



SdS/RIVISTA DI CULTURA SPORTIVA ANNO XXVI N. 72

Sommario

3 Allenabilità e differenze di genere

Vladimir Issurin, Gilad Lustig
Aspetti che differenziano l'allenabilità tra atleti e atlete e loro conseguenze pratiche

13 La Match-Analysis

Attilio Sacripanti
Fondamenti scientifici e metodologici della Match-Analysis (parte prima)

23 La resistenza ai salti

Gilles Cometti, Giampietro Alberti
Pliometria e affaticamento pliometrico (parte prima)



31 Trend secolari di involuzione delle capacità motorie in età scolare

Bernadette Filippone, Claudio Vantini, Mario Bellucci, Avery D. Faigenbaum, Rita Casella, Caterina Pesce
Studio longitudinale su un campione regionale Italiano

42 Trainer's digest

A cura di Mario Gulinelli
Movimento, sovrappeso e obesità

45 L'allenamento intermittente tra scienza e prassi

Roberto Colli, Antonio Buglione, Elisabetta Introini, Stefano D'Ottavio
Costo energetico della corsa a navetta e della corsa in linea, indicazioni metodologiche e test per la programmazione dell'allenamento intermittente

53 Essere creativi è utile

Nicoletta Tocci, Patrizia Scibinetti
Indicazioni metodologiche per lo sviluppo della creatività motoria

62 Trainer's digest

A cura di Mario Gulinelli
Sollevamento pesi con i giovanissimi?

63 La ricarica dei carboidrati

Giuseppe Musolino
Disamina storica, illustrazione e confronto tra i vari metodi di ricarica del glicogeno

69 Trainer's digest

A cura di Mario Gulinelli
L'allenamento della forza e della resistenza di giocatori di calcio professionisti

72 Summaries

Pagine 848
2005

**Jack Wilmore
David Costill**

75,00€

Fisiologia dello sport e dell'esercizio fisico

L'edizione italiana del manuale di Jack Wilmore e David Costill, ricercatori e autori statunitensi di fama mondiale, condotta sulla terza edizione americana pubblicata nel 2004, mette a disposizione degli insegnanti di educazione fisica, degli allenatori, degli istruttori di fitness, dei medici sportivi, dei fisioterapisti, dei docenti e studenti di scienze motorie e di chiunque si interessi ai problemi connessi con l'attività fisica, la più aggiornata e completa pubblicazione sulla fisiologia dello sport e dell'esercizio fisico.

Pagine 320
2004

Juergen Weineck

28,00€

Anatomia sportiva
Principi di anatomia funzionale dello sport

La conoscenza dell'anatomia del corpo umano è indispensabile a chiunque operi nel campo dell'educazione fisica e dello sport. Attraverso l'esposizione di elementi di citologia e istologia, la descrizione dell'apparato locomotorio attivo e passivo e dei più importanti sistemi articolari e dei muscoli ad essi interessati, con notazioni di biomeccanica, traumatologia e prevenzione, l'analisi dei principali movimenti del corpo e di quelli complessi dello sport e dei muscoli che vi intervengono, l'Autore risponde pienamente al suo obiettivo di rendere accessibile l'anatomia funzionale dello sport a tutti coloro che lavorano nell'ambito della prestazione sportiva. Strutturato in modo tale da fornire una visione approfondita della materia in esso trattata il testo è arricchito da un esauriente apparato iconografico che ne facilita la lettura e la comprensione.

Pagine 126
1996

Robert Mc Atee

18,00€

P.N.F. Tecniche di stretching facilitato

L'Autore illustra l'applicazione pratica delle tecniche di allungamento P.N.F. (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation) attraverso una vasta serie di immagini fotografiche. Nel volume sono illustrati ventinove esercizi di allungamento che interessano i principali gruppi muscolari. Un metodo facilmente assimilabile per curare, prevenire, allenare ed aumentare il livello delle prestazioni sportive.

Pagine 480
2004

Vladimir Platonov

29,00€

Fondamenti dell'allenamento e dell'attività di gara

Sport olimpico e sistema delle gare olimpiche, le basi dell'attività di gara. Le nozioni di tipo morfologico, fisiologico, biochimico, biomeccanico, metodologico generale e speciale, e le componenti tecniche, tattiche e psicologiche che sono la base scientifica del sistema di preparazione degli atleti olimpici; le capacità motorie, fattori determinanti e metodologia del loro sviluppo.

Pagine 380
2004

Vladimir Platonov

27,00€

L'organizzazione dell'allenamento e dell'attività di gara

La preparazione pluriennale degli atleti; i macrocicli, i meso- e microcicli, le unità d'allenamento e le loro componenti; la selezione nello sport; l'orientamento, la direzione e il controllo della preparazione degli atleti; i mezzi di rigenerazione e stimolazione della capacità di prestazione; preparazione e attività di gara in condizioni geografiche e climatiche diverse; i ritmi circadiani; l'alimentazione; i traumi e la loro prevenzione; il problema del doping; le basi materiali e tecniche della preparazione e dell'attività di gara.

Pagine 142
2006

**Cesarino Squassabia
Laura Spiritelli**

13,00€

Il mio sport non è il tuo
Il bambino e un'attività sportiva a propria dimensione

Con il gioco e le attività sportive, i bambini sperimentano, conoscono, imparano: in una parola crescono. Chi si dedica, nell'ambito delle attività motorie e sportive; ai bambini, dovrebbe essere cosciente che il movimento è un potente e divertente mezzo per favorire una crescita umana equilibrata, e comprendere che l'attività sportiva dei bambini ha caratteristiche e modalità diverse rispetto a quelle degli adulti. Seguire e assecondare la naturale predisposizione al movimento del bambino, senza forzature e ricerca esasperata di risultati, è riconoscergli diritto e dignità di un soggetto "bambino" che cresce nel rispetto delle proprie potenzialità. "Il mio Sport non è il tuo" è strutturato come il tentativo di un piccolo e giovane fruitore dello sport di collaborare con gli adulti (istruttore, genitori, dirigenti, arbitri, ecc.) per instaurare con loro un dialogo costruttivo che li aiuti a comprendere il suo vero mondo, con i suoi bisogni, le sue esigenze, aspirazioni, sogni e condurli alla scoperta di soluzioni e strade nuove. Gli Autori si rivolgono a tutti coloro che, in ambito motorio e sportivo, operano con bambini di 6-11 anni, per fare in modo che la connessione gioco, movimento, sport, sia la "via maestra" da percorrere per una crescita a misura di bambino, anche perché, in fondo in fondo..., giocare e fare sport non piace solo ai bambini!

Pagine 628
2002

**Howley E.T.
Franks B.D.**

50,00€

Manuale dell'istruttore di fitness

È un testo di riferimento fondamentale per i professionisti del fitness e dell'attività fisica diretta allo sviluppo della salute. Si tratta dell'opera collettiva di un gruppo di ricercatori statunitensi che illustra le basi scientifiche dell'attività fisica e del fitness; l'alimentazione e la composizione del corpo; le componenti della forma fisica; la valutazione funzionale dei partecipanti ad un programma di fitness; i traumi, la loro cura e la loro prevenzione; la programmazione e l'organizzazione delle attività di fitness.

Pagine 640
2001

Juergen Weineck

41,00€

L'allenamento ottimale

Analisi delle metodologie dell'allenamento e dei relativi aspetti applicativi, in funzione dei principi della medicina sportiva e dei fondamenti della fisiologia che regolano la prestazione atletica, con approfondimenti specifici sui problemi del carico e delle capacità di allenamento di bambini e adolescenti.

Pagine 200
2003

Gudrun Fröhner

20,00€

Principi dell'allenamento giovanile
La capacità di carico nell'età infantile e giovanile

I bambini non sono adulti in miniatura e non vanno allenati come tali. Purtroppo la carenza di conoscenze sui fondamenti biologici dei processi di sviluppo di bambini ed adolescenti, soprattutto delle loro reazioni ai carichi fisici, è un problema per gli educatori fisici e gli allenatori. L'Autrice, già medico della Federazione di ginnastica dell'ex-Rdt, attualmente docente presso l'Istituto di scienze applicate all'allenamento di Lipsia, espone quali siano i fattori di biologia dello sviluppo da considerare lavorando con bambini e adolescenti e fornisce nozioni di carattere teorico e pratico che permettono, da un lato di evitare il rischio di non raggiungere i massimi livelli di sviluppo fisico e di prestazione sportiva e di creare situazioni pericolose per la loro salute, e dall'altro di programmare lezioni od allenamenti adeguati alle caratteristiche di soggetti in via di sviluppo.

Vladimir Issurin, Gilad Lustig, *Sezione sport di alto livello, Wingate Institute, Natanya*

Allenabilità e differenze di genere

Aspetti che differenziano l'allenabilità tra atleti e atlete e loro conseguenze pratiche

Nello sport di vertice le differenze nelle prestazioni tra uomini e donne diminuiscono sempre più. Ciò nonostante molti aspetti delle differenze di genere sono poco chiari e ancora discussi. Questa rassegna si pone dunque l'obiettivo di trattare e mettere in evidenza le differenze di genere per quanto riguarda l'allenabilità, tenendo particolarmente conto dell'importanza delle diverse capacità motorie per le relative discipline sportive.



Le differenze di genere nelle massime prestazioni sportive

Esistono già numerosi dati che confrontano tra di loro le prestazioni muscolari dei due generi. La maggior parte di questi confronti riguardano un campione di soggetti non allenati o diversamente allenati. L'attenzione degli scienziati dello sport, però, fin dagli inizi dell'ultimo secolo, è

nelle fonti metaboliche responsabili della trasformazione dell'energia. Questa ipotesi sarà studiata nel successivo paragrafo.

Se si affronta lo stesso confronto delle differenze tra i sessi negli sport e nelle discipline sportive che dipendono dalla forza massima e dalla forza esplosiva, si deve stabilire, anzitutto, che in esse si trovino condizioni identiche di realizzazione delle prestazioni. Questo è il caso del salto in

due generi nelle prestazioni sportive di alto livello è determinata da fattori fisiologici specifici di ciascun sesso che determinano l'allenabilità degli atleti e delle atlete.

L'allenabilità può essere caratterizzata come la capacità di un/una atleta di riuscire a migliorare il suo potenziale di lavoro attraverso un allenamento specialmente organizzato e diretto ad un obiettivo.

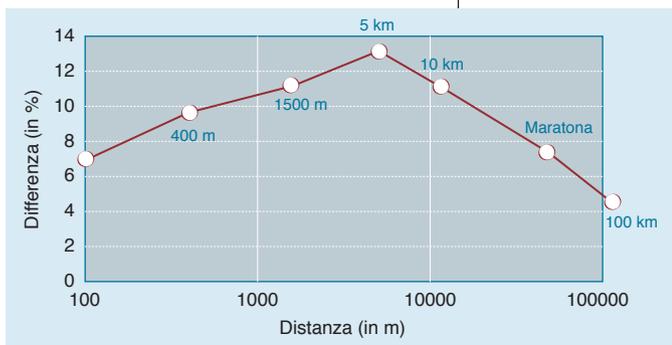


Figura 1 – Le differenze di genere per quanto riguarda i record mondiali nelle discipline di corsa (dati ricavati dal sito web ufficiale della laaf (International Association of Athletics Federations, Associazione internazionale delle Federazioni d'atletica) (stato al 1 gennaio 2006).

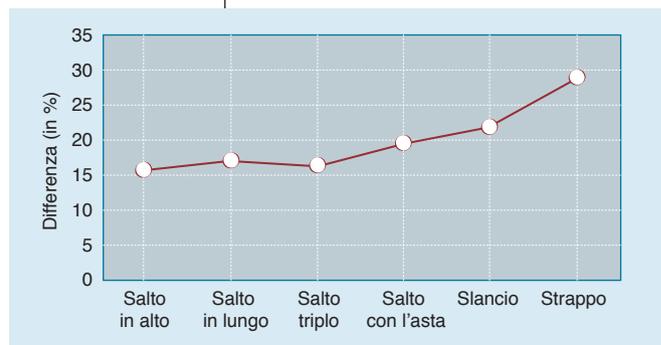


Figura 2 – Le differenze di genere per quanto riguarda il record del mondo nelle discipline di salto dell'atletica leggera e in quelle di sollevamento pesi (dati ricavati dai siti web ufficiali della laaf (International Association of Athletics Federations, Associazione internazionale delle Federazioni d'atletica) e della lwf (International Weightlifting Federation, Federazione internazionale sollevamento pesi) (stato al 1 gennaio 2006).

stata attratta dalle grandissime prestazioni degli atleti di alto livello. Uno dei pionieri di queste ricerche è stato il Premio Nobel A. V. Hill (1928) che ha rappresentato graficamente i record mondiali sulla corsa maschili e femminili, analizzando le differenze che ne risultavano. Attualmente il numero degli sport e delle discipline sportive nelle quali atleti e atlete gareggiano nelle stesse condizioni è enormemente aumentato: per questa ragione sono aumentate notevolmente anche le possibilità di confronto.

Un interesse particolare presenta il confronto nelle discipline di corsa, in quanto, sulla base della lunghezza e della durata della gara, esse presentano un largo spettro che va da distanze molto brevi (100 m) e quelle estremamente lunghe (100 km). Questo ampio spettro di durate del carico di gara, permette di studiare quale sia l'apporto delle diverse zone metaboliche (figura 1).

La curva rappresentata nella figura 1 mostra un picco chiaramente accentuato che corrisponde alla disciplina dei 5000 m di corsa, dove la differenza tra maschi e femmine è del 13%. I valori minimi li troviamo nella disciplina più brevi (100 m: 7,1%) e in quella più lunga (100 km: 5,1%). Si può supporre che la massima differenza tra i sessi che troviamo nei 5000 m sia dovuta alla corrispondente grande differenza di genere che esiste

lungo, del salto in alto e del salto triplo nell'atletica leggera, dello strappo e dello slancio nel sollevamento pesi, in particolare nella categoria maschile e femminile dei 69 kg. Ciò permette di confrontare le differenze di prestazione tra i due sessi in tipici esercizi di forza esplosiva (i salti dell'atletica leggera) e di forza massima (strappo, slancio, figura 2).

La gerarchia delle differenze di genere nelle massime prestazioni sportive si esprime come segue:

- discipline di velocità massima (corsa su 100 m): 7,1%;
- discipline di resistenza anaerobico-glicolitiche (corse dai 400 ai 1500 m): dal 9,7 fino all'11,2%;
- discipline di media durata (dai 5000 m ai 10000 m): dall'11,6 al 13,2%;
- discipline di lunga durata: dall'8,1 al 5,1%;
- discipline di forza esplosiva (discipline di salto): dal 15,9 al 17,4%;
- discipline di forza massima (strappo, slancio): dal 22,6 al 30%.

Se si confrontano le differenze di genere nelle discipline di cui sopra si può osservare che in quelle di forza esplosiva e di forza rapida troviamo una superiorità degli uomini sulle donne molto maggiore che nelle discipline di velocità massima e di resistenza. È evidente che la spiccata differenza tra i

Le differenze di genere nei fattori fisiologici determinanti la fitness motoria

Per prima cosa debbono essere studiate le differenze di genere nei grandi fattori fisiologici che influenzano le prestazioni di vertice e l'allenabilità (cfr. tabella 1)

I dati riportati nella tabella 1 contraddicono l'opinione, largamente diffusa, della completa superiorità maschile per quanto riguarda le capacità funzionali durante carichi fisici spossanti. In realtà le donne presentano la stessa qualità muscolare degli uomini, una maggiore resistenza alla fatica in carichi di media e elevata intensità, una migliore utilizzazione dei grassi e una capacità più rapida di recupero. I vantaggi degli uomini si basano principalmente su fattori antropometrici e sui fenomeni accessori di una più elevata concentrazione dell'ormone sessuale maschile, il testosterone, che, grazie alla sua azione anabolizzante provoca, tra l'altro, una maggiore ipertrofia muscolare, porta a una produzione e uno svuotamento migliori delle riserve di glicogeno e evoca una più accentuata ipertrofia delle camere cardiache sinistre.

In base a tutto ciò si possono comprendere e spiegare meglio le differenze di genere per quanto riguarda le capacità motorie e le prestazioni sportive. Nella tabella 2 viene mostrato un quadro sintetico delle diffe-

Fattore	Differenze di genere	Cause	Fonte
Composizione corporea	Le donne in media presentano un 10% in più di grasso corporeo relativo e di conseguenza una minore massa muscolare relativa	Nei maschi l'ipertrofia muscolare è prodotta dagli ormoni sessuali, mentre le donne presentano una maggiore sensibilità verso i recettori della lipolisi	Åstrand et al. 2003
Contrattilità muscolare	Non esiste alcuna differenza nella forza massima e nella velocità di contrazione per unità di sezione di superficie muscolare	La superficie della sezione trasversale muscolare delle donne è minore, ma gli uomini non hanno nessun vantaggio istochimico per quanto riguarda il contenuto di fibre	Trapper et al. 2003
Portata cardiaca	Gli uomini presentano una maggiore portata cardiaca dovuta ad una maggiore gittata sistolica	Nel cuore maschile la camera ventricolare sinistra è di dimensioni maggiori e, quindi, la funzione di pompaggio del sangue è migliore	Pelliccia et al. 2003
Capacità di resistenza alla fatica	Nei carichi muscolari di scarsa e media intensità le donne presentano una maggiore resistenza alla fatica e recuperano più rapidamente degli uomini	Le donne presentano adattamenti cardiovascolari centrali più favorevoli ed ratei ridotti di aumento della frequenza cardiaca. Gli uomini necessitano di un rateo maggiore di impulso crescente per riuscire a mantenere lo stesso carico	Clark et al. 2003 Hunter et al. 2004
Utilizzazione di substrati	In carichi di lunga durata l'utilizzazione del glicogeno da parte delle donne è ridotta ed è maggiore la combustione dei grassi	Lo svuotamento delle riserve di glicogeno è provocato dall'ormone sessuale: le donne presentano un metabolismo lipidico più favorevole	Friedlander et al. 1998 Tarnopolsky et al. 1995
Economia	Nessuna differenza di genere in carichi d'intensità relativa simile	Rifornimento energetico relativo alla massa corporea simile in attività d'intensità simile	Daniels, Daniels 1992
Fattore ormonale	Negli uomini i valori del testosterone sono venti volte più elevati che nelle donne	Dismorfismo sessuale del sistema endocrino, cioè funzione testicolare negli uomini	Medical Enciclopedia 2004

Tabella 1 – I più importanti fattori fisiologici che influenzano le prestazioni di vertice e l'allenabilità.

Fattore	Differenze di genere	Cause	Fonte
Forza	La forza massima di donne allenate è dal 30 al 40% minore che negli uomini. Se però la forza viene normalizzata rispetto alla massa muscolare la differenza si riduce al 5 %	La responsabilità del 35% in più di massa muscolare degli uomini rispetto alle donne deve essere attribuita all'effetto anabolizzante del testosterone	Issurin, Sharobajko 1985
Forza esplosiva	Gli uomini hanno vantaggi notevoli, specie negli esercizi che riguardano il tronco	L'ipertrofia delle FFT negli uomini è più accentuata; gli uomini non presentano una superiorità per quanto riguarda la contrattilità muscolare e l'output nervoso	Drinkwater 1988
Velocità massima	Atleti e atlete ottengono valori medi e massimi simili se riferiti alla massa muscolare degli arti inferiori	Tra uomini e donne non esistono differenze per quanto riguarda le riserve di fosfati e il metabolismo anaerobico alattacido	Maud, Schultz 1986 Weber et al. 2006
Resistenza anaerobica glicolitica	Nelle donne allenate la capacità glicolitica riferita alla massa corporea è di circa il 32% inferiore che in atleti allenati	Lo svuotamento delle riserve e la produzione di glicogeno sono notevolmente stimolate dalla concentrazione di testosterone	Koots 1986 Brooks et al. 1996
Capacità aerobica	La capacità aerobica delle donne allenate è dal 10 al 25% inferiore che negli uomini; la differenza si riduce al 10% quando la capacità aerobica viene riferita alla massa corporea	A causa del loro minore contenuto di emoglobina e della loro gittata sistolica e portata cardiaca minori le donne presentano un rifornimento d'ossigeno peggiore degli uomini	Drinkwater 1988
Resistenza aerobica prolungata	Il vantaggio degli uomini è relativamente scarso e diminuisce ancora di più con la durata del carico	Gli uomini sono avvantaggiati per quanto riguarda il rifornimento di ossigeno e il metabolismo del glicogeno, mentre le donne sono superiori nella capacità di resistere alla fatica e nella combustione dei grassi	Drinkwater 1988 Tarnopolsky et al. 1995
Mobilità articolare	Le donne, come provato da diversi test, presentano una superiorità per quanto riguarda la mobilità articolare di tutto il corpo	Le donne presentano una elevata elasticità dei tendini, dei legamenti e del tessuto connettivo come anche una struttura ossea più favorevole a livello delle articolazioni	Kibler et al. 1989
Coordinazione	Dopo il 18° anno di vita le capacità coordinative delle donne sono del 10% migliori che negli uomini	Le donne presentano un migliore orientamento spaziale nei compiti di motricità fine; le loro capacità di equilibrio sono migliori grazie al loro baricentro più basso	Tittel 1998

Tabella 2 – Le differenze di genere nel campo delle capacità motorie degli atleti e delle atlete.

renze di genere per quanto riguarda le capacità motorie e le loro cause.

Soprattutto la differenza tra i sessi che riguarda la forza è uno dei temi preferiti di discussione e di ricerca. La causa di questa differenza viene attribuita soprattutto all'effetto anabolizzante del testosterone. Un'affermazione comune è che i valori assoluti della forza massima negli uomini sono molto più elevati. È opportuno ricordare che l'ipertrofia e la corrispondente sezione trasversale delle fibre a contrazione rapida negli uomini sono molto più sviluppate che nelle donne. Ciò vuole dire che la superficie trasversale delle fibre FT negli uomini allenati è del 40% maggiore che in quelli non allenati, mentre la relativa differenza tra donne allenate e non allenate è solo del 15% (Drinkwater 1988). Di conseguenza gli uomini presentano un vantaggio notevole per quanto riguarda gli esercizi di forza veloce e di forza esplosiva. Questa superiorità, però, non è così evidente come quella che riguarda la forza massima, perché la velocità di contrazione del muscolo femminile è simile a quella del muscolo maschile (Trappe et al. 2003). Sia per quanto riguarda la forza massima sia la forza esplosiva la superiorità maschile diminuisce e diventa relativamente scarsa quando l'indice di forza viene normalizzato riferendolo alla massa muscolare.

