singlet oxygen  $^1O_2$ , very reactive and able to cause lipoperoxidation thanks to its electronic configuration, despite not having unpaired electrons.*
- *The hydroxyl radical  $HO^{\cdot}$ , very reactive and able to alter the structure of the proteins and of the deoxyribonucleic acid (ADN), as well as to introduce the lipo-oxidation.*
- *The hydrogen peroxide  $H_2O_2$ , quite stable but able to oxidise the numerous organic substances and to form the hydroxyl radicals  $HO^{\cdot}$ .*

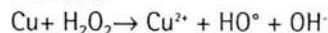
*The transitional metals as iron and copper situated, in class 4 in the Mendeleev's table, have an unpaired electron and can be, in all respects, considered as RDL (Thiebault and Sprumont, 1998).*

*The iron ion reacts, in fact, with the hydrogen peroxide forming a  $HO^{\cdot}$  radical, in accordance*

Lo ione ferro reagisce infatti con il perossido di idrogeno, per formare un radicale  $\text{HO}^\bullet$  secondo la reazione di Fenton:



Anche il rame, reagisce con il perossido di idrogeno per formare un radicale idrossile secondo la reazione:



I radicali liberi, possono avere quindi un'origine endogena, identificabile principalmente a livello della catena mitocondriale, del reticolo endoplasmatico, del citoplasma, e della membrana citoplasmatica, a livello muscolare, i siti di produzione sono identificabili nei lisosomi<sup>4</sup>, nel reticolo sarcoplasmatico, nel sarcolemma e nel sarcoplasma (Bendich, 1991).

Le fonti esogene sono anch'esse molteplici, come le radiazioni, sia ultraviolette che i raggi gamma, il benzopirene, gli inquinanti atmosferici, od il fumo di sigaretta, solo per citarne alcuni.

#### LA FUNZIONE PROTETTIVA DEI RDL

I RDL derivati dall'ossigeno, sono direttamente implicati nel processo della fagocitosi, infatti, nel caso in cui vengano a contatto con particelle estranee all'organismo, i fagociti reagiscono attivando la NADPH-ossidasi, che ha sua volta da inizio ad una forte produzione di radicale anione superossido  $\text{O}_2^{\bullet-}$ .

Questo meccanismo, tuttavia, non permette un'azione efficace su tutte le forme batteriche, ed inoltre, alcune affezioni, come ad esempio l'artrite reumatoide, sarebbero addirittura aggravate dall'eccesso di produzione di  $\text{O}_2^{\bullet-}$  da parte dei fagociti<sup>5</sup>.

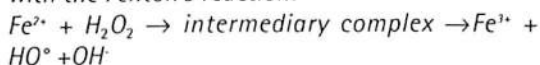
Inoltre gli RDL partecipano alla sintesi delle prostaglandine ed all'ossidazione degli xenobiotici<sup>6</sup>.

#### L'EFFETTO TOSSICO DEI RDL

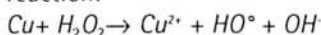
In caso di eccessiva produzione, gli RDL provocano degli effetti dannosi sull'organismo, essendo i principali responsabili del cosiddetto stress ossidativo. I radicali liberi sono infatti capaci di alterare la struttura dei lipidi, delle proteine, dei nucleotidi<sup>7</sup> e dell'acido desossiribonucleico, è inoltre accertato che possano aggravare alcune malattie come l'arteriosclerosi ed il cancro (Carrol e Cross, 1987 ; Kherer, 1993).

Un'altra azione caratteristica degli RDL, è costituita dalla lipoperossidazione (LIPOX).

with the Fenton's reaction:



The copper reacts to the hydrogen peroxide, forming a hydroxyl radical, in accordance with the reaction:

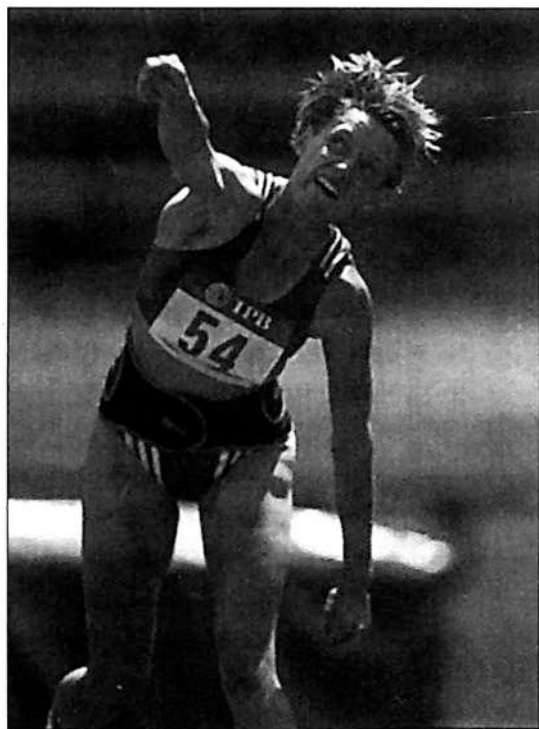


The free radicals can, therefore, have an endogenous origin which is identifiable mainly at the level of the mitochondrion chain, the endoplasmatic reticulum, the cytoplasm and the cytoplasmatic membrane; at muscular level the production site is identifiable in the lysosomes, the sarcoplasmatic reticulum, the sarcolemma and the sarcoplasm (Bendich, 1991).