La differenza di genere nel campo della velocità massima è determinata da questi fattori:

- fattori nervosi, che non avvantaggiano né l'uno né l'altro sesso;
- contrattilità muscolare, che è quasi simile tra uomini e donne;
- fattori metabolici, per i quali la superiorità degli uomini viene prodotta dalla maggiore massa muscolare (Weber, Chia, Inbar 2006);
- una pronunciata ipertrofia delle fibre FT, per cui, anche se non di moltissimo, negli esercizi di forza rapida gli uomini sono avvantaggiati rispetto alle donne.

La resistenza degli uomini nei carichi glicolitici di intensità elevata è maggiore di quella delle donne. Negli uomini allenati anche l'accumulo ematico di lattato, quindi, è notevolmente più elevato che nelle donne allenate in maniera simile (Kots 1986; Issurin et al. 2001). Questa differenza negli uomini è prodotta dalla relativamente maggiore produzione di glicogeno e dalla sua migliore demolizione. Lo stimolo responsabile è la più elevata concentrazione di testosterone (Brooks et al. 1996). A ciò si deve aggiungere che, negli uomini, la più intensa attività dell'enzima glicolitico provoca un rateo più elevato del metabolismo glicolitico (Simoneau, Bouchard 1989).

In tutto il mondo la capacità aerobica è considerata un indicatore della resistenza degli atleti. Qui presentano una chiara superiorità provocata da una maggiore massa muscolare e un migliore rifornimento d'ossigeno alla muscolatura. Quest'ultimo fattore da un lato è dovuto alla migliore capacità di trasporto dell'ossigeno del sangue, prodotta dal più elevato volume di emoglobina (Drinkwater 1989) e dall'altro dalla maggiore gittata sistolica e dalla maggiore portata cardiaca. Di fatto (Pelliccia et al. 1996) la gittata sistolica, cioè la quantità di sangue immessa in circolo ad ogni contrazione cardiaca, nelle donne è minore a causa delle minori dimensioni del loro cuore, del minore volume e della più piccola massa delle camere cardiache sinistre. Sebbene una normalizzazione del massimo consumo d'ossigeno riferita alla massa corporea magra, riduca la differenza, questa rimane pur sempre notevole (Åstrand et al. 2003; Drinkwater 1988).

Se si parla della resistenza aerobica nelle discipline di resistenza di lunga durata troviamo una differenza di genere solo relativamente scarsa, che può essere spiegata con la maggiore capacità di resistere alla fatica e di bruciare i grassi delle donne, vantaggi che aumentano con la durata crescente del carico. Gli uomini, però, sono superiori alle donne grazie ai loro vantaggi antropometrici (arti inferiori più lunghi e di conseguenza lunghezza maggiore dei passi) e il loro migliore rifornimento d'ossigeno anche nelle gare su ultradistanze come la corsa su 100 km. Un'ipotesi diffusa è che le donne dispongano di una migliore mobilità articolare degli uomini. La superiorità delle donne da questo punto di vista è stata provata in una ricerca condotta con test diversi su oltre 2000 atleti/atlete di discipline diverse. In tutte le misurazioni le atlete, di fatto, mostravano che la loro mobilità articolare era significativamente migliore di quella degli atleti (Kibler et al. 1989).

Discipline	Durata	Principali determinanti fisiologiche	Superiorità maschile
100 m	circa 10 s	Contrattilità muscolare Massima trasformazione anaerobico-alattacida dell'energia	+
400 m	43-48 s	Trasformazione glicolitico-anaerobica dell'energia Massima trasformazione anaerobico-alattacida dell'energia	no ++
1500 m	3,5-4 min	Contrattilità muscolare Trasformazione glicolitico-anaerobica dell'energia	no ++
5 km	12,6-14,4 min	Capacità glicolitico-anaerobica Massima trasformazione aerobica dell'energia	++ ++
10 km	26,30-29,5 min	Capacità glicolitico-anaerobica Massima trasformazione aerobica dell'energia	++ +
Maratona	2,1-2,3 h	Resistenza aerobica di lunga durata Capacità glicolitico-anaerobica Resistenza aerobica di lunga durata	+ + +
100 km	6,2-6,6 h	Capacità di resistenza alla fatica Economia di corsa Resistenza aerobica di lunga durata Capacità di resistere alla fatica Economia di corsa	- no + - no
Discipline di salto¹			
Salto in alto	0,18 ²	Contrattilità muscolare	no
Salto in lungo	0,11-0,12 ²	Comportamento del ciclo allungamento-accorciamento	no
Salto triplo	0,10-0,12 ²	Superficie della sezione trasversale delle fibre FFT Massa muscolare relativa	++ ++
Sollevamento pesi			
Girata al petto	0,9-1,2 ³	Contrattilità muscolare	no
Slancio	0,8-1,1 ³	Superficie della sezione trasversale delle fibre FFT	++
Strappo	1,06-1,15 ³	Massa muscolare relativa	++

Le più importanti determinanti fisiologiche delle differenze di genere in diverse discipline e misura della superiorità degli uomini. Legenda: +, misura media; ++, misura elevata; -, superiorità femminile; no, nessuna differenza di genere; ¹ La durata della disciplina viene intesa come durata dell'impegno di forza (s); ² durata dello stacco secondo Zaziorky 1995; ³ Fase attiva della durata del sollevamento del bilanciere, misurata da G. Hiskia nel Campionati mondiali (comunicazione personale).

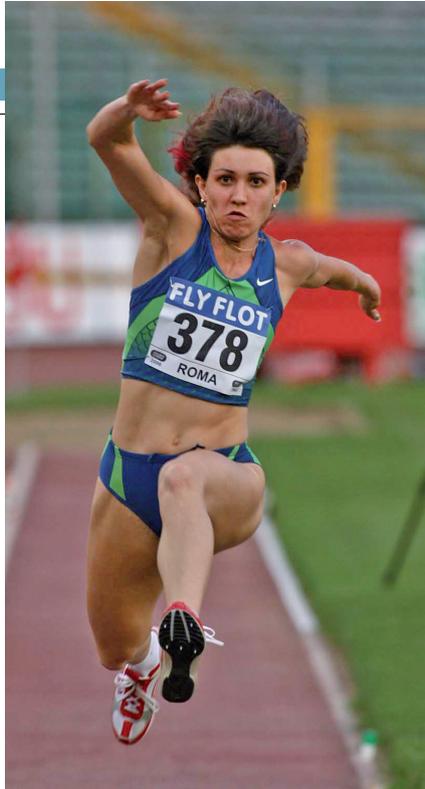
Tabella 3 –

Anche la coordinazione è spesso considerata un settore nelle quali le donne sono avvantaggiate. Si tratta di una differenza che è particolarmente accentuata nel gruppo d'età da diciotto a trent'anni (Tittel 1988). Diversi ricercatori hanno accennato alle migliori capacità di orientamento spaziale, allo spiccato senso del ritmo, all'equilibrio e alla migliore coordinazione nella motricità fine delle atlete. L'ipotesi che è stata avanzata è che gli ormoni sessuali possano influenzare le capacità motorie. Non esiste alcuna prova però che il risultato dei processi di apprendimento motorio sia diverso tra uomini e donne (Mittleman, Zacger 2000). Quanto abbiamo trattato finora ci permette di riunire in una tabella le determinanti fisiologiche specifiche per quanto riguarda l'analisi delle massime prestazioni (tabella 3).

È naturale che – oltre ai fattori antropometrici e biomeccanici che sottostanno alle notevoli differenze di genere – l'attenzione dei ricercatori sia stata particolarmente attirata dalle determinanti fisiologiche delle massime prestazioni sportive (cfr. la *review* di Cheuvront et al. 2005). Se ci si concentra sulle maggiori determinanti fisiologiche, si può affermare che nelle discipline nelle quali il vantaggio degli uomini è minore (corsa sui 100 m) o in quelle in cui alcuni vantaggi delle donne compensano altri svantaggi (100 km) si possono osservare solo differenze minimali tra i sessi. D'altra parte la massima differenza di genere che si riscontra nei 5000 m è molto marcata, poiché, in questo caso, a determinare l'evidente vantaggio degli uomini intervengono importanti fattori metabolici cioè la capacità aerobica e quella glicolitico-anaerobica.

Un semplice confronto delle differenze di genere nelle discipline di corsa, nelle discipline di salto e nel sollevamento pesi mostra l'evidente superiorità maschile nelle discipline che dipendono dalla forza massima e dalla forza esplosiva. La differenza tra i sessi nelle discipline di salto, tuttavia, è più scarsa che in quelle di sollevamento pesi. Le prime sono caratterizzate da un impegno di forza di brevissima durata (durata dello stacco). Questo *pattern* di movimento richiede una contrazione muscolare estremamente rapida e un regime rapido del ciclo accorciamento-allungamento (Komi 1988). In ambedue gli uomini non presentano alcun vantaggio specifico di genere.

Nelle discipline del sollevamento pesi la durata dell'impegno di forza (durata della fase attiva di sollevamento del bilanciere) è da sei a otto volte maggiore che nelle discipline di salto. L'esecuzione del movimento, di conseguenza, è relativamente più lenta e le esigenze di un impiego mas-



simo di forza sono molto maggiori. La massima differenza di genere, malgrado il peso corporeo simile, si trova nella categoria 69 kg, ed è determinata dalla molto maggiore massa muscolare relativa e la maggiore superficie della sezione trasversale delle fibre FTT degli uomini.

Le differenze di genere rispetto alle reazioni di allenamento

Per i ricercatori e gli allenatori è di grande interesse la differenza di genere per quanto riguarda l'effetto cumulativo di allenamento, soprattutto nell'ambito dell'allenamento della forza, dove sono da attendersi notevoli differenze. Si tratta, di un luogo comune in quanto gli atleti sono chiaramente avvantaggiati per quanto riguarda la stimolazione ormonale dell'anabolismo, il che vuole dire che la loro allenabilità per quanto riguarda un allenamento della forza che miri ad un aumento della massa muscolare

è migliore. Di fatto un identico programma di allenamento della forza contro resistenze elevate provocava sia negli atleti sia nelle atlete un notevole guadagno di forza. Ma il miglioramento ottenuto dagli uomini era meno marcato che nelle donne (Wilmore, Costill 1993). Vale la pena di ricordare che l'aumento della forza nelle atlete non andava di pari passo con un grande guadagno di massa muscolare. Ciò sta a significare che l'aumento della forza era causato, principalmente, da un miglioramento nervoso dei meccanismi della contrazione muscolare. Ma è altrettanto opportuno ricordare che questi risultati sono stati ottenuti in una ricerca con atlete di qualificazione non elevata.

Probabilmente la reazione all'allenamento di atlete di vertice sarebbe stata diversa. Una supposizione che deve essere analizzata attraverso l'esempio della seguente ricerca. Un gruppo di atlete di alto livello praticanti canoa-kayak (n = 10) ha partecipato, durante un periodo di preparazione di diciannove settimane, ad un programma impegnativo di allenamento delle capacità fisiche diretto al miglioramento della forza massima (Issurin, Sharobajko 1985). L'ipotesi era quella che, per migliorare le prestazioni di canoiste che prendevano parte ad una gara di 500 m della durata di due minuti, fosse necessario un livello elevato di forza. Per questa ragione, durante tre unità regolari di allenamento della settimana, oltre agli abituali esercizi di allenamento in acqua, fu eseguita un'elevata quantità di esercizi contro resistenze elevate. Furono controllate sia l'alimentazione, sia l'assunzione di integratori alimentari delle atlete. L'effetto cumulativo di allenamento fu valutato servendosi di misurazioni della forza massima di alcuni gruppi muscolari in posizioni specifiche del kayak. La forza veloce fu valutata attraverso un test di simulazione della pagaiata della durata di 4 min su un ergometro specifico. Inoltre fu determinata la massa corporea (figura 3).

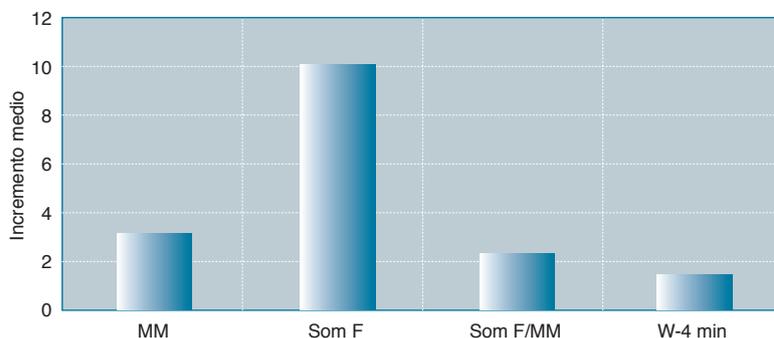


Figura 3 – Aumento relativo della massa muscolare (MM), somma delle misurazioni della forza massima (SomF), della forza massima riferita alla massa muscolare (SomF/MM) e impiego di energia (W-4min) indotti dall'allenamento nel test di 4 min di simulazione della pagaiata di canoiste di alto livello (da Issurin, Sharobajko 1985).

In questo gruppo di atlete il programma di allenamento portò ad una crescita notevole della massa muscolare. In base ai dati che abbiamo citato precedentemente questo risultato sembra abbastanza inatteso. Le atlete ottennero un notevole guadagno sia di forza muscolare sia di massa muscolare. Ciò vuole dire che vi fu un contributo di ambedue i meccanismi di miglioramento della forza: l'ipertrofia muscolare e il miglioramento del controllo nervoso della contrazione muscolare. La forza veloce media nel test dei 4 min all'ergometro migliorò solo scarsamente, il che corrispondeva agli obiettivi principali del programma di allenamento. Si può affermare, quindi, che le atlete possono utilizzare ambedue i fattori di miglioramento della forza massima e possono reagire ad un allenamento della forza più efficacemente di quanto supposto precedentemente.

Per spiegare il marcato effetto dell'inatteso adattamento delle atlete all'allenamento della forza possono essere addotti almeno due argomenti che riguardano la reazione e la sensibilità ormonale delle atlete. Fahey et al. (1976) hanno riferito che un allenamento intensivo della forza negli atleti portava ad una diminuzione della concentrazione di testosterone del 20%. Successivamente Cumming et al. (1987) hanno stabilito una reazione simile in donne che svolgevano un allenamento con resistenze elevate. Però si deve ricordare che l'effetto dell'ormone è determinato non solo dalla sua concentrazione, ma dall'affinità dei recettori dell'organo bersaglio. Nei muscoli delle donne l'affinità dei recettori verso gli ormoni anabolizzanti è di un'altezza doppia rispetto ai muscoli maschili (Kreig et al. 1980; Viru 1995). Nell'organismo femminile, di conseguenza, un notevole effetto anabolizzante può essere ottenuto sia stimolando attraverso l'allenamento l'incremento del testosterone, come pure attraverso una maggiore sensibilità dei recettori bersaglio nei confronti dell'ormone anabolizzante. Si può ipotizzare che, nelle atlete di alto livello, in base ad un adattamento a lungo termine si produca questa possibilità di compensazione della scarsa concentrazione di ormoni anabolici, tipica dell'organismo femminile.

Le differenze di genere per quanto riguarda le reazioni all'allenamento della velocità massima e della forza esplosiva sono ambigue. Da una parte gli atleti presentano il chiaro vantaggio della maggiore ipertrofia delle fibre FTF (Drinkwater 1988) che provoca una migliore reazione di allenamento verso gli esercizi di forza rapida. Dall'altra non vi è alcuna differenza di genere per quanto riguarda la contrattilità muscolare e l'adattamento nervoso provo-

cato dall'allenamento della velocità (O'Tool 2000). Le reazioni di allenamento ad un allenamento di intensità elevata, fino ad un certo grado sono specifiche di genere. In persone non allenate questo tipo di allenamento provoca effetti simili. Così, ad esempio, un allenamento ad intervalli faticoso della durata di 8 settimane in donne e uomini non allenati provocava un aumento simile della massima capacità aerobica, del 19-21% maggiore rispetto al livello precedente all'allenamento (Weber, Schneider 2002). La maggiore concentrazione di testosterone degli uomini portava, però, ad un marcato effetto di risparmio del glicogeno muscolare (Brooks et al. 1996). Tarnopolsky et al. (1995) riferiscono che, attraverso opportuni interventi sull'alimentazione e sui metodi di allenamento, fu possibile ottenere, negli uomini, un

dine per quanto riguarda la reazione all'allenamento della resistenza.

Alcuni atleti di alto livello praticanti canoa-kayak, nove atlete e diciannove atleti di età tra diciannove e ventinove anni, furono controllati per tre mesi durante il primo periodo di preparazione. Il punto centrale del programma di allenamento era lo sviluppo delle capacità aerobiche e della capacità specifica di forza. Il piano settimanale comprendeva da nove a dieci unità di allenamento di una durata globale tra le 24 e le 27 ore. L'effetto cumulativo di allenamento fu determinato tramite un test a carichi crescenti 4x500 m. Ad ogni livello di carico venivano misurata la velocità media e la concentrazione di lattato ematico. Inoltre furono determinata la soglia anaerobica (AnT) e la potenza massima (MaxP). Sia gli atleti sia le atlete riuscirono a migliorare

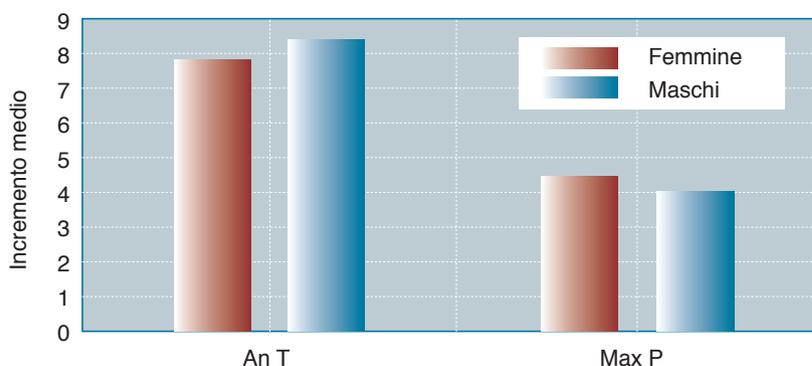


Figura 4 – Incremento relativo della velocità alla soglia anaerobica (AnT) e velocità nella zona della potenza massima (MaxP) in un periodo di tre mesi in atleti e atlete di alto livello praticanti kayak.

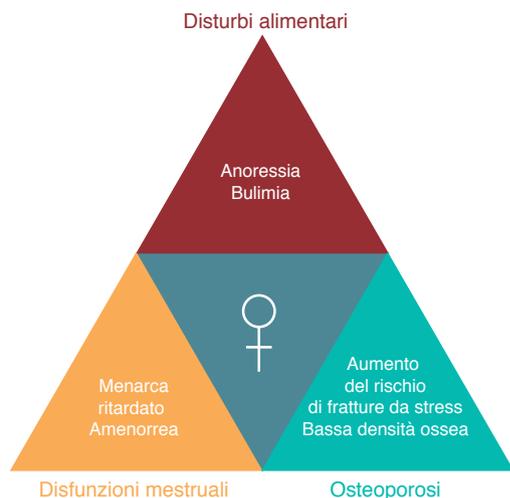
incremento del 41% della concentrazione di glicogeno muscolare, mentre la capacità delle riserve glicolitiche delle donne non cambiava.

Di conseguenza, per quanto riguarda il settore dell'allenamento glicolitico-anaerobico l'allenabilità delle donne è limitata dalla loro minore capacità glicolitica.

L'allenamento aerobico è un settore nel quale, normalmente, le donne possono ottenere notevoli miglioramenti. Malgrado siano svantaggiate per quanto riguarda il rifornimento d'ossigeno, donne allenate possono aumentare la loro capacità aerobica dal 10 al 30%. Un dato che è molto simile a quello degli uomini (Wilmore, Costill 1993). Le esperienze di molte squadre nazionali nelle discipline di resistenza provano che le donne possono realizzare gli stessi volumi di allenamento aerobico degli uomini e, inoltre, normalmente, ottengono gli stessi effetti di allenamento aerobico degli uomini. La ricerca che illustreremo rappresenta un esempio di questa similitu-

notevolmente la loro capacità aerobica, cioè la velocità alla soglia anaerobica migliorò rispettivamente del 8,4-7,8% e la velocità alla MaxP aumentò rispettivamente del 4,5-4,1% (figura 4). Non fu rilevato, quindi, alcun effetto d'allenamento specifico di genere.

L'espressione specifica di genere della coordinazione è già stata citata precedentemente (tabella 4). Esistono solo scarsi dati oggettivi sulle differenze tra i sessi nelle reazioni a programmi di allenamento diretti al miglioramento della coordinazione dei movimenti. Esperienze con atleti e atlete di alto livello in sport come la ginnastica artistica, il pattinaggio di figura su ghiaccio, dimostrano che uomini e donne non presentano differenze per quanto riguarda l'allenabilità di abilità tecnicamente molto difficili. Secondo l'opinione generale le donne, però, sono più disposte verso abilità tecniche che richiedono in misura elevata mobilità articolare, equilibrio e solo impegni moderati di forza,



Quando spingono le atlete a raggiungere risultati di eccellenza allenatori, medici delle squadre, prestatori di cure sanitarie, Federazioni internazionali e gli organismi che dirigono lo sport hanno l'obbligo di individuare le costrizioni, le manovre e le situazioni in grado di pregiudicare la salute. Un numero notevole di atlete è sottoposto alla pressione del dovere raggiungere un peso o una massa grassa irrealistici. Per farlo alcune di esse si sottopongono a regimi alimentari draconiani e squilibrati con il rischio di scivolare gradualmente in gravi disturbi alimentari quali l'anoressia o la bulimia nervosa. Tali disturbi alimentari possono produrre, a loro volta, una scarsa disponibilità di energia (cioè un apporto d'energia inferiore a quella che viene spesa) che può alterare il ciclo riproduttivo e provocare amenorrea. L'associazione tra alimentazioni disturbata e irregolarità del ciclo mestruale provoca, infine, una diminuzione degli estrogeni endogeni e di altri ormoni che portano all'osteoporosi. Di qui l'espressione *triade della donna atleta* che definisce l'associazione tra amenorrea, osteoporosi e disturbi delle condotte alimentari.