The exogenous sources are various too: the radiations, both ultraviolet and gamma rays, the benzopyrene, the substances which pollute environment, or the smoke from cigarettes, etc.

#### THE PROTECTIVE FUNCTION OF THE R

The RDL derived from oxygen are directly involved in the process of phagocytosis. In fact, if they come into contact with particules extraneous to the body, the phagocytes react activating the NADPH-oxidase, which starts an intensive production of anyone super oxide  $\text{O}_2^{\bullet-}$  radical.





La LIPOX è un fenomeno ritrovabile in numerosi tessuti ed è il risultato dell'attacco, da parte degli RDL, sugli acidi grassi polinsaturi (Halliwell e Gutteridge, 1989).

Questo fenomeno, provoca una diminuzione della fluidità ed un aumento della permeabilità membranaria, permettendo in tal modo il passaggio, attraverso la membrana stessa, di sostanze nei confronti delle quali, normalmente, quest'ultima si presenta impermeabile.

La LIPOX è inoltre responsabile, secondo alcuni Autori, dell'inattivazione degli enzimi membranari strutturali (Emerit e coll., 1990).

### COME INDIVIDUARE GLI RDL: LE TECNICHE DIRETTE ED INDIRETTE

La sola tecnica strumentale che possa evidenziare direttamente la presenza di RDL, è l'Electro Spin Resonance (ESR), con la quale è possibile identificare il cambiamento di orientamento dello spin di un elettrone spaiato, indotto da un impulso elettromagnetico di frequenza determinata.

Il tempo di emi-vita di un RDL è, come abbiamo già detto, infinitesimale, per il radicale  $\text{OH}^\bullet$  è ad esempio di circa un nano secondo, per cui risulta difficile, se non impossibile, identificarlo a meno che non si ricorra ad un artificio, prolungando il suo tempo di emi-vita.

Questo procedimento, prende il nome di "spin trapping", nel corso del quale, l'RDL viene intrappolato da una molecola più stabile e quindi identificato attraverso la tecnica dell'ESR (Mason e Knecht, 1994; Halliwell, 1993).

La presenza di RDL può essere desunta anche attraverso dei metodi indiretti come:

Il dosaggio urinario della malonaldeide MDA, proveniente dalla perossidazione lipidica

- Il dosaggio dei benzoati, il radicale  $\text{HO}^\bullet$  infatti, subisce il fenomeno sopra descritto dello spin trapping, in presenza di salicilato<sup>®</sup>, per formare due derivati benzoati<sup>®</sup>: il 2-3 ed il 2-5-didrossibenzoato (Jakson e coll 1985; Dillard e coll., 1978).

- Il dosaggio della 8-idrossiguanina proveniente dall'azione del radicale  $\text{HO}^\bullet$  sul DNA (Weber, 1990).

Recentemente è stato messa a punto una nuova tecnica che attraverso un semplice esame ematico sarebbe in grado di fornire una misurazione dello stato ossidativo.

Il nuovo test è stato denominato ARD System ed è stato messo a punto dal Dipartimento di

*This mechanism, however, does not allow an efficient action against all the bacterial forms and a few affections, such as rheumatoid arthritis, may even worsen on account of the phagocytes' excessive production of  $\text{O}_2^-$ .*

*Besides, the RDL take part to the synthesis of the prostaglandins and to the oxidation of the xenon-biotics.*

### TOXIC EFFECT OF THE R

*If the production becomes excessive, the R, which are the main responsible of the so-called 'oxidative stress', cause detrimental effects to the body. These free radicals can actually alter the structure of lipids, proteins, nucleotides and of the deoxyribonucleic acid. It has also been proved that they can worsen illnesses such as arteriosclerosis and cancer (Carrol and Cross, 1987; Kherer, 1993).*

*An other characteristic action owned by the RDL is liperoxidation (LIPOX), a phenomenon present in many textures as a result of the R's attack to the fat acids polyunsaturated (Halliwell and Gutteridge, 1989).*

*This phenomenon decreases the fluidity of the membrane, increasing its permeability and allowing therefore the passage of substances through the membrane, which is usually impermeable.*

*A few Authors agree that Lipox is also responsible for the inactivation of the enzymes in the membranous structure (Emerit and coll., 1990).*

### Individuation of the R: direct and indirect techniques

*The only instrumental technique directly able to highlight the presence of RDL is the Electro Spin Resonance (ESR), which identifies the change in orientation of an unpaired electron's spin, due to an electromagnetic impulse of a determined frequency.*

*As previously said, the time of a R's hemi-life is infinitesimal. The hemi-life of the radical  $\text{OH}^\bullet$  lasts, for instance, just a nanosecond circa and is therefore very difficult, or impossible, to identify, unless we extend it with an artifice.*

*During this procedure called "spin trapping" the RDL are trapped by a more stable molecule and are identified with the ESR technique (Mason and Knecht, 1994; Halliwell, 1993).*

*The presence of RDL can be inferred also by*

Fisiologia dell'Università di Mayhood Illinois (USA) in collaborazione con il CNR Italiano ed è già stato sperimentato in Italia su 5000 individui d'età compresa tra i 14 e gli 80 anni.

La misurazione dello stato ossidativo si basa sulle Unità Carratelli (U. CARR), ognuna delle quali corrisponderebbe ad una concentrazione di perossido d'idrogeno di 0.8 mg per cento.

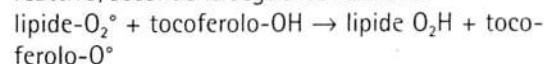
I valori normali sarebbero compresi tra le 250 e le 300 U. CARR, mentre valori superiori sarebbero un indice di stress ossidativo.

## LE DIFESE CONTRO L'ECESSO DI RDL

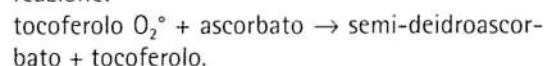
L'organismo è tuttavia in grado di inattivare gli RDL in eccesso, preservando in tal modo l'organismo dagli eventuali danni ad essi connessi, attraverso dei mezzi di difesa di tipo enzimatico e non enzimatico.

I principali meccanismi non enzimatici sono:

- La vitamina E: il tocoferolo è in grado di inibire la LIPOX, attraverso la captazione dell'ossigeno reattivo, secondo la seguente reazione:



Il tocoferolo viene in seguito restaurato attraverso l'azione dell'acido ascorbico, che agisce, in questo caso, da riduttore secondo la seguente reazione:



Il tocoferolo può essere ugualmente restaurato dal coenzima Q.

- La vitamina C, l'acido ascorbico, in quanto riduttore possiede molteplici attività antiossidanti, il suo tasso, in presenza di stress ossidativo, cala rapidamente. Tuttavia alcuni Autori, riferiscono come, in presenza di metalli di transizione, stimolerebbe la LIPOX, aumentando la produzione di radicali HO<sup>•</sup> (Haliwell, 1993).

Per ciò che riguarda i meccanismi enzimatici possiamo ricordare:

- Il glutathione, potente antiossidante presente in tre enzimi attivi.

La glutathione-perossidasi selenio dipendente (GPX), che utilizza il selenio come cofattore. La GPX è presente nelle ghiandole surrenali e nelle piastrine e ricoprirebbe un ruolo importante come agente protettore nei confronti della lipo-perossidasi. Il selenio, è un metalloide classificato nella classe VI, come l'ossigeno, e si ritrova in certi alimenti come ad esempio nella carne, nel

indirect methods such as:

*the dosage of urine in the malonaldehide MDA, which comes from the lipidic peroxidation.*

- *The dosage of benzoates, the radical HO<sup>•</sup> in fact undergoes the phenomenon described above for the spin trapping in the presence of salicylate to form two benzoate derivatives: the 2-3 and the 2-5-hydroxybenzoate (Jakson and coll., 1985; Dillard and coll., 1978).*

- *The dosage of the 8-idroxi-guanina coming from the action of the radical HO<sup>•</sup> on the DNA (Weber, 1990)*

*With an hematic exam the oxidative state is nowadays easily measured thanks to latest techniques and a new test called ARD System, perfected by the Department of Physiology of the University of Mayhood Illinois (USA) in collaboration with the Italian CNR and experimented in Italy on 5000 persons aged from 14 to 80.*

*The measurement of the oxidative state bases itself on the Carratelli unities (U. CARR), of which each one corresponds to a 0.8 mg per cent concentration of hydrogen peroxide.*

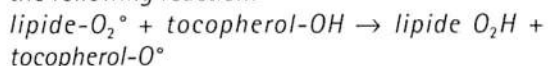
*The normal values should be between 250 and 300 U. CARR, whereas the values above these should indicate an oxidative stress.*

## THE DEFENCES AGAINST THE EXCESS OF R

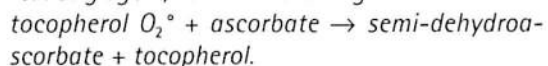
*With an enzymatic or a non enzymatic strategy the body can defend itself from the R's injuries, inactivating them.*

*The main non enigmatic mechanisms are:*

- *The vitamin E: the tocopherol is able to inhibited the LIPOX, tapping the reactive oxygen as in the following reaction:*



*the tocopherol is then restored through the action of the ascorbic acid which works, in this case, as a reducing agent, as in the following reaction:*



*The tocopherol can also be restored by the coenzyme Q<sup>10</sup>.*

- *The vitamin C, the ascorbic acid, whose rate quickly drops if there is oxidative stress, has various antioxidant activities and is a reducing agent. However, many Authors report that the presence of transition metals would stimulate the LIPOX, increasing the production of the HO<sup>•</sup> radicals (Haliwell, 1993).*

pesce, nei cereali, nei latticini. La sua carenza determina la cardiomiopatia di Kershan ed un'affezione osteo-articolare chiamata malattia di Kashin-Beck. Il selenio si situa sul sito attivo della GPX ed una sua eventuale carenza, determina una deplezione di quest'enzima da tutti i tessuti (Tessier e Marconnet, 1995). Il selenio, è quindi un fattore fondamentale per ciò che riguarda i meccanismi protettivi nei confronti della membrana lipidica.

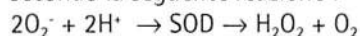
La glutathione-perossidasi non selenio-dipendente, che assicura la neutralizzazione dei perossidi e si ritrova nel fegato, nella corteccia renale e nei muscoli scheletrici.

La glutathione-reduttasi (GR), una flavoproteina<sup>11</sup> che assicura l'ossidazione delle perossidasi lipidiche e degli idroperossidi.