Ripercussioni della triade della donna atleta sulla salute e i risultati sportivi

Bambine e adolescenti: la pubertà rappresenta una tappa fondamentale della crescita. L'aumento del tasso di estrogeni è legato a importanti modificazioni cliniche (crescita ossea ed aumento del contenuto di minerali ossei) e alla saldatura delle epifisi. La pratica regolare dell'esercizio fisico è essenziale per lo sviluppo ottimale delle fanciulle, sia sul piano fisico sia sul piano psichico. Un'alimentazione inadatta (in particolare uno scarso apporto energetico) però fa sì che le giovani atlete incorrano in un rischio maggiore di un ritardo di crescita e di maturazione, in una amenorrea primaria e in una diminuzione delle prestazioni, alle quali si potrebbero aggiungere una statura insufficiente, scarsa densità di minerali nelle ossa e una amenorrea secondaria. Un cambiamento del loro regime alimentare e/o un alleggerimento dei loro programmi di allenamento permetterebbero di recuperare il ritardo rilevato a livello dell'accrescimento della lunghezza e della massa delle ossa e di riavviare lo sviluppo puberale, che potrebbe, dunque, ridurre i deficit di crescita. Comunque, se la maturazione è gravemente ritardata o l'epifisi prossima alla fusione in queste atlete si potrebbe produrre un'alterazione definitiva della statura. Per questa ragione si raccomanda di seguire l'alimentazione, la crescita e lo sviluppo di tutte le giovani atlete, specialmente nel caso che praticino uno sport nel quale l'apparenza fisica o la magrezza sono un elemento positivo in termini di risultati di gara.

Atlete adulte: una scarsa disponibilità di energia, se associata a comportamenti patogeni per quanto riguarda il controllo del peso, predispongono le atlete adulte a disfunzioni mestruali, a una diminuzione della massa minerale ossea, a un aumentato rischio di fratture da stress e a un incremento potenziale del rischio di osteoporosi precoce e di malattie cardiache. I disturbi alimentari spesso sono associati a problemi psicologici

(perdita d'autostima, ansiosità e depressione) che influenzano notevolmente i risultati. Se i tre fattori della triade dell'atlete si producono contemporaneamente le ripercussioni sul piano sanitario sono più gravi e la vita delle atlete può essere a rischio.

Identificazione della triade della donna atleta

Se si vuole prevenire l'evoluzione di questi disturbi e migliorare la prognosi è importante identificare precocemente le atlete che possono sviluppare la triade della donna atleta. Per questa ragione sarebbe opportuno sottoporre le atlete che presentano sintomi di disturbi alimentari e/o mestruali ad un esame approfondito da parte di un prestatore di cure sanitarie. Per disturbi alimentari si intende soprattutto il ricorso a metodi eccessivi di controllo del peso, l'iperfagia bulimica e/o la restrizione alimentare. La triade della donna atleta non necessariamente si manifesta nelle atlete magre, ma può interessare atlete di ogni taglia. I medici, i prestatori di cure sanitarie e gli allenatori dovrebbero essere informati dei fattori di rischio che sono: i fattori culturali che associano magrezza a popolarità e successo; i precedenti di disturbi alimentari; gli sport nei quali sono importanti la magrezza o un peso particolare. L'allenatore/l'allenatrice svolgono un ruolo di primo piano anche nell'identificare le atlete a rischio o che presentano sintomi di uno dei disturbi propri della sindrome.

Trattamento della triade della donna atleta

Un trattamento efficace della triade della donna atleta richiede l'intervento di una équipe interdisciplinare composta da un nutrizionista, uno psicologo e/o uno psichiatra diretta da un medico sportivo. L'obiettivo del trattamento è di ricostituire l'equilibrio energetico, reintrodurre sane abitudini alimentari, reintegrare la salute mentale, normalizzare i cicli mestruali e migliorare la salute ossea. Uno degli aspetti essenziali del trattamento sono i consigli nutrizionali. Se l'atleta è incapace di seguire le raccomandazioni del medico e del nutrizionista occorre avviarla al consulto di uno psicologo o di uno psichiatra specializzato in disturbi alimentari. Un incremento dell'apporto alimentare, associato ad un aumento di peso provocherà le ricomparsa delle mestruazioni e un aumento della densità ossea. Si potrebbe rendere necessaria anche una riduzione degli allenamenti. Le atlete amenorroiche spesso sono trattate con una terapia ormonale anche se le prove scientifiche a sostegno di questi metodo sono poco probanti. Un altro aspetto cruciale del trattamento è rappresentato dall'educazione delle atlete, dei loro allenatori e del loro ambiente. Le atlete che soffrono d'anoressia e di bulimie dovrebbero essere escluse dalla gare. Gli allenatori dovrebbe fare comprendere alle giovani donne che allenano che è la loro buona salute – e non il loro peso – a permettere loro di realizzare i migliori risultati. Se l'allenatore fornisce il suo appoggio al trattamento prescritto, l'atleta sarà stimolata a seguirlo.

La prevenzione della triade della donna atleta

La prevenzione dei disturbi alimentari permette di prevenire la triade della donna atleta. È essenziale che gli allenatori sensibilizzino maggiormente le loro atlete verso questo problema spiegando loro meglio quali sono i principi nutrizionali di base e il loro effetto sulla salute e i risultati. Alle atlete, al loro ambiente e ai professionisti della salute dovrebbero essere offerte possibilità di seguire programmi di formazione. I test annuali di controllo che vengono realizzati prima della stagione d'allenamento e agonistica dovrebbero comprendere questionari e esami che siano in grado di individuare i primi segni della triade della donna atleta. Per questo scopo ci si potrebbe servire anche degli incontri organizzati con medici. Infine, sarebbe necessario stimolare i Comitati olimpici nazionali, le Federazioni sportive internazionali e nazionali a dare vita a programmi di sensibilizzazione su questo problema e, per quanto possibile, a modificare i regolamenti per ridurre gli effetti della corsa alla magrezza e i cattivi comportamenti alimentari che ne deriva.

Il testo completo della presa di posizione sulla triade della donna atleta del Gruppo di lavoro della Commissione medica del CIO: "Women in sport" può essere trovato in: www.olympic.org/uk/organisation/commissions/medical/index_uk.asp.

Capacità motorie	Differenze nell'allenabilità
Forza massima	Atleti e atlete presentano un potenziale identico di miglioramento dei meccanismi nervosi della contrazione muscolare. Gli uomini sono avvantaggiati per quanto riguarda l'ipertrofia muscolare, che, in parte, può essere compensata dalla maggiore sensibilità dei muscoli delle donne verso gli ormoni anabolizzanti endogeni.
Massima velocità (alattacida)	Gli atleti sono avvantaggiati a causa della marcata ipertrofia delle FTG. Non esistono differenze di genere per quanto riguarda l'adattamento nervoso ai carichi di velocità massima e di forza esplosiva.
Resistenza glicolitico-anaerobica	A causa della maggiore concentrazione di glicogeno, determinata da quella di testosterone, gli atleti presentano un potenziale maggiore di aumento della capacità glicolitica.
Resistenza aerobica	Malgrado il peggiore rifornimento di ossigeno, le atlete reagiscono nella stessa misura degli atleti all'allenamento aerobico (trasformazione dell'energia per via aerobica e resistenza di lunga durata).
Coordinazione	Atleti e atlete dispongono di un identico potenziale di miglioramento. La misura delle possibilità di miglioramento delle abilità tecniche non dipende da fattori di genere.
Mobilità articolare	Si può supporre che le donne, in base a vantaggi morfologici del loro sistema muscolare-scheletrico possano essere allenare meglio degli uomini.

Tabella 2 – Le differenze di genere nel campo delle capacità motorie degli atleti.



Foto MASSIMO COGLIATI

mentre gli uomini sarebbero superiori in quelle abilità motorie che richiedono molta forza o forza rapida. Gli allenatori del settore dell'alto livello riferiscono che gli atleti sono superiori quando si tratta di apprendere nuove abilità motorie e di controllare nuovi attrezzi, mentre le atlete sono più costanti e sensibili quando si tratta di lavorare su dettagli tecnici. In generale, comunque, gli atleti di alto livello, indipendentemente dal loro sesso, presentano lo stesso livello di allenabilità per quanto riguarda esercizi e abilità coordinativamente impegnativi.

Malgrado i numerosi dati sulla mobilità articolare riferiti ai sessi sono carenti quelli sulle reazioni all'allenamento. Si può supporre che i vantaggi morfologici delle donne (tendini, legamenti e tessuto connettivo più elastici, geometria articolare favorevole) spieghino la loro migliore allenabilità nei confronti di compiti motori che richiedono una misura elevata di mobilità articolare. Il livello relativamente elevato pre-allenamento delle donne, comunque, può ridurre la loro reazione di allenamento rispetto agli uomini relativamente meno flessibili. Si può pensare che, normalmente, le donne siano più allenabili degli uomini per quanto riguarda la mobilità articolare.

I dati che abbiamo finora citato permettono di trarre conclusioni positive per quanto riguarda l'allenabilità delle varie capacità motorie delle donne (tabella 4).

Riepilogo

L'allenabilità come caratteristica generale tipica dell'uomo è estremamente importante per il *coaching*, l'allenamento e la scienza.

Purtroppo questo fatto spesso viene sottovalutato o se ne tiene conto solo intuitivamente. Con i nostri lavori abbiamo tentato di chiarire e spiegare l'allenabilità rispetto a tre fattori – ereditarietà, livello di risultati e sesso.

L'ereditarietà è stata illustrata attraverso una ricerca su dinastie di atleti nella quale sono contenuti i dati riguardanti dieci famiglie di atleti di alto livello (Issurin, Lustig, Szopa 2004). Nello sport il problema dell'ereditarietà riguarda un ampio spettro di determinanti biologiche, delle quali fanno parte sia caratteristiche somatiche e fisiche sia le reazioni ai programmi di allenamento diretti allo sviluppo delle diverse capacità motorie.

La predisposizione per sport diversi presuppone cioè una combinazione ottimale di indici somatici, dei quali un gruppo è notevolmente dipendente dall'ereditarietà (ad esempio, le misure di lunghezza del corpo: statura, lunghezza degli arti), altri

PRENDI IL TEMPO, ORA È PIÙ FACILE!

ne dipendono solo mediamente (ad esempio, le misure di larghezza del corpo: spalle, cosce), mentre altri ancora mostrano una dipendenza dall'ereditarietà solo scarsa (ad esempio, il grasso corporeo). Allo stesso modo molte reazioni all'allenamento sono notevolmente determinati da fattori genetici (ad esempio, la velocità massima, la capacità glicolitico-anaerobica) mentre altre dipendono in misura molto minore da fattori genetici e per questo sono molto più allenabili (ad esempio, la forza massima, la capacità aerobica, la coordinazione dei movimenti).

Diversamente da molti lavori precedenti nella ricerca che abbiamo citato è presente una concezione ottimistica dell'allenabilità della maggior parte delle caratteristiche sportive specifiche.

Il secondo punto di vista sull'allenabilità parte dall'idea che essa cambi con lo sviluppo sportivo. Per cui esiste la tendenza generale per cui l'allenabilità diminuisce con l'aumento del livello di risultati sportivi. In altri termini, più qualificato ed esperto è un atleta, minore è la sua sensibilità agli stimoli di allenamento rispetto ad atleti più giovani. Ne derivano due conseguenze pratiche:

- la quantità degli esercizi efficaci diminuisce con l'aumento del livello sportivo (effetto dell'imbuto);
- per quanto riguarda gli esercizi di sviluppo, il livello della loro specificità per la disciplina praticata deve aumentare con l'aumentare del livello di risultati.

Secondo il ritmo di miglioramento individuale delle capacità sportive specifiche, gli atleti possono essere classificati in *high*, *medium*, *low responder*¹.

Evidentemente per quanto riguarda gli atleti *high responder* si tratta di persone che dispongono di una straordinaria allenabilità. Questa particolarità è estremamente importante per la selezione del talento.

Le particolarità di genere legate all'allenabilità sono state studiate in riferimento alle massime prestazioni sportive, ai loro presupposti fisiologici e agli effetti cumulativi di un allenamento sistematico. Le massime differenze di genere sono marcate in quelle discipline sportive che richiedono forza massima (dal 22,6 al 30%), forza esplosiva (dal 15,9% al 17,4%), e una combinazione della massima capacità aerobica e della capacità glicolitico-anaerobica (dall'11,6 al 13,2%). Differenze minori di genere sono tipiche delle discipline di velocità massima (7,1%) e di quelle che richiedono una resistenza aerobica di lunga durata (dall'8,1 fino al 5,1%). Va sottolineato che le atlete presentano vari vantaggi: una migliore resi-



www.hmc.it

... RACETIME² KIT LIGHT RADIO



**Prezzo a partire da
€ 1.200,00 + IVA**

Il Kit Racetime2 light radio permette una valutazione semplice ed immediata delle performance degli atleti. Pochi minuti di installazione e le fotocellule Polifemo radio, con trasmettitore integrato, permettono di effettuare i test tipici del mondo sportivo professionistico quali: test di velocità, test navetta e di rapidità. Pratico e leggero da trasportare, segue ogni spostamento in allenamento o in gara dei maggiori team di calcio.

Testato ed utilizzato da numerose squadre di Serie A.



MICROGATE srl
Via Stradivari, 4
I-39100 Bolzano (BZ)
tel. +39 0471 501 532
fax +39 0471 501 524
info@microgate.it

MICROGATE
Timing & Sport
www.microgate.it

stenza alla fatica nei carichi di bassa e media intensità, una migliore utilizzazione dei grassi nei carichi di resistenza e una capacità più rapida di recupero. Le superiorità degli uomini, principalmente, sono determinate da fattori antropometrici (statura, massa corporea, lunghezza del tronco e degli arti, ecc.), dal migliore rifornimento di ossigeno e dalle diverse conseguenze delle elevate concentrazioni di ormone sessuale maschile (marcata ipertrofia muscolare), dalla maggiore produzione di glicogeno muscolare e migliore svuotamento delle riserve di glicogeno (maggiore capacità glicolitica), ecc. Gli uomini, perciò, sono avvantaggiati nel settore della forza massima, della capacità aerobica, della resistenza glicolitico-anaerobica e in misura minore nella forza esplosiva e nella velocità massima. Le atlete sono superiori agli atleti nel campo della mobilità articolare e della coordinazione generale. Malgrado la loro inferiorità in varie capacità motorie le donne, grazie all'utilizzazione di meccanismi specifici di adattamento alla forza massima e a carichi aerobici e coordinativi impegnativi, presentano reazioni positive ai carichi che spesso si avvicinano a quelli degli uomini.

Le atlete scelgono strade loro proprie per sviluppare la loro competenza tecnica. Sono più costanti e reagiscono in modo più sensibile ai dettagli tecnici e, inoltre, presentano una migliore capacità di adattamento verso la abilità tecniche che richiedono buone capacità di equilibrio e impegni medi di forza.

Tra i fattori che sostengono l'allenabilità, infine, vanno citati quelli che riguardano le condizioni di vita: alimentazione, capacità biologica di recupero, attività professionale svolta in condizioni normali, eccellente clima psicologico e sostegno sociale.

Note

- ⁽¹⁾ **Responder** è un termine mutuato dal campo medico-biologico dove è usato per indicare un soggetto "risponditore", nel quale cioè si osserva una risposta soddisfacente ad un particolare trattamento, ad esempio farmacologico.

Gli Autori: Prof. Vladimir Issurin, Gilad Lustig, Sezione sport di alto livello, Wingate Institute, Natanya, Israele.

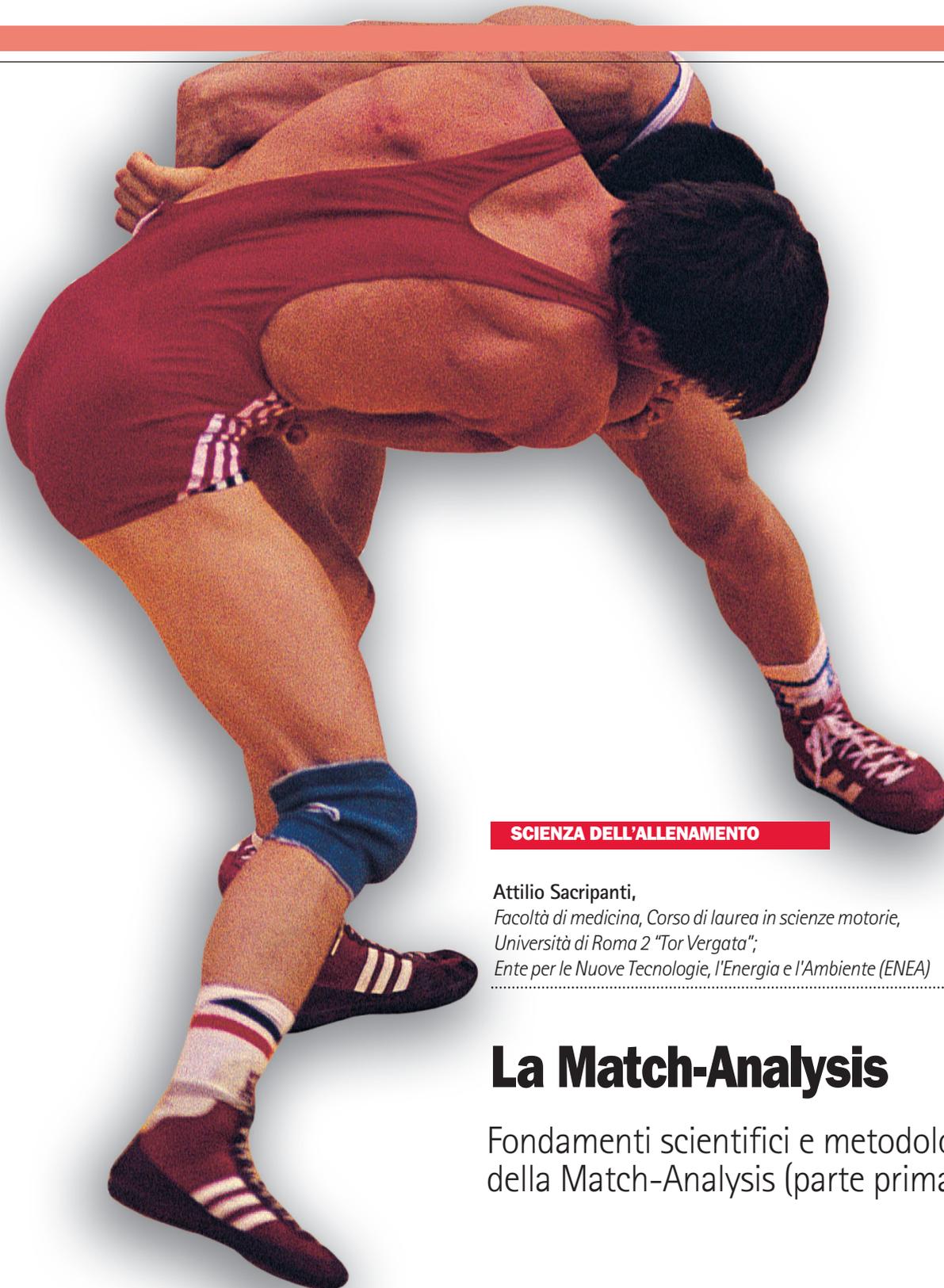
Indirizzo degli Autori: Prof. Vladimir Issurin, Wingate Institute, Natanya, Israele.

Traduzione italiana di Mario Gulinelli da *Leistungssport*, 6, 2006, 25-31.

Titolo originale: *Geschlechtsunterschiede in der Trainierbarkeit von Sportlerinnen und Sportlern*

Bibliografia

- Åstrand P., Rodahl K., Dahl H. A., Stromme S. B., Textbook of work physiology: Physiological bases of exercise, (4° ed.), New York, McGraw-Hill, 2003.
- Brooks G. A., Fahey T. D., White T. P., Exercise physiology: Human bioenergetics and its applications, Londra, Mayfield, 1996.
- Clark B. C., Manini T. M., The D. J. et al., Gender differences in skeletal muscle fatigability are related to contraction type and EMG spectral compression, 94, *J. Appl. Physiol.*, 2003, 2263-2272.
- Cheuvront S. N., Carte R., DeRuisseau K., Moffat R., Running performances differences between men and women. An update, *Sports Med.*, 35, 2005.
- Cumming D. C., Wall S., Galbraith M. A. et al., Reproductive hormone responses to resistance exercises, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 19, 1987, 234-238.
- Daniels J., Daniels N., Running economy of elite male and elite female runners, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 24, 1992, 4, 483-489.
- Drinkwater B., Training of the female athlete, in: Dirix A., Knuttegen H. G., Tittel K. (a cura di), *The Olympic book of sports medicine*, Vol. I of the *Encyclopedia of Sports Medicine*, Blackwell, 1988, 309-327.
- Fahey T. D., Rolph R., Moungee P. et al., Serum testosterone, body composition and strenght in young adults, *Med. Sci. Sports*, 8, 1976, 31-37.
- Friedlander A. L., Casazza G. A., Horning M. A. et al., Training-induced alterations of carbohydrate metabolism in women: women respond differently from men, *J. Appl. Physiol.*, 85, 1998, 1175-1186.
- Hill A. V., The physiological basis of athletics records, *Lancet*, 1928, 2, 484.
- Hunter S. K., Critchlow A., Shin L. -S., Enoka R. M., Men are more fatigable than strenght-matched women when performing intermittent submaximal contractions, *J. Appl. Physiol.* 96, 2004, 2125-2132.
- Issurin V., Kaufman L., Tenenbaum G., Modeling of velocity regimens for anaerobic and aerobic power exercises in high-performance swimmers, *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 41, 2001, 433-440.
- Issurin V., Lustig G., Szopa J., Determinant of heredity related trainability, *Journal of Human Kinetics*, 11, 2004, 35-45 (traduzione italiana a cura di M. Gulinelli, Ereditarietà e allenabilità, *Sds-Scuola dello sport*, 24, 2005, 65, 43-48).
- Issurin V., Sharobajko, Proportion of maximal voluntary strenght values and adaptation peculiarities of muscles to strength exercises in men and women, *Human Physiology, Academy of sciences URSS*, 11, 1989, 17-22.
- Kibler W. B., Chandler T., Uhl et al., A musculoskeletal approach to the pre-participation physical examination, *Am. J. Sports Med.*, 17, 1989, 525-531.
- Komi P., The musculoskeletal system, in: Dirix A., Knuttegen H. G., Tittel K. (a cura di), *The Olympic book of sports medicine*, Vol. I of the *Encyclopedia of Sports Medicine*, Blackwell, 1988, 309-327.
- Kots J. M., Physiological particularities of athletic training in females, in: Kots J. M. (a cura di), *Sport Physiology*, Mosca, Fis, 1986.
- Kreig M., Smith K., Veight K. D., Receptor affinity and concentration in the cytoplasm of androgen target organs, in: Genozarl G. A. (a cura di), *Pharmacological modulated steroids action*, New York, Raven Prss, 1980, 123-132.
- Maud P. J., Schultz B. B., Gender comparison in anaerobic power and anaerobic capacity, *Br. J., Sports Med.*, 2, 1986, 51-54.
- Medical Encyclopedia (2 Febbraio 2004), Testosterone, <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/003707>
- Mittleman K. D., Zacher C. M., Factor influencing endurance performance, strenght, flexibility and coordination, in: Drinkwater B. (a cura di), *Women in sport*, vol. VIII of *Encyclopedia of Sports Medicine*, Blackwell, 77-92.
- Pelliccia A., Maron B. J., Culasso F. et al., Athlete's hearth in women: Echocardiographic characterization of Higly Trained Elite Female Athletes, *Jama*, 17, 1996, 276, 3, 211-215.
- Simoneau J. A., Bouchard C., Human variation in skeletal muscle fiber proportion and enzyme activities, *Am. J. Physiol.*, 257, 1989, E567-572.
- Tarnopolsky M. A., Atkinson S. A., Philips S. M. et al., Carbohydrate loading and metabolism during exercise in men and women, *J. Appl. Physiol.*, 78, 1360-1368.
- Tittel K., Coordination and balance, in: Dirix A., Knuttegen H. G., Tittel K. (a cura di), *The Olympic book of sports medicine*, Vol. I of the *Encyclopedia of Sports Medicine*, Blackwell, 1988, 194-211.
- Trappe S., Gallagher P., Harber M. et al., Single muscle contractile properties in young and old men and women, *J. Physiol.*, 2003, 552, pt.1, 47-58.
- Viru A., *Adaptation in sport training*, Boca Raton CRC Press, 1995.
- Weber C., Schneider D. A., Increases in maximal accumulated oxygen deficit after high-intensity interval training ar not gender dependent, *J. Appl. Physiol.*, 92, 2002, 1795-1801.
- Weber C., Chia M., Inbar O., Gender differences in anaerobic power of the arms and legs – a scaling issue, *Med. Sci. Sports Exer.*, 38, 2006, 129-137.
- Whipp B. J., Ward S. A., Will women soon outrun men?, *Nature*, 335, 1992, 6355, 25.
- Wilmore J. H., Costill D. L., *Training for sport and activity: The physiological basis of the conditioning process*, Champaign, Ill., Human Kinetics, 1993.
- Zatsiorsky V. M., *Science and practice of strenght training*, Champaign, Ill., Human Kinetics, 1995.



SCIENZA DELL'ALLENAMENTO

Attilio Sacripanti,
*Facoltà di medicina, Corso di laurea in scienze motorie,
 Università di Roma 2 "Tor Vergata";
 Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente (ENEA)*

La Match-Analysis

Fondamenti scientifici e metodologici
 della Match-Analysis (parte prima)

Gli sport di situazione sono sempre più al centro dell'interesse del pubblico. La teoria dell'allenamento di questi sport è una materia d'elevata complessità andando dall'allenamento fisico allo studio delle strategie locali e globali. Attualmente la tecnologia, grazie alla Match-Analysis è in grado di fornire un utile supporto al lavoro dell'allenatore. Si trattano quindi i fondamenti scientifici e metodologici nonché le implicazioni tecnologiche proprie della Match-Analysis di questi sport. La trattazione si sviluppa in due parti metodologicamente connesse. La prima è una descrizione generale delle tecnologie adoperate dai sistemi più avanzati, che sono essenzialmente legate all'identificazione del moto degli atleti ed al rilevamento della loro interazione con gli avversari e dei fondamenti scientifici posti alla base, sia del moto, sia dell'interazione di tali atleti. La seconda cercherà di evidenziare l'utilizzo della Match-Analysis legato alla teoria dell'allenamento, suddivisa per comodità in tre livelli, il primo - allenante - teso al condizionamento fisiologico dell'atleta, il secondo livello - addestrante - teso al miglioramento biomeccanico della tecnica ed allo studio degli invarianti di competizione, il terzo - addestrante avanzato - teso allo studio delle strategie locali ed infine a quelle globali.

Introduzione

In questi tempi di rapida e veloce evoluzione della nostra vita, con l'irrompere della telematica e delle nuove tecnologie ad essa connesse, anche il mondo dello sport sta subendo una lenta, ma irreversibile trasformazione verso una sempre più accentuata applicazione dei metodi scientifici in ogni campo. Dalla prestazione del singolo, all'analisi degli sport di situazione duali e di squadra (per la definizione di sport di situazione duali e di squadra, cfr. riquadro: *La classificazione degli sport*). E come sempre, davanti ad ogni rivoluzione annunciata, gli addetti ai lavori possono scegliere se rifiutare in blocco tali innovazioni, o se gestirle per garantirsi migliori risultati stando così al passo con i tempi. Tutti sanno che nel mondo anglosassone l'interesse, e dunque l'utilizzo dei metodi scientifici nello sport, ha grande rilevanza e continuità storica, per cui è facile vedere gruppi di esperti lavorare in sintonia su di una squadra o su di un atleta. In Italia l'introduzione della tecnologia e della scienza nello sport, incontra forse

maggiori resistenze, sulla base del più dichiarato individualismo che ci pervade e che trova difficoltà ad inserirsi nel concetto, necessario, di lavoro di gruppo, che le nuove tecnologie sottintendono.

La "Coaching Science" è vista all'estero come una sub-disciplina della Pedagogia dello sport che come sappiamo è un'area critica della scienza dello sport (Haag 1994). Proprio come è avvenuto in medicina, ove l'introduzione di tecnologie innovative non ha distrutto la figura del medico, ma l'ha esaltata sviluppandone la professionalità in maniera più soddisfacente, rendendolo capace di operare con un metodiche meno invasive ed in campi prima impensati; così nello sport, la gestione delle nuove tecnologie da parte degli allenatori, li renderà sempre più adatti ad affrontare le difficoltà del loro compito, facendo raggiungere loro risultati sempre più efficaci.

La *Match-Analysis*, infatti, può rappresentare, specie negli sport di situazione, la chiave di volta che sulla base e con l'aiuto delle nuove tecnologie, può fornire la carta vincente nelle mani dell'allenatore e della sua *equipe*.

La Match-Analysis e l'Analisi Notazionale

Quando ci si chiede come possa esser nata la *Match-Analysis*, ovvero, in base a quale necessità; l'ovvia risposta è essa può considerarsi un'estensione sperimentale dell'analisi della *performance* di un singolo atleta, ai casi complessi di due atleti che si incontrano, o di un sistema complesso di atleti interagenti fra loro che si incontrano con un altro sistema di atleti.

Nello sport come nella vita, la necessità di annotare le azioni, per ricordarle o per studiarle è antica come il mondo, si pensi ad esempio (*non sit iniuria verbis*) alla lista della spesa che ogni donna compila da secoli.

Storicamente per moltissimi anni l'analisi degli sport di situazione è consistita essenzialmente nelle schede d'osservazione che venivano riempite da un osservatore "tecnico" durante le competizioni.

Queste notazioni erano spesso vergate con simboli personali che, come la stenografia, rendevano l'informazione compatta e rapidamente comprensibile al suo estensore.

La classificazione dei vari sport

Varie possono essere le classificazioni degli sport:

1. in funzione dell'impegno energetico (classificazione fisiologico-biomeccanica (Dal Monte 1983);
2. in funzione della complessità del movimento per produrre la *performance* (classificazione fisico-biomeccanica):

sport ciclici (movimento base ripetuto nel tempo): quegli sport in cui, l'espletazione della *performance* sportiva si riduce essenzialmente ad un definito movimento che viene ripetuto ciclicamente nel tempo e quindi il moto e la *performance* possono esser studiati, analizzando questo movimento base (corsa, nuoto, ciclismo...);

sport aciclici (movimento base effettuato una sola volta): quegli sport in cui, l'espletazione della *performance* sportiva si riduce ad un movimento specifico che viene effettuato una sola volta nel tempo e quindi il moto e la *performance* possono esser studiati, analizzando questo movimento speciale (lanci, salti...);

sport ciclico-alternati (più movimenti base ripetuti ciclicamente ed alternativamente nel tempo): quegli sport in cui, l'espletazione della *performance* sportiva si può individuare in due o più movimenti base che vengono effettuati alternativamente nel tempo e quindi il moto e la *performance*, per la indipendenza delle azioni simultanee, possono esser studiati, analizzando singolarmente questi movimenti (corsa ad ostacoli, 3000 siepi...);

sport di situazione (movimenti senza un *pattern* di ripetibilità): quegli sport in cui, l'espletazione della *performance* sportiva non può individuarsi in una periodizzazione semplificativa dei movimenti che vengono effettuati, a causa della presenza di uno o più avversari. Non vi è quindi uno schema fisso nel tempo ed al moto non può applicarsi il teorema della indipendenza delle azioni simultanee. Per cui non può essere studiato mediante azioni semplici sommate o connesse, in quanto la presenza dell'avversario, che cerca di contrastare la tecnica, rende la situazione che si crea non ripetibile, ma solo classificabile statisticamente parlando. Lo studio del moto ha significato solo su base statistica, pertanto non ha senso trattare l'argomento mediante la fisica newtoniana, ma bisogna utilizzare metodiche più efficienti e meno approssimate. Il moto deve, dunque, essere studiato con le metodiche della fisica statistica ed in quanto sistema dinamico, con l'ausilio della teoria del "Chaos".

In generale gli sport di situazione possono dividersi in: *duali e di squadra*. Ogni classe si dividerà ancora in due subclassi: *senza contatto e con contatto* (detti di *situazione puri*).

Come sport duali senza contatto prendiamo in considerazione l'esempio del tennis e tennis tavolo, nella condizione singolo, negli sport duali con contatto tutti gli sport di combattimento.

Nella tabella sono riassunti gli obiettivi dell'analisi biomeccanica in ciascuna delle classi e subclassi di sport.

Analisi biomeccanica

Sport duali Senza contatto

Individuazione del moto, di alcune condizioni particolari e dell'interazione

Con contatto

(servizio + moto + interazione)
Individuazione del moto, questa volta più complesso e dell'interazione
(moto + interazione)

Sport di squadra Senza contatto

Individuazione del moto, di alcune situazioni standard, e dell'interazione sia strategica sia dinamica
(servizio + moto + passaggi + interazione)

Con contatto

Individuazione del moto, estremamente complesso, e dell'interazione sia strategica sia dinamica.
(moto + passaggi + interazione)

In una fase intermedia con la venuta dei nuovi computer si è passati ad una elaborazione via, via più sofisticata dei dati, sebbene essi fossero sempre rilevati con il metodo delle schede. In seguito si è passati alle tecniche di ripresa con analisi manuale dei dati. Infine alle riprese e valutazione automatica di alcuni semplici problematiche di squadra. In ultimo ai nostri giorni, essendosi enormemente evoluto l'*hardware* ed il *software* si è giunti ai moderni metodi di analisi e di rilevamento automatico su ampie superfici. Dei fondamenti scientifici e metodologici di questi ultimi tratteremo in questo articolo.

La trattazione si svilupperà in due parti metodologicamente connesse, la prima avrà per oggetto una descrizione generale delle tecnologie adoperate dai sistemi più avanzati, che sono essenzialmente legate all'identificazione del moto degli atleti ed al rilevamento della loro interazione con gli avversari e dei fondamenti scientifici posti alla base, sia del moto, sia dell'interazione di tali atleti.

La seconda cercherà di evidenziare le finalità della *Match-Analysis* ed il loro utilizzo essenzialmente legato alla teoria dell'allenamento, che è stata suddivisa per comodità in tre livelli:

1. **primo livello allenante** teso al condizionamento fisiologico dell'atleta;
2. **secondo livello addestrante** teso al miglioramento biomeccanico della tecnica ed allo studio degli invarianti di competizione;
3. **terzo livello addestrante avanzato** teso allo studio delle strategie locali ed infine alla messa a punto di quelle globali.

Generalità sulle tecnologie dei sistemi di rilevamento

Gli sport di squadra hanno beneficiato immensamente dello sviluppo dell'analisi notazionale computerizzata automatica. Normalmente le informazioni fornite da questi sistemi possono essere usate per ottenere varie funzioni utilissime per l'allenatore: *feedback* immediato delle azioni di gara, possibilità di sviluppare *database* delle azioni o dei fatti salienti, indicazioni di aree, sia tecniche sia strategiche, che possono essere migliorate; possono inoltre essere facilitate valutazioni di vario genere che l'allenatore deve svolgere nel suo mandato.

I metodi di rilevamento del moto umano su ampie superfici

Ovviamente a livello commerciale sono stati subito sviluppati prototipi o sistemi operativi che permettono con più o meno



approssimazione di conoscere il moto libero di una coppia per gli sport duali o quello coordinato di una intera squadra.

Anzi, in vista del giro economico associato, si sono sviluppati principalmente i sistemi di squadra.

In effetti i sistemi commerciali attualmente in vendita sono solo una semplificazione non troppo precisa dei sistemi d'azione multipersona.

Tali sistemi, molto complessi, sono praticamente ancora di ricerca e richiedono un'interazione strutturata tra gli atleti e l'ambiente in cui si muovono. Le caratteristiche generali di questi sistemi sono:

1. grandezza maggiore e particolarità dello spazio degli stati dove vengono rappresentati gli atleti;
2. esplicita capacità di ricerca di un oggetto;
3. capacità di parziale descrizione dell'interazione multipla fra gli atleti;
4. definizione delle primitive temporali delle azioni;
5. capacità di seguire l'intenzionalità;
6. necessaria difficoltà dei modelli fisico-matematici di descrizione del fenomeno.

Questi sistemi di rilevamento del moto su ampie superfici si sono sempre più evoluti ed oggi persino con quelli commerciali è possibile ottenere il *tracking* degli atleti, e quindi le loro traiettorie di spostamento nel tempo, anche per gli sport di squadra.

Appare opportuno conoscere, a questo punto, le più importanti tra le varie problematiche tecniche, che si devono affrontare con l'utilizzo di tali sistemi, formati generalmente da telecamere e *software* di lettura delle immagini, altamente sofisticati.

1. **posizionamento ottimale del sistema d'acquisizione:** spesso in un sistema multivideo i campi focali di visione delle camere si sovrappongono in parti del campo e hanno zone d'ombra per altre parti del campo;
2. **calibrazione:** sono quei processi che hanno lo scopo di determinare in modo univoco le posizioni sul campo, attraverso l'identificazione dei parametri interni dell'*hardware*, correggendo in tal modo le distorsioni ottiche del sistema. Sono questi i metodi che permettono di trasferire oggetti tridimensionali in uno spazio a due dimensioni;
3. **registrazione delle immagini:** la registrazione delle immagini per *match* di lunga durata ad esempio 90 min, rappresenta solo un problema di capienza per il sistema. Normalmente la quantità d'immagini da immagazzinare per una partita di calcio è circa di 900000, per un sistema di cattura a 50 frames al secondo e per 624 x 328 pixel;
4. **digitalizzazione delle immagini e compressione:** la stessa quantità con la compressione M-JPEG delle immagini e la loro digitalizzazione produce 108000 frames che possono occupare su un *Hard disk* solo 21,7 Gigabyte di spazio;
5. **tracking:** i sistemi di tracciamento degli spostamenti nel tempo, possono essere manuali (l'operatore può eseguire il *tracking* con il mouse) o automatizzati (i *software* di riconoscimento delle immagini eseguono automaticamente il compito, con l'uso di algoritmi matematici avanzati);
6. **post processing dei dati di moto:** il post processamento dei dati di traiettoria ottenuti, sia manualmente che automaticamente risulta necessario, in quanto le traiettorie automatiche contengono un certo numero d'imprecisioni, mentre le manuali sono troppo drastiche nel cambiamento di direzione. Pertanto per ottenere traiettorie fisiche plausibili bisogna smussare le curve ottenute con un altro procedimento matematico automatico, quello dello *smoothing*;
7. **analisi degli errori:** vi sono diverse sorgenti d'errore che possono inficiare le traiettorie ottenute. Bisogna pertanto, per quanto possibile, individuarle e correggere gli errori derivati. Gli errori possono essere generati da: movimenti delle estremità dell'atleta, errori introdotti dalla compressione delle immagini, errori di marginalizzazione nei *pixel*, imperfetta calibrazione degli strumenti, errori dell'operatore (se presente).

Già da qualche anno si sta provando una nuova metodologia di riconoscimento attraverso uno spazio fittizio dei colori

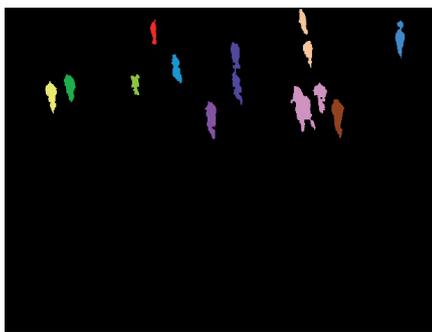


Figura 1 – Esempio di trasformazione in colore dell'immagine (da Porikli, Haga 2004).

dove ad ogni giocatore corrisponde un colore. In tale modo si cerca di ottenere informazioni sul moto globale del sistema, evitando gli errori dovuti a mascheramento reciproco degli atleti (figura 1).

Tutti questi sistemi sono tesi ad individuare primariamente le traiettorie di spostamento e le modalità d'interazioni fra gli atleti, in modo da ricavare da esse le informazioni relative alle strategie che poi saranno valutate o utilizzate dagli allenatori.

Bisogna ricordare che l'analisi notazionale classica, come quella manuale, può fornire statistiche e frequenze, mentre i nuovi sistemi di analisi oltre a ciò forniscono anche informazioni sulle traiettorie e quindi sul tipo di moto che si sviluppa in quel determinato sport.

Nuovi sistemi automatici – Pro e contro

Questi sistemi di analisi automatica dell'incontro, come è stato precedentemente rilevato hanno fornito preziosi benefici alla metodologia dell'allenamento, ma come ogni tecnologia essi presentano anche degli svantaggi, forse meno evidenti, ma pur sempre presenti. Vediamo dunque riassunti i pro e contro di questi sistemi.

Pro - Nessuna notazione manuale, l'incontro è fornito già in forma digitale, tutte le immagini e le loro analisi vengono conservate su supporto ottico.

Contro - Essenzialmente costi elevati se si desiderano sistemi avanzati e aumento delle possibilità d'errore:

1. errori dell'osservatore - dati errati in entrata;
2. errori dovuti all'*Hardware* ed al *Software* utilizzati, errori dovuti alla cattiva interpretazione delle informazioni ricevute, non per incapacità dell'allenatore, ma per mancata conoscenza del modo di sviluppare tali informazioni da parte del *software*, non potendo quindi contestualizzarle in un *range* di definizione.

Il modello biomeccanico degli sport di situazione

Usualmente la *performance* è funzione delle *skill* e delle capacità degli atleti, ma i giochi sportivi sono da considerarsi *processi interattivi* fra due opponenti (singoli, doppi o squadra).

Il comportamento negli sport di situazione dipende: dall'interazione fra il livello di *skill* degli atleti, dalle situazioni che cambiano nel corso del tempo ed infine da eventi *random*.

Un modello di gioco sportivo valido deve possedere l'abilità di descrivere l'interazione fra gli atleti ed il comportamento dinamico in campo (moto). Le statistiche e le valutazioni di frequenza ottenute dall'analisi notazionale standard, non danno risposta a questa necessità.

In termini di descrizione matematica avanzata gli incontri degli sport di situazione, sia duali che di squadra, possono essere inquadrati nella teoria dei sistemi complessi adattivi, tali sistemi sono composti di agenti interagenti (gli atleti) che continuamente si adattano (strategia) cambiando le regole interne (passaggi) appena l'ambiente (la squadra avversaria) o la loro percezione dell'ambiente vari.

Questa definizione da conto che per lo studio teorico-sperimentale del moto in campo non è più possibile usare la fisica e la conseguente matematica Newtoniana, ma bisogna necessariamente usare tecnologie avanzate ed ad esse associare metodiche di valutazione più sofisticate di Biomeccanica e Fisica avanzata, come: la Meccanica statistica, la Teoria dei giochi, la Sinergetica, l'Analisi dei Sistemi stocastici e la Teoria del Chaos.

L'analisi biomeccanica avanzata degli sport di situazione, permette una visione unificante di questi sport che si associano tutti, sia duali sia di squadra, al moto di tipo Browniano, mentre si diversificano ovviamente sulle interazioni tra duali e di squadra, ove questi ultimi mostrano una comune costanza di base legata, sia all'interazione strategica, sia a quella dinamica (cfr. inserto: *Analisi biomeccanica avanzata degli sport di situazione*).

L'obiettivo della Match-Analysis

Individuati e definiti sia il moto, sia l'interazione degli sport di situazione di contatto, si è finalmente in grado di rispondere in modo efficace alla domanda, qual è il fine ultimo della *Match-Analysis*?

1. Individuare per via automatica informazioni dirette o indirette sull'impegno fisiologico degli atleti in competizione, in modo da utilizzare tali dati per la fase di condizionamento fisiologico.

(Allenamento di Primo livello)

2. Ottenere informazioni automatiche sulla biomeccanica della tecnica specifica del singolo atleta, e dati basati su statistiche e frequenze che permettono di individuare nell'ambito di ogni sport una serie di situazioni dette "invarianti di competizione" che devono essere ripetute in fase di allenamento addestrante per far acquisire agli atleti la capacità di governare facilmente queste situazioni che si ripetono con determinata frequenza in ogni incontro.