- La catalasi (CAT), enzima particolarmente abbondante nel fegato (nei cosiddetti perossisomi), che neutralizza l'idroperossido proveniente dai mitocondri, è concentrato nel fegato e negli eritrociti.

- Il coenzima Q10, interviene come agente antiossidante liposolubile, oltre a prendere parte, come già detto, al riciclaggio della vitamina E.

- La superossido-dismutasi (SOD), la sua azione consiste nella neutralizzazione del radicale  $O_2^-$  secondo la seguente reazione:



Tuttavia occorre sottolineare che la SOD, data la sua produzione di idroperossido, può essere considerata anche come una fonte di radicali liberi.

## L'ATTIVITÀ FISICA E L'AUMENTO DEGLI RDL

Ogni rilevante aumento dell'attività fisica, è costantemente correlato ad un parallelo incremento dei meccanismi di produzione energetica e quindi ad un contemporaneo aumento del livello di attività dei meccanismi ossidativi, sia nel corso dell'attività stessa, che durante il recupero.

Questo aumento della fosforilazione ossidativa a livello mitocondriale, si accompagna ad un aumento della produzione di RDL, proporzionale all'intensità ed alla durata dell'esercizio.

Alcuni studi hanno dimostrato, utilizzando la tecnica dell'ESR, come la produzione di RDL, nel fegato e nel muscolo di topo, possa raddoppiarsi ed addirittura triplicarsi, nel corso di un esercizio protratto sino ad esaurimento (Davies e coll., 1982).

Tuttavia, nell'uomo, risulta difficile stabilire con precisione l'aumento degli RDL nel corso dell'esercizio fisico, anche se alcuni Autori (Kanter e

*As far as enzymatic mechanisms we remind:*

- *the glutathione, a powerful antioxidant present in three active enzymes.*

*The glutathione-peroxidase selenium dependent (GPX), which uses selenium as cofactor. The GPX, present in the suprarenal glands and in the platelets, becomes an important protecting agent against lipoperoxidase. Selenium, an important metalloid classified in the VI class just like oxygen, is fundamental to protect the lipidic membrane.*

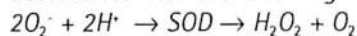
*We find it in many types of food, such as meat, fish, cereals and dairy products, and its lack determines the Kershan's cardio-myopathic and an osteo-affection of the joints, called the Kashin-Beck disease. If there should be a lack of the selenium situated on the active site of the GPX, this may be followed by a depletion of this enzyme from all textures (Tessier and Marconnet, 1995). The g-p non-selenium dependent ensures the neutralisation of the peroxides and is in the liver, in the renal cortex and in the skeletal muscles;*

*The glutathione-reductase (GR), a flavoprotein which ensures the oxidation of the lipidic peroxidase and of the hydroperoxide.*

- *The catalase (CAT), an enzyme particularly abundant in the liver (in the so-called peroxisome) where it neutralizes the hydroperoxide coming from the mitochondrions. It is concentrated in the liver and in the erythrocytes.*

- *The Q10 coenzyme intervenes as a liposoluble antioxidantizing agent, besides takes part to (as already said) the recycling of the vitamin E*

- *the superoxide-dismutase (SOD), its action consists in the neutralisation of the  $O_2^-$  radical in accordance with the following reaction:*



*However it is necessary to underline that the SOD, due to its hydroperoxide production can also be considered a source of the free radicals.*

## PHYSICAL ACTIVITY AND INCREASE OF R

*Any considerable increase of physical activity is constantly correlated to a parallel increase of the mechanism of energetic production and, consequently, to a contemporaneous increase of the level of activity of the oxidative mechanisms during the activity itself and during the make up.*

coll. 1988), hanno dimostrato una correlazione significativa tra il tasso di malonaldeide plasmatico MDA ed il tasso di creatinasi, nel corso di un esercizio prolungato come l'ultra-maratona. In questo caso, l'aumento del tasso di malonaldeide plasmatico MDA, sta a testimoniare il grado di lipoperossidazione, mentre l'aumento del livello di creatinasi, dimostra la fuoriuscita di contenuto cellulare, conseguente alla lesione della membrana.

Comunque, non è ancora possibile precisare se la lipoperossidazione sia la causa, oppure la conseguenza, del danno cellulare causato dall'esercizio (Alessio, 1993).

È comunque ormai generalmente ammesso che, l'esercizio fisico, sia all'origine di un aumento della produzione di RDL, tale da sorpassare le capacità antiossidanti dell'organismo e quindi in grado di produrre dei danni alla struttura cellulare.

Questo pericolo è soprattutto presente nel bambino che pratica un'intensa attività sportiva, particolarmente nel caso in cui questa stimoli massicciamente il sistema ossidativo.

L'organismo del bambino, infatti, utilizza in maniera maggiore, rispetto all'adulto, il meccanismo aerobico per far fronte alle richieste energetiche provenienti dall'esercizio fisico (Bell e coll., 1980; Eriksson, 1972; Thiebault e Sprumont, 1998) e quindi si può ragionevolmente supporre che, la produzione di RDL, nel bambino, sia maggiore rispetto all'adulto (Thiebault, 1995).

Tuttavia, le maggiori capacità autoriparative e di recupero del bambino, possono compensare questo eccesso di produzione di RDL, fermo restando che, nel bambino, rispetto all'adulto, il margine di sicurezza, nei confronti dello stress ossidativo, resta comunque minore (Thiebault e Sprumont, 1998).