(Allenamento di Secondo livello)

3. Ricavare dal tracciamento automatico delle traiettorie, informazioni sulle fasi transitorie ricorrenti dette "Strategie di situazione locale" (di attacco - contrattacco - difesa - mantenimento del vantaggio - recupero dello svantaggio, ecc.) e dati complessi sul moto globale della squadra in rapporto alla squadra avversaria detti "Strategie globali" derivanti dai moduli di gioco adottati.

(Allenamento di Terzo livello)

Nel seguito di queste riflessioni sui fondamenti scientifici e metodologici della *match analysis* tratteremo, con maggior approfondimento, dei singoli livelli di allenamento indicando tra l'altro alcune delle metodiche automatiche più utilizzate nell'elaborazione dei risultati da parte dei software avanzati.

L'Allenamento di Primo livello

Le informazioni di tipo fisiologico (dirette o indirette) acquisite mediante la *Match-Analysis*, devono essere utilizzate come input per sviluppare le metodiche di allenamento di 1° livello - quelle tese al condizionamento fisiologico del soggetto.

La fase allenante

Cosa è l'allenamento di Primo livello? Sulla falsariga della nota definizione del prof. Vittori: "l'allenamento è l'organizzazione dell'esercizio fisico ripetuto in quantità ed intensità tali da produrre sforzi progressivamente crescenti che stimolano i processi

fisiologici d'adattamento dell'organismo e favoriscono l'incremento delle capacità fisiche e tecniche dell'atleta, al fine di consolidare ed esaltare il rendimento di gara", si comprende che dall'analisi dei dati ottenuti in competizione si deve risalire, per valutazione diretta, o indiretta, ad esempio al consumo energetico medio che un atleta ha, nell'esecuzione dei gesti caratteristici del suo sport o del suo ruolo specifico nell'ambito della squadra.

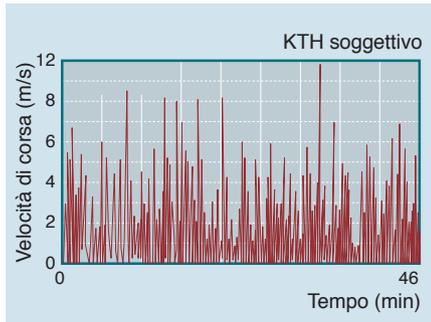


Figura 2 – L'intermittenza dell'impegno fisico nell'esempio della variazione delle velocità in una partita di calcio (D'Ottavio, Tranquilli 1992).

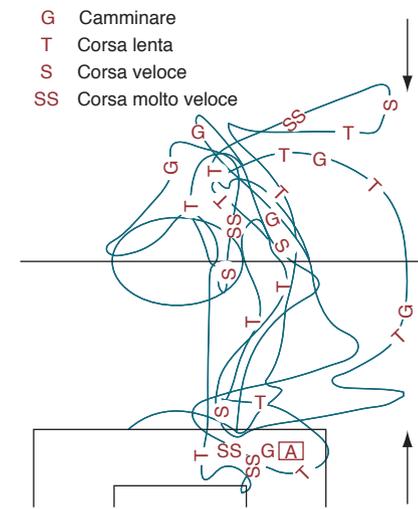


Figura 3 – Movimenti di un singolo giocatore durante una partita di calcio (Bosco, D'Ottavio 1992).

Normalmente i software automatici commerciali non forniscono informazioni o dati diretti sull'impegno metabolico degli atleti in gara.

Ovviamente tali dati possono essere ricavati o da dati di letteratura, o da valutazioni indirette come quelle mostrate nelle figure 2 e 3 ricavate da studi condotti da D'Ottavio, Tranquilli e Bosco, D'Ottavio (D'Ottavio, Tranquilli 1992; Bosco, D'Ottavio 1992).

L'utilizzo di tecnologie avanzate può permettere anche il riscontro diretto dell'impegno fisiologico degli atleti in competizione.

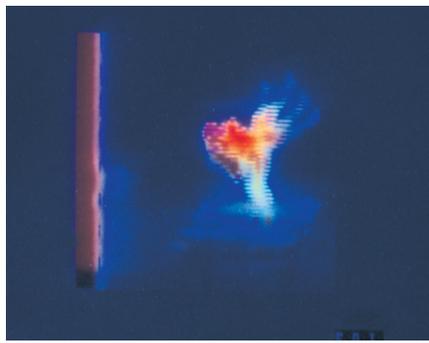


Figura 4 – Termogramma di una tecnica di judo.

Un esempio furono i lavori sviluppati dall'Autore in collaborazione con i proff. Dal Monte e Faina nel lontano 1990 presso la Scuola dello Sport del Coni in cui con l'utilizzo di una termocamera si aveva l'indicazione diretta dei muscoli più caldi (con precisione di 0,1 °C) dopo una performance (figura 4) e si tentò anche un collegamento con il consumo di ossigeno totale (figura 5) mediante un'opportuna equazione di connessione (figura 6).

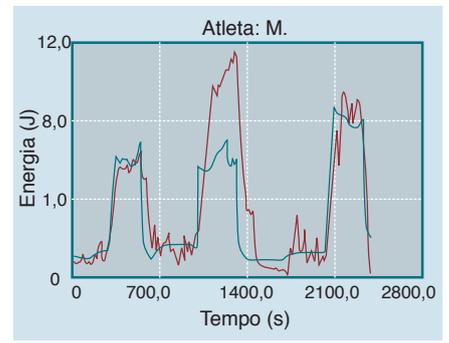


Figura 5 – Confronto tra i dati di consumo d'ossigeno e la ricostruzione dalla temperatura superficiale.

Normalmente per gli sport di squadra i dati vengono ricavati da atleti forniti di GPS personali e monitorati nel corso dell'incontro di allenamento.

Altra possibilità è fornita dai dati fisiologici ricavati ad esempio da cardiofrequenzimetri portatili sulla cui base si possono opportunamente programmare gli allenamenti dei cicli settimanali (figura 7).

$$\begin{aligned}
 & Sc\epsilon \left(\frac{T_s^4 - T_a^4}{t - t_0} \right) + 0.6n \frac{kS Re^{0.8} Pr^{0.33}}{l} \frac{T_i - T_a}{t - t_0} + \left\{ e^{-\frac{4S(T_s - T_b)}{lh(T_b - T_a)}} \right\} \\
 & \left\{ 0.132\epsilon_n \frac{4S^2 k Re^{0.8} Pr^{0.33}}{hl^2} \frac{(T_s - T_a)^{1.2}}{T_a^{0.2}(t - t_0)} \right\} + \\
 & + \left[0.16(1 - \epsilon_h) \frac{4S^2 D\lambda Re^{0.8} Sc^{0.33}}{Rl^2 h} \left(\frac{M_s e_s}{T_s} - \frac{M_a e_a}{T_a} \right) \frac{(T_{vs} - T_{va})^{1.2}}{T_{va}^{0.2}(t - t_0)} \right] \\
 & \left\{ e^{-\frac{(0.2\epsilon^2 + 0.5\epsilon - 0.7)\lambda P - \sum}{\lambda P}} - 1 \right\} = \frac{dO_2}{dt}
 \end{aligned}$$

S = Superficie corporea dell'atleta h = Altezza dell'atleta
 T_s = Temperatura superficiale della pelle Sc = Numero di Sherwood
 T_a = Temperatura media ambientale D = Diffusività molecolare in aria
 σ = Costante di Stefan-Boltzman λ = Calore latente di evaporazione
 ϵ = Emissività della pelle e_s = Pressione parziale di vapore d'acqua della pelle
 k = Conduttività termica del fluido e_a = Pressione parziale di vapore d'acqua dell'ambiente
 S_p = Superficie effettiva del polmone $M_{s,a}$ = Massa del vapore
 Re = Numero di Reynolds R = Costante dei gas
 Pr = Numero di Prandtl $T_{vs,va}$ = Temperatura virtuale della pelle e dell'ambiente
 l = Dimensione toracica dell'atleta P = Peso dell'atleta

Figura 6 – Equazione di raccordo temperatura – consumo di ossigeno (Sacripanti 1990).

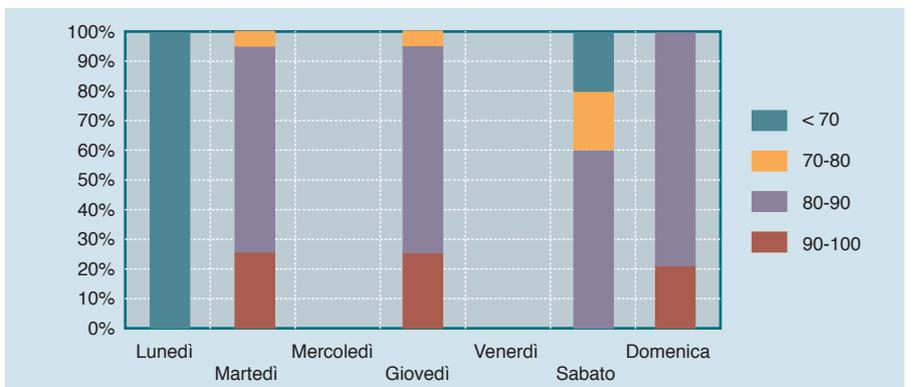


Figura 7 – Ciclo di allenamento settimanale basato sulla frequenza cardiaca.

Equazioni del moto e traiettorie conseguenti

L'approccio metodologicamente corretto per individuare le equazioni del moto e le conseguenti traiettorie passa attraverso: la definizione del sistema biomeccanico e l'individuazione delle forze in gioco su tale sistema. Da ciò sarà possibile ricavare le equazioni del moto e le traiettorie più probabili.

Teoria unificata degli sport duali di situazione con contatto

Definizione del sistema biomeccanico duale

1. *Coppia di atleti chiusa*: i due atleti hanno dei punti di contatto fissi e semirigidi: "le prese". In tal modo i due atleti perdono la loro individualità e si fondono in un sistema unico in equilibrio stabile, che si sposta per il terzo principio della dinamica, mentre le forze di reazione esistenti saranno, in questo caso, la risultante delle forze di spinta-trazione prodotte da ambedue gli atleti.
2. *Coppia di atleti aperta*: i due atleti non hanno punti di contatto fissi e per conservare la loro condizione di equilibrio instabile saranno al meglio approssimati da un pendolo rovesciato, mentre grazie all'esistenza dell'attrito si potranno spostare per il terzo principio della dinamica.

Individuazione delle forze agenti

La caratterizzazione dell'ambiente di competizione ci porta facilmente ad individuare le forze esterne agenti sugli atleti:

1. la forza di gravità;
2. la forza d'impatto e/o di spinta-trazione prodotta dall'avversario;
3. le reazioni vincolari prodotte dal suolo/tappeto e trasmesse mediante l'attrito.

Il moto

Il sistema "Coppia di atleti", compie spostamenti "casuali" prodotti dalla variazione di velocità di coppia, o dal cambio di direzione della risultante delle forze generate dai due atleti al fine di creare una "situazione" opportuna, che permetta di applicare la tecnica risolutiva, ove "casuale" definisce la condizione che: statisticamente non esiste una direzione privilegiata degli spostamenti.

Questo moto è possibile, grazie all'attrito presente al "contatto" tra piedi e materassina, in base al 3° principio della dinamica.

L'equazione generale che descrive questa situazione dinamica è la seconda legge di Newton ($F = ma$).

Nella forza generalizzata F compariranno sia i contributi "attrito" che quelli "spinta-trazione".

Essi rappresentano, impulsi agenti su brevissimi intervalli di tempo. Pertanto la singola variazione è espressa dalla δ di Dirac dell'impulso u della forza elementare.

Dove u rappresenta la variazione del momento meccanico $\Delta v m$. L'Equazione di tipo Langevin del moto nel primo modello di Sacripanti è:

$$F = ma = -\mu v + u \sum_j (\pm 1)_j \delta(t - t_j) = F_a + F^v$$

- m = Massa dell'atleta
- a = Accelerazione dell'atleta
- μ = Coefficiente di attrito
- v = Velocità dell'atleta
- u = Variazione del momento meccanico ($m\Delta v$)
- δ = Funzione delta di Dirac
- t = Tempo

Essendo la risultante delle spinte/trazioni di tipo "casuale" non è possibile predire la traiettoria in un singolo incontro, ma l'analisi statistica estesa ad un numero significativo di competizioni, permette di trarre informazioni sul comportamento del sistema.

Poiché i cambi di direzione sono equiprobabili, cioè su di un gran numero di combattimenti, non esiste una direzione privilegiata, allora il valor medio di F^v su una sequenza casuale di direzioni è nullo, ovvero: $\langle F^v \rangle = 0$. Se si può dimostrare sperimentalmente che questo è vero, cioè che le traiettorie su di un numero molto grande di combattimenti non hanno una direzione privilegiata (ovvero occupano tutto lo spazio) allora il moto del sistema è di tipo Browniano passivo, classico (vedi figura A).

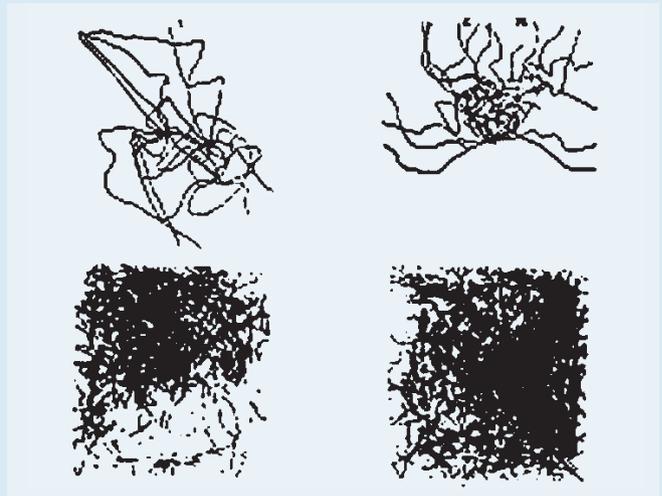


Figura A – Dromogrammi di 1, 1, 7, 12 combattimenti di Judo. Dimostrazione sperimentale dell'assunto precedente (Matsumoto et al. 1978).

Se modelliamo questo *random walk* come processo di Markov e seguiamo Smoluchovski, la "causa fisica" che produce il meccanismo Browniano o l'evoluzione *random* della gara permette di ottenere la probabilità di base. Dunque per gli sport duali possiamo scrivere la probabilità di transizione base Q ed ottenere le soluzioni della probabilità condizionale P che ci forniscono, al limite del tempo infinito, la probabilità di trovare l'atleta tra x ed $x+dx$ al tempo t :

$$Q(k, m) = \frac{1}{2} \delta(m, k - 1) + \frac{1}{2} \delta(m, k + 1)$$

che fornisce la soluzione

$$P(n[m, s]) = \frac{s!}{\left(\frac{v+s}{2}\right)! \left(\frac{v-s}{2}\right)!} \left(\frac{1}{2}\right)^s$$

Teoria unificata degli sport di situazione di squadra con contatto

Definizione del sistema biomeccanico "squadra"

Gli atleti della squadra non hanno dei punti di contatto fissi e per conservare la loro condizione di *equilibrio instabile* saranno al meglio approssimati singolarmente da un modello a pendolo rovesciato, mentre grazie all'esistenza dell'attrito si potranno spostare per il 3° principio della dinamica sul campo di gioco. Gli atleti della squadra sono collegati, tra loro, dall'interazione strategica.

Individuazione delle forze agenti

La caratterizzazione dell'ambiente di competizione ci porta facilmente ad individuare le forze esterne agenti sugli atleti:

1. la forza di gravità;
2. le reazioni vincolari prodotte dal suolo e trasmesse mediante l'attrito.

Il moto

Ricordiamo che il moto globale della squadra è ciclico, ovvero per ogni punto segnato si ritorna alla condizione iniziale. Le equazioni che reggono il moto di un atleta negli sport di squadra sono più complesse. Questi sport vengono meglio approssimati mediante i moti Browniani attivi, piuttosto che con i passivi classici, usati per gli sport duali, in quanto in questo caso è necessario considerare il contributo del consumo d'ossigeno preso dall'ambiente, più l'interazione reciproca fra gli atleti.

Esplicitando i termini, l'equazione di tipo Langevin del moto, proposta dal secondo modello dell'Autore, tiene conto sia della respirazione, sia dell'interazione meccanica (urto + schivata):

$$ma = \left(\gamma_0 - \frac{\bar{V}}{\eta v^2} \right) v(r,t) + \frac{m}{t} [v^0 e(t) - v_1] + \theta k (r_{1,2} - d_{1,2}) N_{1,2} + A_{1,2} N_{1,2} e^{\left(\frac{r_{1,2} - d_{1,2}}{B} \right)} \left[\lambda_1 - (1 - \lambda_1) \frac{1 + \cos \varphi_{1,2}}{2} \right] + u \sum_j (\pm 1) \delta(t - t_j)$$

Ovvero, in forma compatta, l'equazione di tipo Langevin proposta dal secondo modello di Sacripanti si può scrivere:

$$F = ma = -\gamma_v v + F_{acc} + [\Sigma F_1 + \Sigma F_2] + u \sum_j (\pm 1) \delta(t - t_j) = -\gamma_v v + F_{acc} + [\Sigma F_1 + \Sigma F_2] + F'$$

- m = Massa dell'atleta
- a = Accelerazione dell'atleta
- γ_0 = Coefficiente di attrito
- \bar{V} = V_{o_2} medio dell'atleta
- v^2 = Quadrato della velocità
- η = Efficienza per la conversione dell'energia interna
- v^0 = Velocità desiderata
- $e(t)$ = Direzione voluta
- v_1 = Velocità attuale
- θ = Angolo direzionale di deviazione
- k = Costante di repulsione fra gli atleti
- $r_{1,2}$ = Dimensioni toraciche degli atleti
- $d_{1,2}$ = Distanza fra i centri di massa
- $N_{1,2}$ = Vettore normalizzato di distanza fra gli atleti
- $A_{1,2}$ = Costante di interazione fra gli atleti
- B = Costante normalizzata della distanza relativa
- λ_1 = Costante direzionale
- $\varphi_{1,2}$ = Angolo di schivata
- u = Variazione del momento meccanico ($m\Delta v$)
- δ = Funzione delata di Dirac
- t = Tempo

Poiché i cambi di direzione sono sempre equiprobabili, ma con un punto di accumulazione, cioè su di un gran numero di incontri, non esiste una direzione privilegiata. Allora il valore medio di F' su una sequenza casuale di direzioni è nullo, cioè: $\langle F' \rangle = 0$

Se si può dimostrare sperimentalmente che questo è vero, cioè che le traiettorie su di un numero congruo di incontri non hanno una direzione privilegiata (ovvero occupano tutto lo spazio) allora il moto del sistema è di tipo Browniano attivo, generalizzato, vedi figura B.

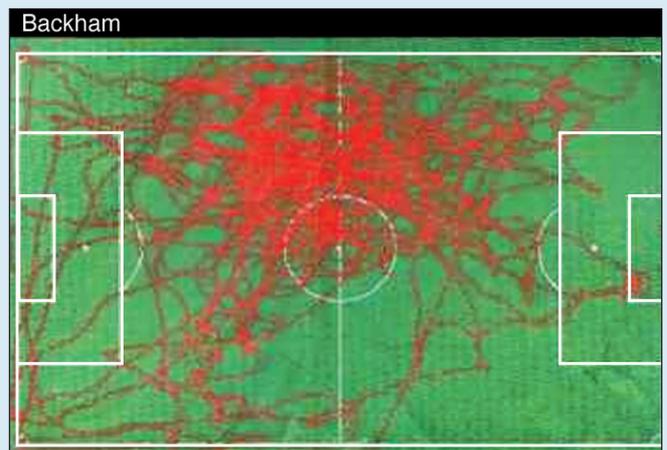
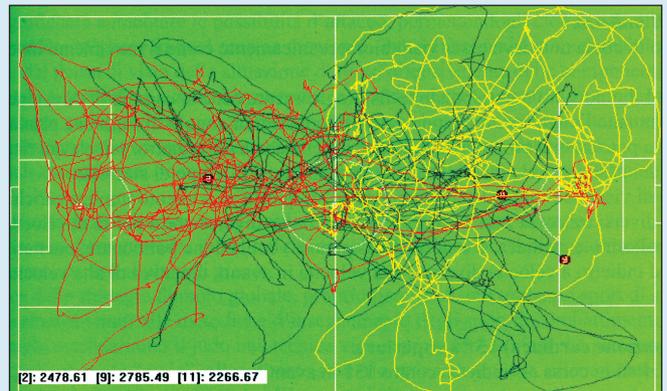
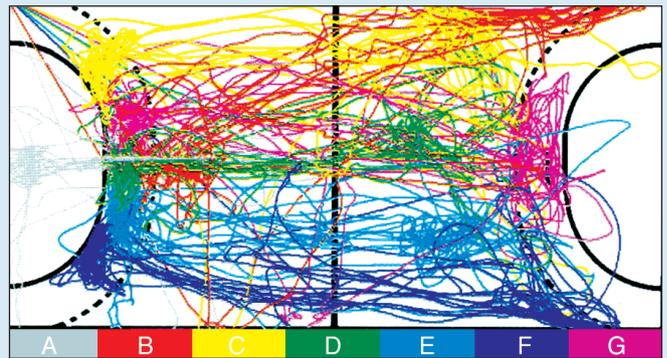
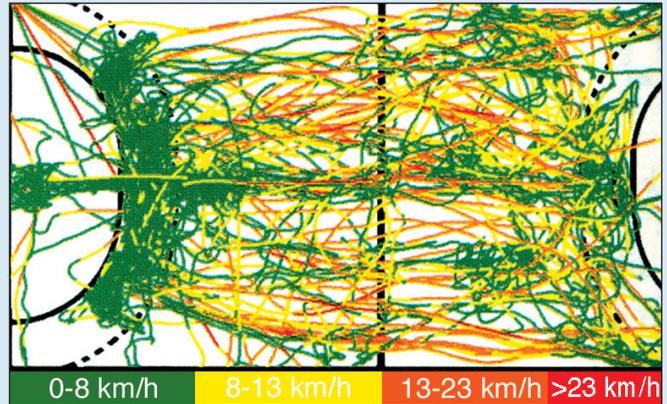


Figura B – Dromogrammi per il basket ed il calcio per un numero limitatissimo di analisi. Dimostrazione sperimentale della Brownianità del moto.

Analisi biomeccanica avanzata degli sport di situazione

Modellando questo *random walk* come processo Markoviano e seguendo Erenfest, la “causa fisica” che produce il meccanismo Browniano, o l'evoluzione *random* della gara, permette di ottenere la probabilità di base.

Dunque per gli sport di squadra possiamo scrivere la probabilità di transizione Q e cercare di ottenere le soluzioni della probabilità condizionale P che è legata al valor medio al limite del tempo infinito della probabilità di trovare l'atleta tra x ed $x+dx$ al tempo t .

$$Q(k, m) = \frac{R+k}{2R} \delta(m, k-1) + \frac{R-k}{2R} \delta(m, k+1)$$

$P(n[m, s])$ ha difficile soluzione – però sotto la condizione
 $P(m, 0) = \delta(n, m)$

il suo valor medio è

$$\langle m(s) \rangle_{av} = \sum_m m P(m, s) = \left(1 - \frac{1}{R}\right) \langle m(s-1) \rangle_{av}$$

Il modello proposto da Erenfest e modificato dall'autore, permette, di ottenere la probabilità di base di questo processo Markoviano in funzione del metodo di attacco. Per gli sport di squadra si può scrivere la probabilità di transizione Q in funzione del tipo d'attacco α ($1 \leq \alpha \leq 5$) dove il parametro α varia nel seguente modo:

1. contropiede immediato,
2. manovre verticalizzate,
3. attacco manovrato,
4. attacco per linee orizzontali,
5. melina.

Le soluzioni della probabilità condizionale P sono legate al limite del valor medio nel tempo della probabilità di trovare l'atleta tra x ed $x+dx$ al tempo t :

$$Q(k, m) = \frac{R^\alpha + k}{2R^\alpha} \delta(m, k-1) + \frac{R^\alpha - k}{2R^\alpha} \delta(m, k+1)$$

con $-1 \leq \alpha \leq 5$

con valor medio

$$\langle m(s) \rangle_{av} = \sum_m m P(m, s) = \left(1 - \frac{1}{R^\alpha}\right) \langle m(s-1) \rangle_{av}$$

Queste equazioni mostrano che di fatto il moto che è alla base di tutti gli sport di situazione con contatto è essenzialmente un moto Browniano generalizzato attivo. Questa affermazione dimostrata sperimentalmente dai dromogrammi di tutti gli sport di squadra, permette di utilizzare la vastissima letteratura relativa al moto Browniano ed ai sistemi stocastici, in modo tale che molti risultati, con le opportune riconsiderazioni relative allo sport, sono già stati ottenuti e con semplici estensioni operative possono essere assunti come validi anche per i casi in studio.

Studio dell'interazione

L'interazione per la coppia

Se passiamo allo studio dei principi fisico-biomeccanici che sono alla base dell'interazione che si può sviluppare per un sistema duale con contatto allora essi saranno differenziati a seconda dei regolamenti di gara, per comodità in sistema chiuso e aperto (figura C).

Coppia chiusa secondo il modello di Sacripanti

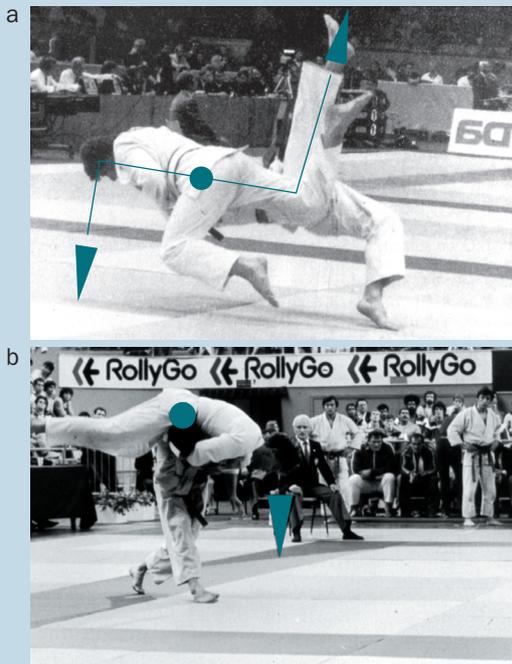


Figura C1 – Principi fisici base dell'interazione della coppia chiusa: a) applicazione di una coppia di forze; b) applicazione di una leva.

Coppia aperta secondo il modello di Sacripanti

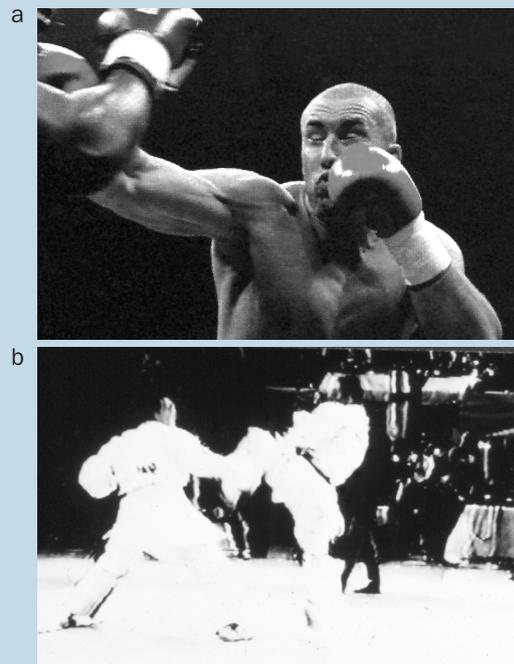


Figura C2 – Principi fisici dell'interazione coppia aperta basati sulla teoria degli urti: a) applicazione a breve distanza; b) applicazione a lunga distanza.

Teoria unificata dell'interazione di squadra

L'interazioni di connessione strategica delle squadre si basa sul lancio (passaggio) effettuato con le catene cinetiche superiori o inferiori.

L'interazione dinamica contro la squadra avversaria si basa sul lancio effettuato con le catene cinetiche superiori o inferiori.

Quindi il lancio nelle sue varie possibilità e nelle sue due espressioni interattive:

Interazione strategica – passaggio

Interazione dinamica – tiro

è l'azione biomeccanica di base che, primariamente rappresenta, l'interazione in tutti gli sport di squadra (Figura D).



Figura D – a, b, c esempi di passaggi negli sport di squadra (interazione strategica); d, e, f esempi di tiri negli sport di squadra (interazione dinamica).

Altra soluzione utilizzata per ricavare dati d'impegno metabolico è quella di analizzare in termini statistici alcuni video e ricavarne dati connessi essenzialmente alle durate temporali, del tipo: *Range* del lavoro; lavoro medio; lavoro medio totale; % del periodo di lavoro totale. A questi dati vengono normalmente aggiunti il Periodo di riposo ed il rapporto Lavoro-Riposo. Il passo successivo è di trasformare quantitativamente questi dati con il complemento di valori fisiologici ricavati dalla letteratura scientifica più aggiornata, in modo da ottenere dati più possibile vicini all'impegno fisiologico "vero". Tutto ciò per comprendere che un corretto *Allenamento di Primo Livello* deve, diremo, mimare al meglio le condizioni fisiologiche imposte dalla competizione (Deutsch et al. 1998).

Ovviamente ogni ruolo nel caso degli sport di squadra ha un profilo differente di richiesta energetica e diviene imperativo quantificare queste differenze e modulare opportunamente i conseguenti stimoli allenanti sulla base di queste indicazioni. (Kelton 1999).

Senza entrare nello specifico degli esercizi utilizzati, è norma comune da parte dei preparatori utilizzare dei test per valutare l'effetto dei programmi sviluppati. Poiché spesso questi test si basano su misure di *performance* mediate dagli esercizi di atletica, appare opportuno un momento di riflessione metodologica sul significato di questi risultati. La migliore misura generica di tali valori è la *variazione percentuale*, ma una data variazione percentuale nella capacità di un atleta a produrre, ad esempio, potenza, può portare differenti variazioni percentuali a seconda del tipo di esercizio eseguito.

Per i *fitness test* degli sport di squadra, bisogna convertire le variazioni percentuali in variazioni di medie standard. Una squadra si valuta con i *fitness test*, ma non vi è una relazione chiara tra *fitness test* sulla *performance* e *performance della squadra*, per cui come si può interpretare, per una squadra, una piccola variazione globale o una differenza nei *fitness test* sulla *performance*?

È buona norma usare la variazione standardizzata, nota anche come: *media Cohen* o *statistica D di Cohen*. Pertanto per le squa-

dre, è più indicato esprimere la differenza valutata, non come variazione percentuale o variazione della media, ma come variazione della media rispetto alla deviazione standard fra gli atleti valutati ($\Delta\text{media}/\text{DS}$). Questa metodologia fornirà al preparatore indicazioni più significative e personalizzate per l'Allenamento di Primo livello della squadra.

(1. continua)

L'Autore: Attilio Sacripanti, Maestro Cintura nera 5 Dan, Arbitro internazionale B di Judo, è laureato in fisica nucleare, dirigente di ricerca ENEA e professore di Biomeccanica dello sport presso la Facoltà di medicina, Corso di laurea in scienze motorie, Università di Roma 2 "Tor Vergata".

L'articolo è l'elaborazione in vista della pubblicazione della relazione tenuta dall'Autore al 2° Seminario di Formazione continua per Tecnici sportivi di Alto livello dal titolo: "La Match-Analysis" organizzato dalla Scuola dello Sport del Coni, che si è svolto il 20 maggio 2006, presso il Centro di Preparazione Olimpica Acquacetosa "Giulio Onesti" di Roma.

Manager del Fitness

➔ Marketing e comunicazione delle attività legate al fitness

» Roma 13/14 aprile 2007
presso il Centro "Giulio Onesti", Acqua Acetosa

➔ La gestione delle attività sportive di palestra: aspetti giuridici, amministrativi e fiscali

» Roma 16/17 novembre 2007
presso il Centro "Giulio Onesti", Acqua Acetosa

Prendendo parte ad entrambi i Corsi si acquisirà l'AT-TESTATO DI FITNESS MANAGER, che rappresenta uno strumento operativo di riconoscibilità nell'ambito del sistema sportivo



Coni Servizi

Scuola dello Sport

PER INFORMAZIONI

e-mail: scuoladello sport@coni.it • tel. 06/36859123

VISITA IL NUOVO SITO

<http://scuoladello sport.coni.it> e scopri gli articoli del nostro merchandising su www.atleticomstore.com

Il Sistema di Gestione per la Qualità della Scuola dello Sport è certificato in accordo alla norma UNI EN ISO 9001 - Certificato n. 50 100 4694



FOTO FLORA SAGINARIO

Gilles Cometti, *Facoltà di scienza dello sport, UFR STAPS Digione;*

Giampietro Alberti, *Istituto di Esercizio fisico, salute e attività sportiva, Facoltà di Scienze motorie, Università degli Studi, Milano*

La resistenza ai salti

Pliometria e affaticamento pliometrico (parte prima)

Il modello prestativo di molte discipline sportive prevede la ripetizione, spesso in successione rapida, di un numero elevato di salti o di rimbalzi realizzati in modalità ciclica o con differenti forme di impulso. Per descrivere la capacità di eseguire efficacemente queste azioni motorie ripetute in successione si potrebbe utilizzare il termine "resistenza ai salti", intendendo così la capacità di mantenere l'efficienza del gesto prestativo realizzato in condizioni di regime pliometrico o di lavoro a carattere pliometrico, nonostante l'affaticamento. Nel caso di azioni di balzo effettuate con modalità intermittente, come nel caso della pallavolo o in forma ciclica, come in alcune discipline dell'atletica leggera, ci si chiede quali siano i meccanismi che intervengono a limitare la performance. Per migliorare la capacità di recuperare la fatica e mantenere l'efficacia della performance per consuetudine si chiamano in causa le cosiddette qualità aerobiche. Oggi però sappiamo che in questo tipo di affaticamento intervengono anche altri fattori appartenenti al gruppo delle caratteristiche di tipo neuro-muscolare, dei quali l'allenamento deve tenere conto. In questa prima parte si analizzano inizialmente alcuni lavori di ricerca che si sono occupati di questo argomento e che si sono rivolti a sforzi di tipo molto prolungato e successivamente anche studi mirati a prestazioni diverse, come ad esempio serie di 100 salti e rimbalzi realizzati in particolari condizioni sperimentali.



Foto: CAZZATI & MANUCCI EDITORI

Introduzione

In molte specialità sportive e in differenti discipline atletiche si ha la necessità di effettuare e di ripetere una grande quantità di salti o di rimbalzi che richiedono spesso anche differenti forme di impulso. Per descrivere la capacità di eseguire efficacemente queste azioni motorie ripetute in successione si potrebbe utilizzare il termine di *resistenza all'affaticamento pliometrico* o ancor meglio di *"resistenza ai salti"*:

- per esempio nella pallavolo, così come per la maggior parte delle discipline *indoor*, i giocatori effettuano i salti in modo intermittente e non regolare (aciclico) e nel finale della partita la capacità di elevazione diminuisce in efficacia;
- nel mezzofondo invece gli impulsi per le falcate di corsa si succedono in modo regolare (ciclico), ma quali sono i meccanismi che intervengono a limitare la performance?

Di solito, per migliorare la capacità di recuperare la fatica e mantenere l'efficacia della performance si chiamano in causa le cosiddette qualità aerobiche. Oggi però sappiamo che in questo tipo di affaticamento intervengono anche altri fattori appartenenti al gruppo delle caratteristiche di tipo neuro-muscolare e di ciò deve tenere conto l'allenamento.

I lavori di ricerca che si sono occupati di questo argomento si sono rivolti, inizialmente, a sforzi di tipo molto prolungato (maratona) e solo in seguito anche a prestazioni diverse come ad esempio a serie di 100 salti (o rimbalzi effettuati in appoggio palmare nel caso di esercizi per le braccia) realizzati in condizioni sperimentali, utilizzando carrelli e piattaforme.

In questa prima parte dell'articolo e nella successiva, verranno analizzati questi argomenti:

- pliometria e maratona, secondo gli studi effettuati da Nicol e da Komi;
- pliometria "ripetuta" in particolari condizioni sperimentali (uso del carrello): attraverso i risultati ricavati da una serie di severe prove di salto (per gli arti inferiori e poi per quello superiori) in ricerche condotte dagli stessi Autori e da altre *equipe* di ricerca (Horita e Avela);
- pliometria "ripetuta nelle condizioni di allenamento" attraverso i dati ricavati dagli studi condotti da Skuvidas e realizzati, per l'appunto, con modalità di salto (*Counter Movement Jump, CMJ*, e *Drop Jump, DJ*) tipiche delle condizioni di allenamento.

Pliometria e maratona

Come già accennato, per effettuare valutazioni in condizioni di affaticamento marcato le ricerche si sono inizialmente orientate verso la maratona (Nicol et al.1991; Avela et al.1998). L'andamento della qualità degli impulsi al suolo è stata misurata attraverso due metodiche principali: la valutazione di uno sprint di 20 m effettuato prima e dopo la maratona e un particolare test di *Drop Jump* eseguito su carrello (figura 1).

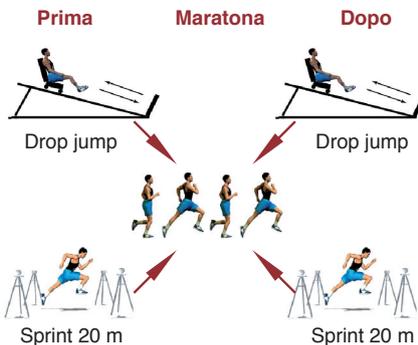


Figura 1 – Protocollo di valutazione della qualità dei movimenti di impulso prima e dopo la maratona (Nicol et al. 1991; Avela e coll. 1998).

Il protocollo di valutazione utilizzato da Nicol e collaboratori (1991) per analizzare lo sprint comprendeva anche l'analisi delle pressioni verticali registrate al suolo durante gli appoggi (figura 2).

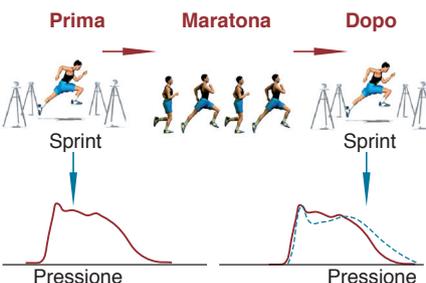
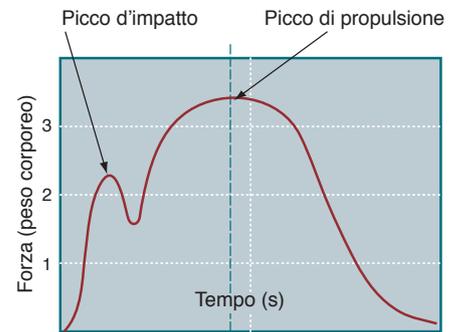


Figura 2 – Risultati concernenti le pressioni verticali provocate dagli appoggi durante gli sprint effettuati su tappeto scorrevole. Nel grafico di destra, la curva punteggiata si riferisce al test effettuato dopo l'affaticamento. Si può osservare che dopo il picco di impatto si verifica un abbassamento della curva e un aumento della durata (Nicol et al. 1991).

Proseguendo l'analisi del dettaglio della curva delle pressioni verticali registrate sulla piattaforma di forza (figura 3) si osserva che si tratta di una tipica curva di contatto al suolo di uno *sprint* e appaiono due picchi: il primo corrisponde alla presa di contatto (impatto) del piede con il ter-



Ammortizzazione 0,1 Propulsione 0,2

Figura 3 – Rappresentazione schematica delle pressioni verticali registrate alla piattaforma di forza durante l'appoggio del piede (Novachev 1998). Si distinguono due picchi: il primo corrisponde alla presa di contatto del piede sulla pedana e il secondo all'azione propulsiva.

reno (Chang e collaboratori 2000) e viene definito *picco di impatto*, il secondo è il risultato della forza di propulsione e viene chiamato *picco attivo*. Nella figura 4 sono riportati i risultati misurati prima e dopo la maratona.

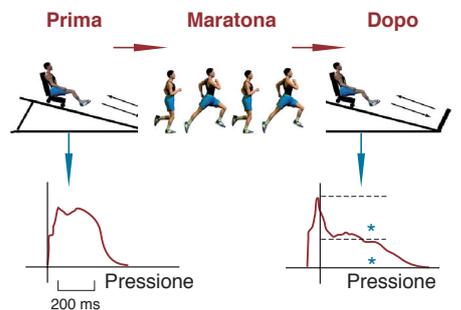


Figura 4 – Risultati delle pressioni verticali durante il contatto del piede nel test di Drop Jump effettuato prima e dopo la maratona. Lo schema riportato a destra evidenzia, dopo il picco di impatto, un marcato abbassamento (Avela et al. 1999).

I risultati delle prove di *sprint* e di *Drop Jump*, registrati dopo la maratona, mostrano una globale diminuzione della performance di circa il 20% e anche il profilo delle pressioni al suolo risulta modificato. Nella figura 4 è riepilogato il protocollo dei test di *Drop Jump* eseguito al carrello. Come si può notare il profilo delle pressioni verticali registrate alla piattaforma, prima e dopo l'affaticamento, presenta delle modificazioni molto evidenti: un aumento del picco di impatto e anche una diminuzione del picco di propulsione. Inoltre si verifica un aumento del tempo totale di contatto del piede.

L'analisi dettagliata del confronto tra i grafici delle pressioni verticali, quindi, mette in evidenza tre interessanti variazioni (figura 5):

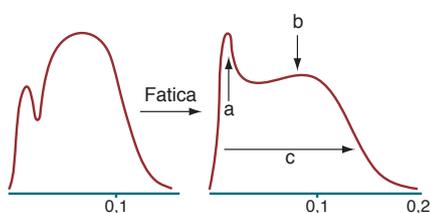
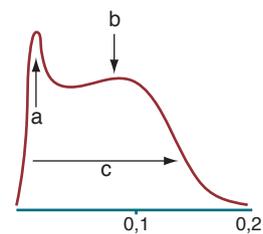


Figura 5 – Variazioni dei parametri relativi alle pressioni verticali (registrate nel test effettuato prima e dopo la maratona): (a) aumento del picco di impatto, (b) diminuzione del picco di impulso, (c) aumento della durata dell'appoggio.

- aumento del picco di impatto;
- diminuzione del picco di impulso;
- aumento della durata complessiva del tempo di appoggio.

Queste modificazioni suggeriscono che in condizioni di affaticamento si verifica un cambiamento nel modo di gestire dell'impulso (figura 6).



- a – Aumento della preattivazione
- b – Diminuzione della tolleranza allo stiramento
- c – Piegamento maggiore, lavoro maggiore durante la spinta

Figura 6 – Gli effetti delle modificazioni delle pressioni al suolo: l'atleta aumenta la stiffness neuromuscolare dell'arto in appoggio attraverso una maggiore attivazione, conseguente ad uno choc di impatto più marcato, ma utilizza in minore misura il riflesso da stiramento a causa dell'impulso più debole e di conseguenza è costretto a compensare con un tempo di spinta più lungo.

Gli effetti della fatica sui parametri della falcata si possono riassumere come nella figura 7:

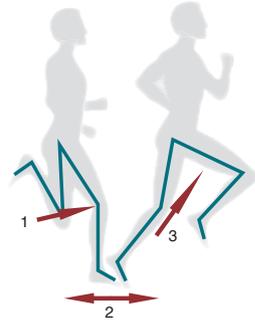


Figura 7 – Gli effetti della fatica sulla biomeccanica della corsa: aumento del piegamento al ginocchio (1), tempi di contatto più lunghi (2), maggior lavoro durante la fase di spinta (3).

- aumento del grado di flessione al ginocchio (1);
- tempi di contatto più lunghi (2);
- maggior lavoro durante la spinta (3).

Esercizio pliometrico "ripetuto", successioni di salti ad intensità elevata

Le ricerche precedentemente citate erano riferite ad una tipologia di sforzo molto prolungato e certamente lontana dal modello prestativo e dalle esigenze delle cosiddette discipline di potenza o da quelle degli sport di squadra. Per questo, verranno ora citati altri lavori di ricerca che si sono occupati di salti concatenati in successione. In queste ricerche si sono studiati movimenti, descritti nelle figure 8 e 9, con le caratteristiche del ciclo *stiramento-accorciamento* intenso e più breve (*Stretch Shortening Cycle, SSC*) sia per gli arti superiori (Gollhofer et al.1987) sia per gli arti inferiori (Horita 2000).