Concordando sul fatto che, come già detto, l'esercizio fisico aumenti la produzione di RDL, occorre comunque considerare il fatto che, la maggior parte dei lavori scientifici rivolti alla produzione di RDL nel corso dell'esercizio fisico, sono basati su protocolli di lavoro differenti tra loro e che sono stati applicati su diverse specie di animali, nei quali, come nell'uomo, l'individuazione diretta degli RDL resta comunque difficile (Tessier e Marconnet, 1995).

Nell'animale è effettivamente dimostrato che la LIPOX epatica e muscolare, provocata da un esercizio fisico intenso, diminuisce in seguito all'assunzione di vitamina E (Dillard e coll., 1978).

*The oxidative phosphorylation increases at the level of the mitochondrion just as the R's production, which is proportioned to the intensity and the duration of the exercise.*

*Based on the ESR technique, some studies have proved that the production of RDL in the liver and in the muscle of a mouse can double and even treble when an exercise is prolonged up to exhaustion (Davies and Coll., 1982).*

*However, it is difficult to establish in men the precise increase of the RDL during physical exercise, although some Authors (Kanter and coll., 1988) have proved a significant correlation between the plasmatic malonaldehyde MDA and the creatine kinase rate during a prolonged exercise such as the ultra-marathon.*

*In this case the increase of the plasmatic malonaldehyde MDA testifies the grade of lipoperoxidation, whereas the increase in level of the creatine kinase proves the outcome of cellular content consequent to the lesion of the membrane.*

*It is still not possible to tell whether lipoperoxidation is the cause or the consequence of the cellular damage occurred during exercise (Alessio, 1993).*

*It is however widely accepted that physical exercise causes the increase in the RDL's production, such as going beyond the body's antioxidant capacities, damaging the cellular structure.*

*To this risk is particularly exposed the child who practices an intense sporting activity, that stimulates massively his oxidative system.*

*Compared to an adult's, the child's body exploits indeed the aerobic mechanism much more to satisfy the energetic demand required by physical exercise (Bell and coll., 1980); therefore the supposition that a child produces more RDL's than an adult (Thiebault, 1995).*

*However, the child's major capability to auto-recover and heal compensates this excessive RDL production, although his security limit towards the oxidative stress remains inferior (Thiebault and Sprumont, 1998):*

*Given that physical exercise increases the RDL production, we must highlight that nearly all the scientific studies on this matter are based on many and various protocols, all applied on different kinds of animals, in which a direct individualisation of RDL is difficult just as in man (Tessier and Marconnet, 1995).*

*In animals, it has been proven that the hepatic*



Per ciò che riguarda l'uomo, è importante ricordare come alcune ricerche, effettuate tramite biopsia muscolare (Duthie e coll., 1990), hanno evidenziato un'ossidazione del glutathione, nel corso di esercizi sub-massimali ed una sua diminuzione nel corso della susseguente fase di recupero, il che starebbe a dimostrare la presenza a livello ematico di una forma di ossigeno attivo, dovuta all'esercizio fisico, ed ancora, è interessante notare che, altri Autori, riportino come una supplementazione in vitamina E, sia in relazione ad una diminuzione dell'assorbimento del pentano inalato (Dillard e coll. 1978)

In conclusione comunque, appare ragionevole, nel caso dello sportivo, consigliare un'integrazione alimentare a base di antiossidanti, insistendo, soprattutto nel caso del bambino, sulla necessità di una sufficiente presenza nella dieta di legumi, frutta, vitamina A, C ed E, anche se, per poter quantificare esattamente la necessità di antiossidanti, in categorie particolari, come quella degli sportivi, occorrerebbero ulteriori ricerche ed approfondimenti ●

*and muscular LIPOX, produced by intense physical exercise, decreases after a assumption of vitamin E (Dillard and coll., 1978).*

*In men, instead, some researches effectuated on muscles through biopsy (Duthie and coll., 1990) highlighted an oxidation of the glutathione during sub-maximal exercises and a decrease of the glutathione during the subsequent recuperating phase, proving the presence, at an hematic level, of an active form of oxygen caused by physical exercise. Besides, it is interesting to note that other Authors assert that a supplementation in vitamin E is connected to a decrease in absorption of the inhaled pentane (Dillard and coll., 1978).*

*Although further researches and deeper studies are necessary to quantify the exact amount of antioxidizing needed by sportsmen, it is reasonable to advise an integration of the sportsmen's food with antioxidizings, especially if these are children because in their diet a sufficient quantity of pulses, fruit, vitamin A, C and E is absolutely necessary ●*

## NOTE

<sup>1</sup>Spin (dall'inglese to spin = ruotare) : Momento angolare intrinseco dell'elettrone e di ogni altra particella. In un modello classico, che attribuisca alle particelle la natura di corpuscoli di estensione finita nello spazio, si può dire che lo spin è il momento angolare dovuto alla rotazione della particella su se stessa.

<sup>2</sup>Ossidazione (dal latino oxydum = ossido ed agere = fare) : Reazione chimica elementare, con produzione di energia, che avviene sempre come reazione di ossido-riduzione (dal latino reducere = condurre indietro), nella quale uno degli elementi della reazione, detto agente riducente (donatore di elettroni), viene ossidato (o deidrogenato), con conseguente liberazione di elettroni, in favore dell'altro elemento, detto ossidante (accettore di elettroni).