L'aumento dei tempi di contatto è risultato di circa il 30% ed è stato accompagnato da una severa diminuzione della resistenza allo stiramento. Per quanto concerne gli arti superiori, il marcato aumento del picco di impatto si è tradotto in modifiche neuromuscolari che sembrerebbero assomigliare a quelle osservate nei test di salto effettuati dopo la maratona: un aumento della preattivazione (che determina l'aumento della *stiffness*), accompagnata da una riduzione della tolleranza allo stiramento (con la conseguente perdita della capacità di immagazzinare energia elastica) e un aumento del lavoro durante la fase di spinta. Alla figura 10 sono illustrate in forma schematica le modificazioni provocate dall'affaticamento conseguente ad una successione continua di salti. Come detto, rispetto ai parametri indagati, l'affaticamento si manifesta con modificazioni simili a quelle riscontrate a carico degli arti inferiori nel test successivo alla prova di maratona.

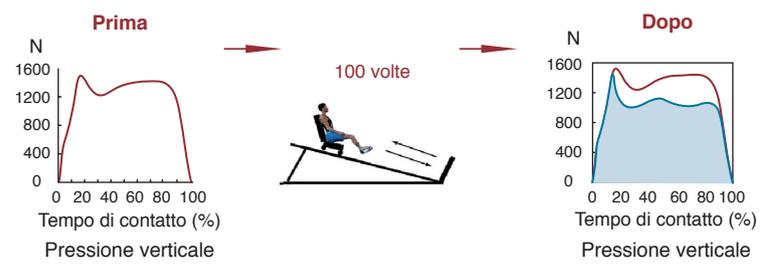


Figura 8 – Modificazioni delle pressioni verticali registrate nel corso di una serie di 100 salti eseguiti al carrello (Horita, 2000).

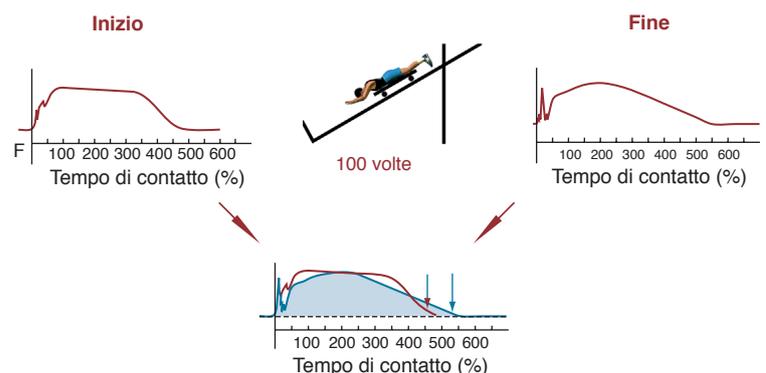


Figura 9 – Modificazioni del picco di impatto e del tempo di contatto (appoggio in presa palmare) durante 100 rimbalzi eseguiti con gli arti superiori e con il carrello (Gollhofer et al. 1987).



Figura 10 – Modificazioni di alcuni parametri neuromuscolari registrate dopo l'esecuzione di 100 salti effettuati in successione: maggior rigidità al contatto, piegamento al ginocchio più accentuato, tempo di spinta meno rapido.

Il recupero dopo affaticamento pliometrico

Nell'ambito della metodologia e della pianificazione dell'allenamento è anche opportuno sapere quanto tempo serve per il recupero, ovvero quanto ci vuole affinché i parametri indagati ritornino alle condizioni di normalità. Infatti anche la capacità di recupero post-affaticamento e dopo affaticamento pliometrico è stata oggetto di studio. Per quanto concerne le curve delle pressioni verticali, nelle ricerche già citate, Avela e collaboratori (1999) hanno constatato (figura 11) il verificarsi di due momenti di particolare disagio: immediatamente dopo lo sforzo e circa due giorni dopo.

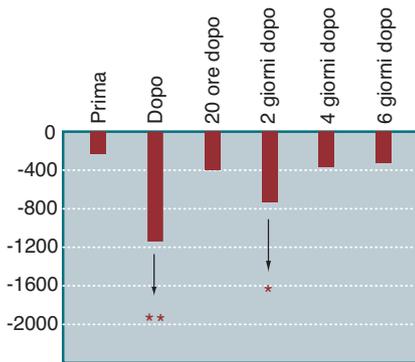


Figura 11 – Evoluzione della pressione verticale (Avela e coll. 1999) registrata dopo una prova di maratona. Si osserva che la riduzione più marcata è collocata in due diversi momenti: immediatamente dopo l'affaticamento e due giorni più tardi.

Se poi si considera l'evoluzione dell'ampiezza del riflesso miotatico (figura 12) si ritrovano questi due momenti temporali particolarmente "sensibili" e sembra essere il calo del riflesso da stiramento il responsabile della diminuzione del picco d'impulso.

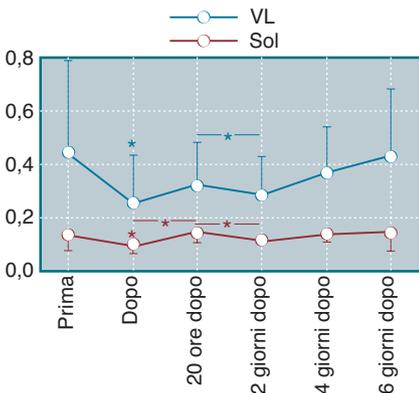


Figura 12 – Evoluzione dell'ampiezza del riflesso da stiramento dei muscoli soleo e vasto interno; i decrementi significativi si manifestano subito dopo la prova di affaticamento e due giorni più tardi.

In altri studi, Pullinen e collaboratori (1997) hanno valutato l'evoluzione ("risalita") della forza dopo affaticamento; anche in questo caso viene affermato che sono necessari da tre a quattro giorni per recuperare le condizioni di normalità.

La fase di recupero degli esercizi pliometrici ripetuti presenta quindi due momenti tipici:

- immediatamente dopo lo sforzo;
- due giorni dopo lo sforzo.

Ishikawa e collaboratori (2006) parlano di *recupero bimodale* e spiegano la presenza dei "due tempi" in questo modo:

- il primo (subito dopo lo sforzo) dipenderebbe da adattamenti metabolici e dai danni muscolari, ivi comprese le rotture delle miofibrille;
- il secondo picco di indolenzimento (quello che si manifesta due giorni dopo) sarebbe legato a fenomeni infiammatori causati dai processi di riparazione dei danni muscolari.

Le cause dell'affaticamento pliometrico

Le cause dell'affaticamento si possono ricondurre a due fenomeni:

- all'alterazione del ciclo *stiramento-accorciamento*;
- alla modificazione dell'*architettura muscolare*.

Il ciclo stiramento-accorciamento

Come detto l'affaticamento altera l'efficacia del ciclo stiramento-accorciamento (SSC).

Il confronto fra le registrazioni elettromiografiche (EMG) effettuate prima e dopo la maratona (figura 13) evidenzia, infatti, l'abbassamento del riflesso da stiramento; anche la *stiffness* neuromuscolare risulta alterata e il soggetto è costretto a compensare aumentando la fase di spinta durante l'appoggio.

L'architettura muscolare

La distinzione delle fibre tra lente e rapide non consente di fornire una spiegazione a tutte le trasformazioni indotte dal processo di allenamento così come alle differenze interindividuali tra gli atleti.

Però le più recenti ricerche sull'architettura muscolare segnano un avanzamento fondamentale e aiutano ad interpretare e meglio comprendere gli adattamenti causati dall'allenamento.

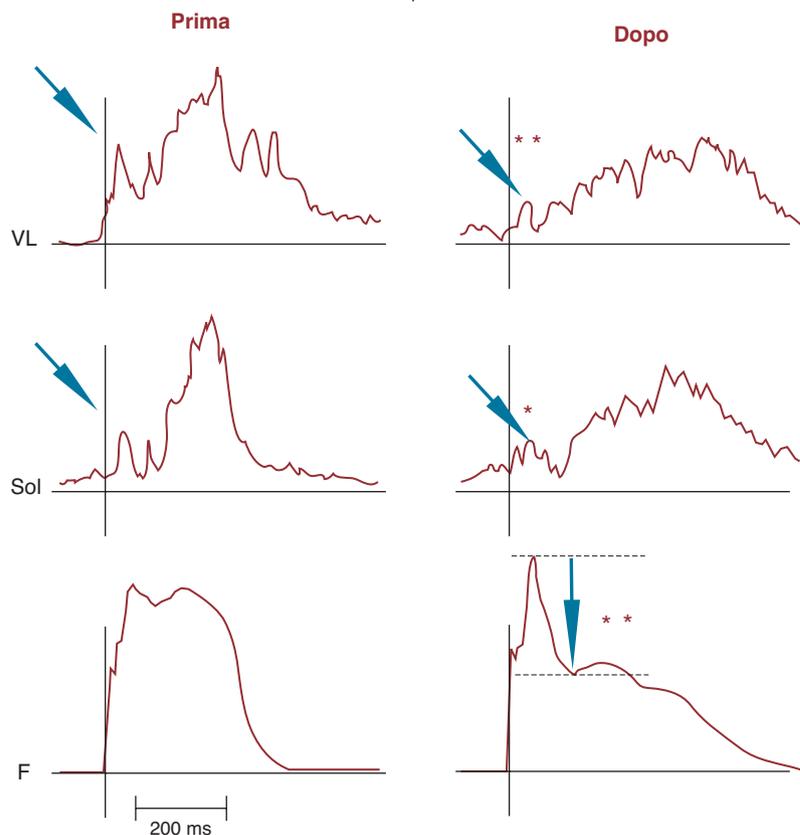


Figura 13 – Le modificazioni del riflesso da stiramento prima e dopo la maratona registrate a carico del muscolo vasto esterno (in alto) e del soleo (parte centrale della figura). La risposta riflessa risulta diminuita e ciò spiegherebbe la riduzione del picco di impulso (in basso) (Avela e coll. 1999).

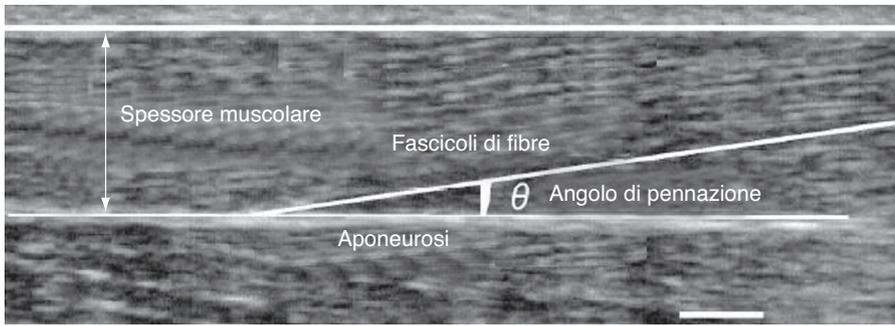


Figura 14 – Esempio di analisi muscolare mediante immagini ottenute con la tecnica ad ultrasuoni.

L'analisi in vivo della riorganizzazione delle fibre muscolari effettuata con le tecniche con ultrasuoni, messe a punto da Fukunaga e Kawakami negli anni '90, ha certamente contribuito a migliorare la comprensione del funzionamento del muscolo.

Lo studio e l'analisi delle immagini ottenute con queste tecniche ad ultrasuoni consentono, infatti, di ottenere valutazioni (figura 14) molto precise circa: la lunghezza dei fascicoli, la lunghezza delle aponeurosi, l'angolo di pennazione, lo spessore del muscolo.

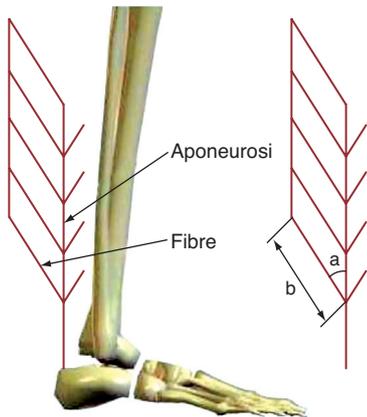


Figura 15 – Rappresentazione della disposizione delle fibre con l'angolo di pennazione (a) e la lunghezza dei fascicoli.

Fibre di lunghezza maggiore possiedono un più elevato numero di sarcomeri in serie. Questa condizione è importante in quanto risulta essere uno dei fattori che favoriscono la velocità. Inoltre, più l'angolo di pennazione è ridotto, maggiore è la forza espressa. Studi condotti da Abe e collaboratori (Abe et al. 2000) nel 2000 e da Kumagai e collaboratori, (Kumagai et al. 2000) sempre nel 2000, hanno dimostrato che i parametri appena citati variano da atleta ad atleta. Abe e collaboratori (2000) hanno valutato che esiste una differenza tra *sprinter* e corridori di lunga lena e che i velocisti dispongono di fibre più lunghe con angoli di pennazione inferiori.

Kumagai e collaboratori (Kumagai et al., oltre a confermare queste diverse categorie di tipizzazione degli atleti, hanno fatto ancora meglio dimostrando l'esistenza di differenze significative tra due diversi gruppi di sprinter. Infatti i velocisti di più elevata qualificazione, con prestazioni vicine a 10 s sui 100 m, possiedono fibre più lunghe (e dunque fibre che dipongono di un numero maggiore di sarcomeri in serie) e angoli di pennazione più ridotti rispetto a sprinter con prestazioni vicine a 11 s. Questa predisposizione alla corsa veloce ha certamente delle origini genetiche, ma può essere condizionata anche dal tipo di allenamento.



Le ricerche rivolte allo studio dell'architettura muscolare prima e dopo l'allenamento rappresentano sicuramente un elemento innovativo per migliorare la conoscenza degli effetti dell'allenamento. I recentissimi studi di Ishikawa e collaboratori (2006), autori che abbiamo già citato a proposito del recupero, hanno valutato gli effetti dei salti ripetuti: 100 salti effettuati al carrello, seguiti da un'ulteriore serie di salti per raggiungere l'affaticamento completo (figura 16).

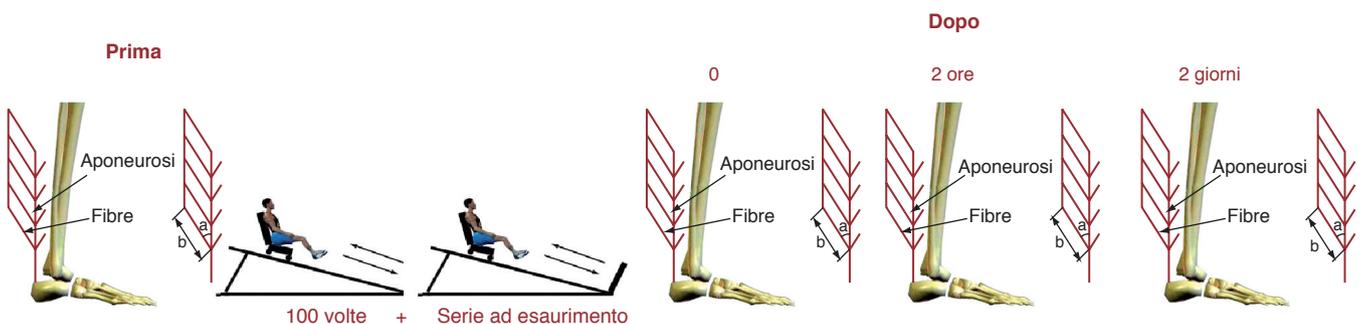


Figura 16 – Schematizzazione del protocollo utilizzato da Ishikawa e collaboratori (2006) con le valutazioni muscolari effettuate prima e dopo le due serie di salti con carrello.

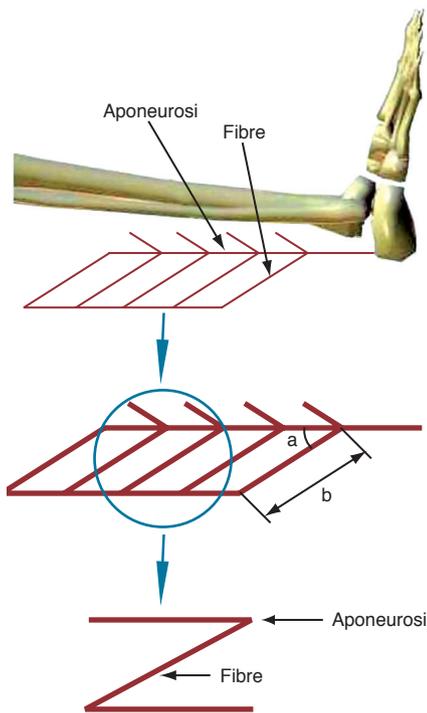


Figura 17 – Il metodo di misurazione dei parametri muscolari studiati: lunghezza e angolo di pennazione delle fibre.

Nella figura 17 è invece rappresentato il metodo di misurazione utilizzato per valutare la lunghezza dei fascicoli delle fibre e l'angolo di pennazione.

Le valutazioni dei parametri descritti sono state effettuate con il muscolo a riposo (decontratto) e successivamente nelle condizioni di contrazione isometrica massimale. Nelle figure 18 e 19 sono riepilogati i comportamenti delle fibre nelle due differenti situazioni.

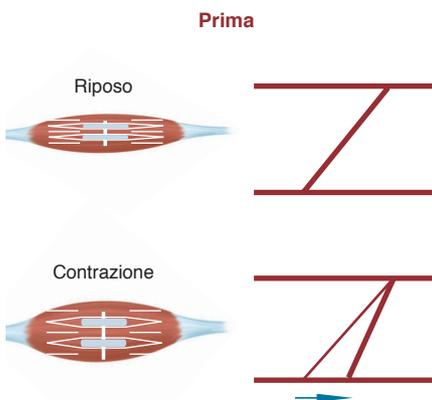


Figura 18 – Valutazioni dei parametri muscolari (lunghezza delle fibre e angolo di pennazione) ottenute con il muscolo a riposo e nelle condizioni di contrazione isometrica. Durante l'azione muscolare isometrica (anche se si tratta di contrazione statica) le fibre si accorciano e l'angolo di pennazione aumenta.

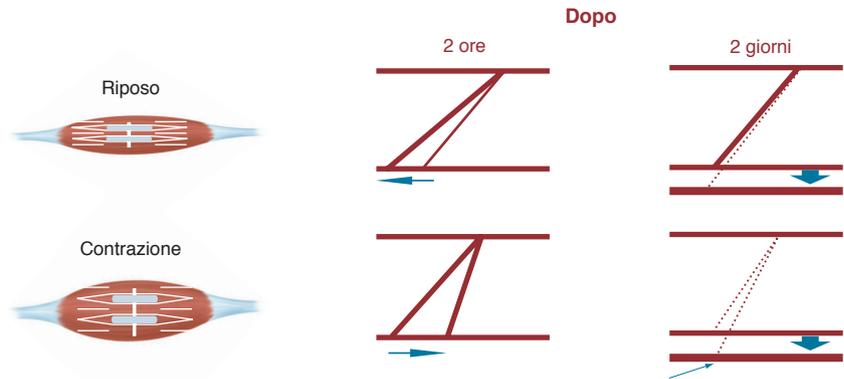


Figura 19 – Quadro riassuntivo delle valutazioni effettuate da Ishikawa e collaboratori (2006) rispettivamente due ore e due giorni dopo le serie di salti ripetuti. Due ore dopo, nelle condizioni di muscolo decontratto, le fibre risultano più lunghe e l'angolo ridotto, mentre durante la contrazione le fibre si accorciano maggiormente e l'angolo aumenta. Dopo due giorni si verifica un rigonfiamento del muscolo con le aponeurosi che appaiono più distanziate a causa del processo infiammatorio, la contrazione è più ridotta e il raccorciamento più debole.

Gli stessi parametri sono poi valutati a più riprese dopo lo sforzo. Nella figura 19 sono schematizzate, riepilogandole, le fasi più significative che corrispondono a due ore e a due giorni dopo lo sforzo. I dati più interessanti sono quelli che si producono due giorni dopo: lo spessore del muscolo risulta aumentato in conseguenza dei processi infiammatori, le fibre riducono la loro capacità di accorciarsi e la forza prodotta appare diminuita.

In conclusione: gli esercizi pliometrici ripetuti innescano un processo di "disturbo" dell'architettura muscolare e di questo va tenuto conto nell'organizzazione dell'allenamento.

La successione degli eventi

Ma quale è la causa che determina la diminuzione del riflesso da stiramento? Secondo quanto afferma Komi (2000) il punto di inizio dei processi è situato a livello muscolare. In conseguenza della fatica alcuni elementi (proteine) del sarcomero, principalmente la titina, ma anche la nebulina e la desmina entrano in sofferenza e ciò provoca indolenzimenti e provoca la diminuzione della tolleranza allo stiramento (figura 20). Il riflesso da stiramento diminuisce e si modifica la rigidità muscolare. Si riduce la capacità di immagazzinare e restituire energia e il soggetto è costretto a compensare realizzando una azione di spinta di maggiore durata con conseguente maggiore consumo di energia.

In conclusione: è necessario intervenire a livello degli elementi muscolari per preparare l'atleta a questo tipo di indolenzimenti. Diventa importante utilizzare un lavoro di muscolazione che stimoli la struttura del sarcomero e a questo riguardo sembra che il lavoro eccentrico sia particolarmente indicato per sollecitare la titina.

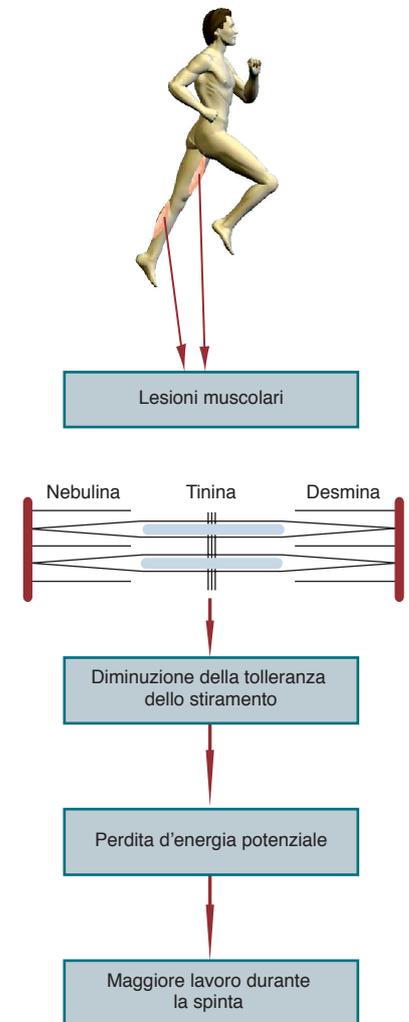


Figura 20 – Schema esplicativo della successione di eventi che determina la minore efficacia del ciclo stiramento-accorciamento (SSC) causata dall'affaticamento. Il punto di partenza di quanto accade è situato a livello muscolare e dipende principalmente dalla titina (Komi 2000 modificato).