<sup>3</sup>Numero quantico: Termine utilizzato in fisica per indicare i numeri interi o seminteri che individuano gli stati energetici quantizzati di una particella elementare o di un altro sistema microscopico come un atomo od una molecola

<sup>4</sup>Lisosoma (dal greco lysis = dissoluzione e soma = corpo): Organulo cellulare, di forma sferica o ellissoidale, e di dimensioni variabili da 0,1 a 1 mm, limitato da una membrana continua e derivato dal complesso di Golgi. I lisosomi contengono numerosi enzimi idrolitici sintetizzati nel reticolo rugoso e trasferiti nel comparto golgiano, quali proteasi (catepsine), fosfatasi acida, ribonucleasi, glicosidasi e altri, e sono generalizzati in vari tipi cellulari. Si distinguono in lisosomi primari e secondari. All'interno del lisosoma secondario vengono liberati gli enzimi che operano la digestione delle strutture segregate nel comparto membranoso.

<sup>5</sup>Fagocita: (dal greco fago = io mangio e kutos = cellula): Cellula capace di assumere nel proprio citoplasma particelle di natura biologica o inorganica dall'ambiente. Tale capacità si basa su un meccanismo funzionale definito fagocitosi. I fagociti costituiscono, per la maggior parte degli Eumetazoi, un importante dispositivo di difesa contro le infezioni batteriche. Nell'uomo ed in altri Mammiferi, tali elementi si rinvenivano in sedi molteplici: nel sangue, nei connettivi e in punti nodali di numerosi organi

<sup>6</sup>Xenobiotico: Sostanza biologicamente attiva, estranea agli esseri viventi. Sono tali i farmaci, i veleni, le sostanze tossiche, ecc.

<sup>7</sup>Estere fosforico di un nucleoside. Composto organico formato da una molecola di un pentoso (ribosio o desossiribosio) esterificata con una o più molecole di acido fosforico e unita con legame N-glicosidico a una base azotata (una purina o una pirimidina). I nucleotidi si trovano liberi nelle cellule ove partecipano, come coenzimi o come regolatori, a numerosi processi metabolici, oppure si trovano integrati nella struttura degli acidi nucleici (sotto forma di nucleosidi monofosfati) e di alcuni coenzimi

<sup>8</sup>Salicilato: Sale dell'acido salicilico

<sup>9</sup>Benzoato: Anione, sale o estere dell'acido benzoico.

<sup>10</sup>Coenzima Q o ubiquinone: Composto organico liposolubile, distribuito ubiquitariamente nelle cellule. Numerose evidenze sperimentali depongono per una funzione dell'ubichinone come trasportatore di elettroni a livello della catena respiratoria

<sup>11</sup>Flavoproteina (dal latino flavus = giallo): Uno degli enzimi appartenenti alla classe delle ossidoreduttasi, (sottoclasse deidrogenasi) che hanno come gruppo prostetico a funzione coenzimatica, il flavin mononucleotide o il flavin adenin dinucleotide. Le flavoproteine hanno la funzione di trasportatori intermedi di elettroni, tra le deidrogenasi piridiniche ed i citocromi, a livello della catena respiratoria e di numerose altre reazioni di ossidazione

## BIBLIOGRAFIA/BIBLIOGRAPHY

- Alessio HM. Exercise-induced oxidative stress. *Med. Sci. Sport. Exercise.* 25 : 218-224, 1993.
- Bell RD., Mc Dougall JD., Billeter R., Howald H. Muscle fiber types and morphometric analysis of skeletal muscle in six years old children. *Med. Sci. Sport.* 23 : 445-449, 1980.
- Bendich A. Exercise and free radicals: effects of antioxidants vitamins. *Med. Sport. Sci.* 32: 59-78, 1991.
- Carrol E., Cross MD. Oxygen Radicals and Human Disease. *Annals of Internal Medicine.* 107: 526-545, 1987.
- Davies KJA., Quintanilha AT., Brooks GA., Parker L. Free radicals and tissue damage produced by exercise. *Biochem. Biophys. Res. Comms.* 107 : 1198-1205, 1972.
- Dillard CJ., Litov RE., Savin WM., Dumelin EE., Tappel A. Effect of exercise, vitamin E and ozone on pulmonary function and lipid peroxidation. *J. Appl. Physiol.* 45: 927-932, 1978.
- Dillard CJ., Litov RE., Savin WM., Dumelin EE., Tappel A. Effect of exercise, vitamin E and ozone on pulmonary function and lipid peroxidation. *J. Appl. Physiol.* 45: 927-932, 1978.
- Duthie GG., Robertson DJ., Maughan RJ., Morris PC. Blood antioxidant status and erythrocyte lipid peroxidation following distance running. *Arch. Biochem. Biophys.* 282 : 78-83, 1990.
- Emerit J., Klein JM., Coutellier A., Congy F. Radicaux libres et peroxydation lipidique en biologie cellulaire: perspectives physiopathologiques. *Path. Biol.* 39: 316-327, 1990.
- Eriksson BO. Physical training, oxygen supply and muscle metabolism in 11-13 year-old boys. *Acta Physiol. Scand.* (suppl) 384, 1972.
- Halliwell B. The chemistry of free radicals. *Toxicol Ind. Health.* 9: 1-21, 1993.
- Halliwell B., Gutteridge JMC. Free radicals in biology and medicine. Clarendon Press, Oxford, 1989.
- Jakson RR., Edwards RHT., Symons MCR. Electron spin resonance studies of intact mammalian skeletal muscle. *Biochim. Biophys. Acta.* 5: 156-170, 1985.
- Kanter MM., Lesmes GR., Klaminsky LA., Laham-Saeger J., Nequin ND. Serum creatine kinase and lactate dehydrogenase changes following an eighty kilometre race. Relationship to lipid peroxidation. *Eur. J. Appl. Physiol.* 57 : 60-63, 1988.
- Kherer JP. Free Radicals as mediator of Tissue Injury and Disease. *Critical reviews in Toxicology.* 23 (1): 21-42, 1993.
- Mason RP., Knecht KT. In Vivo Detection of Radicals Adducts by EPR Spin Resonance. *Methods in Enzymology.* Vol 223: 112-117, 1994.
- Tessier F., Marconnet P. Radicaux libres, systèmes antioxydants et exercices. *Science et Sport* ; 10 : 11-13, 1995.
- Tessier F., Marconnet P. Radicaux libres, systèmes antioxydants et exercices. *Science et Sport* ; 10 : 11-13, 1995.
- Thiebaut CM. Free radicals and inflammatory Reaction. 1st Interdisciplinary Conference. American College of Sports Medicine. Indianapolis, USA, 1995.
- Thiebaut CM., Sprumont P. L'enfant et le sport. De Boeck Et Larcier (Ed), Paris- Bruxelles, 1998
- Weber GF. The measurement of Oxygen-Derived Free Radicals and Related Substances in Medicine. *J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* 28: 569-603, 1990.

**TEORIA E METODOLOGIA DEL MOVIMENTO UMANO** è l'esempio di come sia possibile accostare la rigorosità scientifica ad una esposizione gradevole ed accessibile non solo al professionista ma anche all'appassionato di attività sportiva. Il testo si suddivide in cinque capitoli.

1. IL CONTROLLO MUSCOLARE DEL MOVIMENTO
2. IL CONTROLLO NERVOSO
3. FONTI ENERGETICHE MUSCOLARI
4. LORO COMPORTAMENTO MECCANICO E METABOLICO
5. L'ELETTROSTIMOLAZIONE: CHIMERA O REALTÀ? IL PUNTO SULLE EVIDENZE SCIENTIFICHE.

**TEORIA E METODOLOGIA DEL MOVIMENTO UMANO** quindi, nell'espone, con l'ausilio di utili esempi ed approfondimenti, i fondamenti della ricerca applicata al movimento del corpo umano ed alle discipline sportive, rappresenta un valido supporto per chi vuole arricchire le proprie conoscenze con informazioni di assoluta attualità.

Il testo composto da 221 pagine costa 48.000 lit. ( 24,78 euro)

Per ulteriori informazioni contattare:

Teknosporting srl - Via Nenni 7/A-60127 Ancona

Tel. 071.2806504 - Fax 071.2835596

Info@teknoport.com - www.teknoport.com

A Muggia (TS) si è svolto il 29 novembre 1999 un convegno sulla **FLESSIBILITÀ NELLO SPORT: STRETCHING E MOBILITÀ TRA TEORIA E PRATICA**, a cura di Silvio Dorigo della Scuola Regionale Dello Sport Del Friuli Venezia Giulia. I relatori erano: Silvio Dorigo, Roberto Peressutti, Roberto Salvini, Marco Stener e Maurizio Zorba.

Da questo incontro è stata tratta la pubblicazione che raccoglie i vari interventi e che diventa un utile supporto per il lavoro da svolgere "sul campo".

Le varie relazioni hanno trattato:

- Cenni anatomo-fisiologici sui muscoli e sulle strutture nervose
- La flessibilità, ovvero la capacità di un atleta di eseguire movimenti con elevata ampiezza
- Le metodologie per raggiungere una buona flessibilità
- Lo stretching nella preparazione degli atleti e dei giovani calciatori
- Tecniche attuali sulla flessibilità con dimostrazioni pratiche



[www.sportvillage.it](http://www.sportvillage.it)



SportVillage ([www.sportvillage.it](http://www.sportvillage.it)) è un sito interamente dedicato a chi vive e lavora nel mondo dello sport.

A questa Comunità si iscrivono Ricercatori, Medici, Allenatori, Preparatori atletici, Insegnanti di Educazione Fisica, Psicologi, Fisioterapisti, Atleti dilettanti, Atleti professionisti e tante altre persone che operano in questo mondo.

La missione di SportVillage è favorire la collaborazione e lo scambio di esperienze fra tutti gli iscritti e i visitatori e di promuovere in questo modo la diffusione e lo sviluppo delle conoscenze nel mondo dello sport.

In SportVillage puoi trovare:

- **SCHEDE:** migliaia di curriculum di professionisti e praticanti suddivisi per sport e competenza
- **LINKS:** collegamenti a siti di carattere sportivo aggiornati ed ordinati
- **SPORTS:** 50 sports e numerose aree come Medicina, Fisioterapia, Triathlon, Ciclismo
- **CALENDARIO:** date e programmi di Corsi, Eventi e Congressi, suddivisi per sport
- **CERCO-OFFRO:** rubrica per piccoli annunci
- **EXPO:** Aziende e prodotti
- **MOTORE DI RICERCA:** possibilità di effettuare ricerche nel database di SportVillage
- **CHAT:** chiacchiere in tempo reale con sportivi
- **FORUM:** discussioni su argomenti richiesti

• **ARTICOLI e LIBRI:** informazioni su libri ed articoli tecnici

• **OPINIONI:** possibilità di scrivere le proprie idee

**VISITA LA NUOVA VERSIONE DI SPORTVILLAGE ED ISCRIVITI!**

**È GRATIS.**

[Info@sportvillage.it](mailto:Info@sportvillage.it)

<http://www.wsb.it>



Con grande piacere segnaliamo la brillante iniziativa che sta conducendo con successo il sito Websport Bolzano - Bozen! (<http://www.wsb.it>) Si tratta di un portale a carattere locale nato e cresciuto con lo scopo di mettere in contatto tutti i soggetti del mondo dello sport nella provincia di Bolzano.

Agonisti, società, tifosi, sponsor, media, associazioni, principianti ed esperti... Tutti e tutto ciò che contribuisce a far crescere il mondo dello sport può passare attraverso questo sito e mettersi in comunicazione con ogni altra realtà del settore.

Così, l'autodidatta che cerca un parere sulla pratica del suo sport preferito trova degli esperti in linea pronti a fornire consigli e consulenza on-line, il cittadino trova informazioni sui corsi e attività sportive nella sua città, le società entrano in contatto con nuovi potenziali iscritti, gli sponsor con tutti i visitatori del sito, potenziali clienti.

Inoltre tutti possono trovare all'interno del sito numerosi servizi utili alla loro attività legata al mondo dello sport.

Tra le tante offerte di Websport Bolzano - Bozen segnaliamo:

- la possibilità di richiedere uno

spazio web gratuito per ogni società, una vetrina tutta loro, all'interno del sito;

- l'interessante proposta degli "esperti on-line";

- le pagine dedicate alle informazioni e alla ricerca di corsi e attività sportive nella propria zona.

Il Websport-Team sta preparando una versione completa in lingua tedesca e una banca dati per la gestione del portale con l'inserimento di Forum di discussione e un mercatino dell'usato. Sono in cantiere poi anche molti altri servizi che prenderanno forma man mano che la notorietà del portale aumenterà.

Websport è un sito giovane ma decisamente in crescita, e se riceverà da parte di società e sponsor tutta l'attenzione che a nostro parere merita, riuscirà nell'intento di essere canale di qualità per la comunicazione e la divulgazione di tutto ciò che fa sport e cultura sportiva.

Websport Bolzano - Bozen

[www.wsb.it](http://www.wsb.it) - [info@wsb.it](mailto:info@wsb.it)

via Claudia Augusta 62/14

39100 Bolzano

tel e fax 0471 410386

cell. 0349/8754643





DA  
29 ANNI L'UNICA  
RIVISTA COMPLETAMENTE  
TECNICA AL SERVIZIO  
DELL'AGGIORNAMENTO  
SPORTIVO PRESENTE IN  
TUTTE LE REGIONI  
D'ITALIA

METODOLOGIA DELL'ALLENAMENTO  
TECNICA E DIDATTICA SPORTIVA  
ASPETTI BIOMECCANICI E FISIOLGICI DELLA PREPARAZIONE  
RECENSIONI  
CONFERENZE  
CONVEGNI E DIBATTITI

Ricevi "NUOVA ATLETICA Ricerca in Scienze dello Sport"  
A CASA TUA

"NUOVA ATLETICA Ricerca in Scienze dello Sport" è un periodico bimestrale pubblicato a cura del Centro Studi dell'associazione sportiva Nuova Atletica dal Friuli e viene inviata in abbonamento postale prevalentemente agli associati.

per ricevere per un anno la rivista Nuova Atletica è sufficiente:

- Effettuare un versamento di L. 50.000 (estero 80.000) sul c/c postale n. 10082337 intestato a Nuova Atletica dal Friuli, via Forni di Sotto 14 - 33100 Udine
- Si prega di compilare il conto corrente in stampatello ed indicare nella causale di versamento quota associativa annuale per ricevere la rivista "Nuova atletica Ricerca in Scienze dello Sport"
- Si prega di inviare copia della ricevuta del versamento a mezzo posta o fax allo 0432 545843

La rivista sarà inviata all'indirizzo indicato per un anno a partire dal primo numero raggiungibile.

PREZZO SPECIALE PER GLI STUDENTI DEL CORSO DI LAUREA IN SCIENZE MOTORIE: L. 44000 ANZICHÉ L. 50000.

Per chi legge "NUOVA ATLETICA Ricerca in Scienze dello Sport" da almeno 10 anni riduzione della quota associativa al CENTRO STUDI NUOVA ATLETICA 2000: L. 44.000 anziché L.50.000

Ulteriori sconti sono concordati con dirigenti, tecnici ed atleti previo accordo con gli enti ed associazioni di appartenenza.

"Ai sensi dell'art. 10 della legge 31/12/1996 n° 675, recante disposizioni a "Tutela delle persone e di altri soggetti rispetto al trattamento dei dati personali" si informa che i dati da Lei forniti all'atto di iscrizione formeranno oggetto di trattamento nel rispetto della normativa sopra richiamata e degli obblighi di riservatezza. Tali dati verranno pertanto trattati esclusivamente per espletamento delle finalità istituzionali."