Capita a volte che la nostra lingua, contrariamente ad altre, si avvalga di molte glosse soprattutto riferite alle definizioni, non tanto scientifiche, ma di natura tecnica e metodologica e pertanto utilizzi lo stesso termine per definire azioni motorie differenti o al contrario termini diversi per lo stesso esercizio. Talvolta queste modalità o licenze espressive rendono le descrizioni più suggestive, ma, metodologicamente, potrebbero generare qualche confusione.

Per questa ragione non si dovrebbe utilizzare il termine di **pliometria** per tutti i movimenti che si realizzano con azione di stiramento-accorciamento rapido (*Stretch Shortening Cycle* o SSC), ma si dovrebbero distinguere gli esercizi di “vera” pliometria da quelli che si potrebbero definire a “carattere pliometrico”.

Il lavoro pliometrico si distingue da quello a carattere pliometrico per il fatto che nella **pliometria** si realizzano due condizioni: *il tempo di contatto al suolo deve essere minimo e il successivo tempo di volo deve risultare massimo*¹. Questo è possibile solo nelle esecuzioni di salto verso il basso con successivo rimbalzo dove contatto e successivo volo sono legati ad una precisa altezza di caduta, quella che poi consente nel successivo salto verso l’alto, di sviluppare la massima potenza. Tutti gli altri esercizi che sfruttano le diverse forme di rimbalzo o che addirittura utilizzano gli arti superiori (in questo ultimo caso anche per considerazioni legate al buon senso) dovrebbero essere definiti **esercizi a carattere pliometrico**. Se così non fosse, dato che la corsa è tutto sommato una successione di rimbalzi, l’azione del correre, soprattutto nella fase lanciata della corsa veloce, si dovrebbe chiamare esercizio di pliometria.

⁽¹⁾ Alberti G., Silvaggi N., Aspetti metodologici per il miglioramento della forza e della potenza muscolare, *Atleticastudi*, 37, 2006, 2, 3-16.

(1. continua)

Indirizzo degli Autori:
G. Cometti, UFR STAPS Digione, BP 27877, 21078, Digione Cedex (Francia);
G. Alberti, Istituto di Esercizio fisico, salute e attività sportiva, Facoltà di Scienze motorie, Università degli Studi di Milano, Via Kramer 4/A, 20129, Milano).



Anche per quanto concerne i balzi sarebbe opportuno utilizzare una terminologia che fosse coerente con le indicazioni metodologiche che hanno contribuito maggiormente alla selezione dei mezzi di allenamento più corretti per favorire il miglioramento prestativo. In Italia sono state suggerite da Carlo Vittori e in Francia da Alain Piron.

Secondo Vittori i mezzi di allenamento dovrebbero essere suddivisi in: **generali, speciali, specifici**.

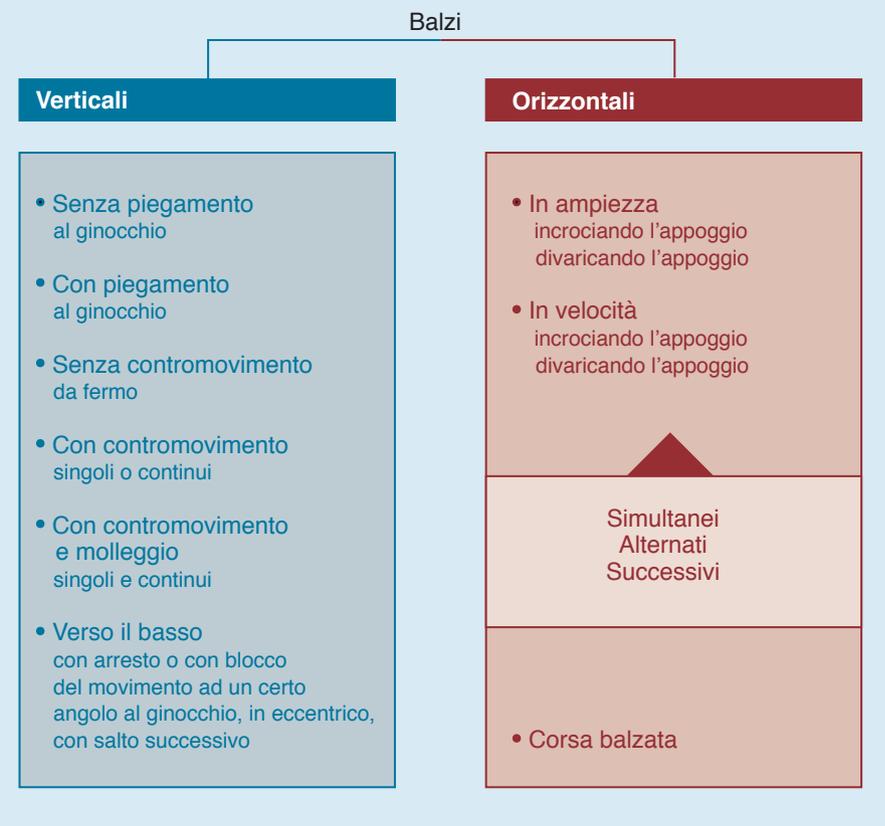
Ad esempio, i balzi orizzontali con tecnica alternata che rientrano nel gruppo degli **esercizi dinamici a carico naturale**, possono essere considerati esercizi specifici per un triplista ed esercizi speciali per un velocista.

Sempre utilizzando l’esempio dei balzi orizzontali a tecnica alternata, la loro esecuzione può essere orientata allo sviluppo della massima **ampiezza** oppure di un’ampiezza ragionevolmente più ridotta ma eseguiti in massima **velocità**. Inoltre l’appoggio dei piedi, rispetto alla linea di avanzamento, potrebbe essere effettuato con **tecnica incrociata** o divaricata.

Inoltre, sempre secondo le indicazioni di Vittori, è necessario distinguere i **balzi alternati** dalla **corsa balzata**.

Naturalmente la suddivisione in **balzi simultanei** (piedi pari), **alternati** e **successivi** (stesso piede) è riferita alla tecnica esecutiva dei balzi orizzontali, anche se in alcuni casi specifici potrebbe essere estesa anche ai balzi verticali.

A questo scopo ci permettiamo di suggerire il seguente quadro sinottico:



Cometti Gilles



MANUALE DI POTENZIAMENTO MUSCOLARE PER GLI SPORT DI SQUADRA

Una raccolta di esercizi nuovi e originali per l'allenamento e il potenziamento muscolare degli atleti, nella quale le illustrazioni che accompagnano la spiegazione di ogni esercizio ne rendono immediata la comprensione e l'applicazione. Gli esercizi proposti possono essere utilizzati in ogni sport e disciplina sportiva, ma il libro contiene sezioni particolari dedicate al calcio, alla pallacanestro e alla pallavolo che lo rendono uno strumento prezioso di lavoro per gli allenatori di questi sport.

20,00 €

Cometti Gilles

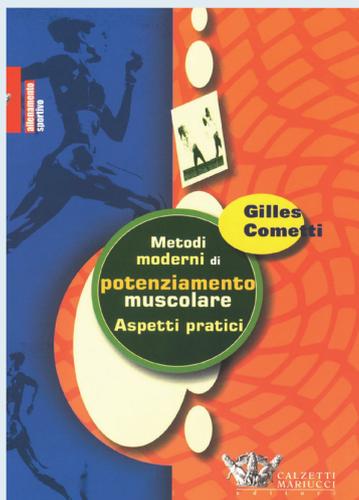


METODI MODERNI DI POTENZIAMENTO MUSCOLARE – ASPETTI TEORICI

Un testo che si propone come punto di riferimento per allenatori, docenti e addetti ai lavori interessati ad approfondire gli elementi scientifici sulla forza per pianificarne al meglio l'allenamento. Si tratta di una panoramica a trecentosessanta gradi sugli aspetti teorici dell'allenamento della forza, che parte dai fattori che regolano la sua espressione, per arrivare ai metodi di sviluppo della stessa.

26,00 €

Cometti Gilles



METODI MODERNI DI POTENZIAMENTO MUSCOLARE – ASPETTI PRATICI

Manuale pratico con un ampio numero di proposte operative per l'allenamento e lo sviluppo della forza. Si parte dai metodi operativi per arrivare ad illustrare la pratica dell'elettrostimolazione finalizzata al miglioramento della forza, l'alternanza di regimi e i metodi combinati e la pianificazione ad esempi.

26,00 €

Bibliografia

- Abe T., Kumagai K., Brechue W. F., Fascicle length of leg muscles is greater in sprinters than distance runners, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 32, 2000, 6, 1125.
- Avela J., Komi P. V., Interaction between muscle stiffness and stretch reflex sensitivity after long-term stretch-shortening cycle exercise, *Muscle Nerve*, 21, 1998, 9, 1224-1227.
- Avela J., Komi P. V., Reduced stretch reflex sensitivity and muscle stiffness after long-lasting stretch-shortening cycle exercise in humans, *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, 78, 1998, 5, 403-410.
- Avela J., Kyrolainen H., Komi P. V., Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching, *J. Appl. Physiol.*, 86, 1999, 4, 1283-1291.
- Chang Y.-H., Huang H.-W., Hamerski C. M., Kram R., The independent effects of gravity and inertia on running mechanics, *J. of Experimental Biology*, 2000, 203, 229-238.
- Fukunaga T., Kawakami Y., Kuno S., Funato K., Fukashiro S., Muscle architecture and function in human, *J. Biomech.*, 30, 1997, 5, 457-463, Review.
- Gollhofer A., Komi P. V., Miyashita M., Aura O., Fatigue during stretch-shortening cycle exercises: changes in mechanical performance of human skeletal muscle, *Int. J. Sports Med.*, 8, 1987, 2, 71-78.
- Horita T., Komi P. V., Nicol C., Kyrolainen H., Stretch shortening cycle fatigue: interactions among joint stiffness, reflex, and muscle mechanical performance in the drop jump, *Eur. J. Appl. Physiol Occup Physiol.*, 73, 1996, 5, 393-403. Erratum in: *Eur. J. Appl. Physiol* 74, 1996, 6, 575.
- Horita T., Komi P. V., Nicol C., Kyrolainen H., Interaction between pre-landing activities and stiffness regulation of the knee joint musculo-skeletal system in the drop jump: implications to performance, *Eur. J. Appl. Physiol.* 88, 2002, 76-84.
- Horita T., Komi P. V., Nicol C., Kyrolainen H., Effect of exhausting stretch-shortening cycle exercise on the time course of mechanical behaviour in the drop jump: possible role of muscle damage, *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, 79, 1999, 2, 160-167.
- Ishikawa M., Dousset E., Avela J., Kyrolainen H., Kallio J., Linnamo V., Kuitunen S., Nicol C., Komi P. V., Changes in the soleus muscle architecture after exhausting stretch-shortening cycle exercise in humans, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 2006, 4.
- Komi, P. V., Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle, *J. Biomech* 33, 2000, 1197-1206.
- Komi, P. V., Stretch-shortening cycle, in: Komi P. V. (a cura di), *Strength and Power in Sport*, Osney Mead, Oxford, Blackwell Science Limited, 2003, 184-202.
- Kumagai K., Abe T., Brechue W. F., Ryushi T., Takano S., Mizuno M., Sprint performance is related to muscle fascicle length in male 100-m sprinters, *J. Appl. Physiol.*, 88, 2000, 3, 811-816.
- Nicol C., Komi P. V., Marconnet P., Fatigue effects of marathon running on neuromuscular performance, *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 1991, 1, 18-24.
- Novachev T. F., The biomechanics of running. *Gait Posture*, 7, 1998, 1, 77-95.
- Pullinen T., Leynaert M., Komi P.V., Neuro-muscular function after marathon, in: Abstract book of the XVI ISB Congress, August 24-27, Tokyo, 1997.

PER INFORMAZIONI E ORDINI:

tel. 0755997310 • fax 075 5990491 • www.calzetti-mariucci.it
sport@calzetti-mariucci.it

Bernadette Filippone, *Istituto universitario di Scienze motorie, Roma*; Claudio Vantini, *Ufficio regionale scolastico della Regione Trentino-Alto Adige, Trento*; Mario Bellucci, *Istituto regionale ricerca educativa del Lazio, Roma*; Avery D. Faigenbaum, *The College of New Jersey, New Jersey*; Rita Casella, *Istituto di Scienza dello sport, Università di Goettingen*; Caterina Pesce, *Istituto universitario di Scienze motorie, Roma*

Trend secolari di involuzione delle capacità motorie in età scolare

Studio longitudinale su un campione regionale Italiano



Foto CALZETTI E MARIUCCI EDITORI

La riduzione dell'attività fisica nei paesi industrializzati è un fenomeno che non investe più soltanto la popolazione adulta, ma si allarga anche ai giovani, già a partire dall'età prescolare. Ne conseguono allarmanti trend secolari di involuzione dell'efficienza fisica in età pediatrica. L'interesse della letteratura internazionale è centrato sull'obesità e sulla perdita di capacità di prestazione aerobica, che rappresentano i principali fattori di rischio per la salute, mentre sono ancora molto scarse e geograficamente circoscritte le indagini sull'involuzione delle capacità motorie coordinative. Con il presente studio abbiamo verificato l'esistenza di trend secolari di involuzione delle capacità motorie, in particolare di quelle coordinative, su un campione regionale italiano di oltre 1000 studenti che sono entrati nella scuola secondaria nel corso del quindicennio 1999-2004. Abbiamo voluto offrire un esempio di come si possano estrarre informazioni scientificamente rilevanti dai dati di una valutazione educativa pluriennale delle prestazioni motorie degli scolari, effettuata senza fini di ricerca scientifica a priori. La novità dei risultati di questo studio è che il trend secolare involutivo investe l'efficienza fisica nella sua accezione più vasta, e cioè non limitata all'efficienza aerobica, ma estesa anche alle prestazioni coordinative di controllo veloce e di resistenza alla forza degli arti inferiori e del busto. Questa involuzione secolare risulta essere tanto più preoccupante, in quanto sembra pregiudicare il naturale sviluppo longitudinale delle prestazioni nel corso dell'età evolutiva. Invece le uniche prestazioni che sono andate migliorando nel quindicennio considerato sono quelle di coordinazione oculo-manuale e di forza veloce ed esplosiva ad elevato contenuto tecnico. Tuttavia non sembra trattarsi di un reale trend secolare di miglioramento, quanto piuttosto di una tendenza ad uno sfruttamento accelerato del naturale potenziale di incremento, che si riflette in una successiva stagnazione dello sviluppo longitudinale delle prestazioni. Questi risultati portano a riflettere sull'importanza di una larga base di efficienza fisica e coordinativa, sviluppata in maniera ottimale per garantire la crescita ulteriore delle prestazioni motorie nel tempo. D'altra parte inducono anche a riflettere sull'opinabilità di apprendimenti precoci di abilità tecniche che, se non supportati da un'ampia base di capacità, potrebbero poi causare una rapida stagnazione delle prestazioni. L'ultima parte dell'articolo offre indicazioni operative per perseguire l'obiettivo di sviluppare un'ampia base di capacità motorie, modulando in modo integrato tutti i parametri dell'attività fisica. Si tratta sia di parametri quantitativi (durata, intensità, frequenza), la cui modulazione ha effetti diretti sull'efficienza fisica, sia di parametri qualitativi (variabilità della modalità esecutiva), la cui modulazione serve ad arricchire il bagaglio di competenze motorie da mettere a servizio del processo euristico e creativo di soluzione di sempre nuovi compiti motori.

Il problema della perdita di efficienza fisica nella popolazione giovanile

La globalizzazione, processo identificato originariamente nel settore commerciale, si estende ormai trasversalmente in tutti i domini del comportamento umano, ivi incluso quello motorio.

Infatti si assiste ad una riduzione dell'attività fisica generalizzata a tutti i Paesi industrializzati, che investe gli individui precocemente, già prima della scolarizzazione (Wydra 2004). La quantificazione oggettiva

retti di sedentarietà (Dollman, Norton, Norton 2005). Le conclusioni indicano che l'attività fisica praticata da bambini e adolescenti in contesti chiaramente identificabili quali il trasporto attivo, l'educazione fisica scolastica e lo sport organizzato sta diminuendo in molti Paesi, già a partire dall'età della scuola materna. La perdita di moto spontaneo, più che dello sport e dell'attività fisica strutturati, sembra essere la causa principale del decremento di spesa energetica che concorre al drammatico aumento di sovrappeso e di obesità in età pediatrica (Eisenmann 2006).

et al. 2006). Infatti nella letteratura internazionale viene evidenziata una riduzione della capacità di prestazione motoria e in particolare di quella aerobica, che rappresenta il principale fattore di rischio per l'efficienza fisica collegata alla salute nei giovani ovvero nei bambini e negli adolescenti (Tomkinson et al. 2003a).

Nella tabella 1 vengono presentati gli studi più recenti riguardo alla presenza di *trend* secolari di involuzione delle capacità di efficienza fisica e di prestazione motoria in età evolutiva negli ultimi decenni. Da questo quadro sinottico si evince che l'obiettivo

Autore	Età	Nazionalità del campione	Parametri di efficienza fisica, capacità motorie	Periodo
Bunc et al. 1997	12-15-18 anni	Repubblica Ceca	Capacità aerobica – Sviluppo somatico +	1996 vs 2001
Dawson et al. 2001	10-14 anni	Nuova Zelanda	Attività fisica +	Un decennio
Dollman et al. 2005	Bambini 12 →	Vari Stati	Attività fisica in contesti sportivi e non-sportivi –	Anni '80 →
Dordel 2000	7-11 anni	Germania	Capacità coordinative –	
Eggert et al. 2000	Bambini I-II elementare, anche disabili	Germania	Competenze psicomotorie di base –	1985 vs 1995
Eisenmann, Malina 2000	6-18 anni	Stati Uniti	Capacità aerobica ≈ ($\dot{V}O_2\max$)	Un ventennio
Mahmoud et al. 2002	10-13 anni	Ungheria	Capacità aerobica –	1975-2000
Przeweda, Dobosz 2003	7-19 anni	Polonia	Efficienza fisica – Composizione corporea +	1979-1989 -1999
Raczek 2002	Età scolare	Alta Slesia	Efficienza fisica e capacità coordinative – Sviluppo somatico +	1965 vs 1975 vs 1995
Tomkinson et al. 2003a	6-19 anni	11 Stati	Capacità aerobica – ($\dot{V}O_2\max$)	1980-2000
Tomkinson et al. 2003b	12-15 anni	Australia	Capacità aerobica – ($\dot{V}O_2\max$)	1995-2000
Wedderkopp et al. 2004	9 anni	Danimarca	Efficienza fisica – Obesità +	Dal 1985-1986 al 1997-1998

Tabella 1 – Quadro sinottico dei principali studi sui trend secolari di involuzione della capacità di prestazione motoria in età evolutiva. Leggenda: + trend positivo; – trend negativo; ≈ nessuna variazione significativa.

di questo andamento (*trend*) negativo in età evolutiva è resa difficile dal fatto che non esistono chiari valori di riferimento per la salute (*baseline*) di attività fisica non strutturata¹ di bambini ed adolescenti nei vari ambiti di attività giornaliere.

Esistono rassegne che tentano di riassumere i dati di attività fisica riferiti ad una vasta gamma di contesti e di estrarre indici indi-

Il fenomeno della diminuzione dell'attività fisica nei bambini e negli adolescenti si riflette direttamente non solo nel crescente problema del sovrappeso e dell'obesità, ma anche nei *trend* secolari di peggioramento delle prestazioni motorie e degli indici di efficienza fisica, con tutte le conseguenze negative a livello cardiovascolare e metabolico (Donati et al. 1993; Riva 2001; Andersen

prevalente di tutti gli studi è analizzare gli andamenti secolari di riduzione di quelle prestazioni motorie che rientrano nell'ambito dell'efficienza fisica per la salute, con particolare riferimento ai parametri della funzionalità cardiovascolare e quindi della prestazione aerobica. Come si può osservare dalla maggior parte degli studi riportati nella tabella 1, la capacità di prestazione

aerobica risulta aver subito un progressivo decremento nell'ultimo quarto di secolo. Tra i vari lavori citati, quello di Tomkinson e collaboratori (2003a) presenta la maggiore estensione. Gli Autori hanno messo a confronto i risultati di test di efficienza aerobica somministrati a bambini e adolescenti tra i sette e i diciannove anni d'età appartenenti ad undici paesi industrializzati in un arco temporale di venti anni, dal 1980 al 2000. Questa analisi ha messo in evidenza un significativo declino della funzionalità aerobica in età evolutiva negli ultimi venti anni, con una riduzione media di 0,43% dei valori per anno. In particolare in Italia (Buonaccorsi, comunicazione personale, in Tomkinson et al. 2003a), la prestazione risulta essere mediamente diminuita dal 1981 al 2000, dello 0,9% per anno, con valori oscillanti da 0,4% a 1,5%.

Se da un lato la comunità scientifica che si occupa della promozione della salute ha messo a fuoco che il problema della ridotta efficienza aerobica, del sovrappeso e delle malattie ad essi associati emerge già in età pediatrica, si presta invece meno attenzione ai trend secolari involutivi delle altre capacità motorie e in particolare di quelle coordinative. Infatti le capacità coordinative sembrano essere oggetto d'interesse prevalentemente di chi si occupa di popolazioni speciali, per identificare disturbi individuali di sviluppo della coordinazione (*Developmental Coordination Disorders, DCD*, Wilson 2005) o di chi si interessa di popolazione sportiva, per ottimizzare l'apprendimento tecnico-sportivo (Neumaier, Mechling 1996; Nieber 2004).

Per contro, sono pochi gli studi su campioni giovanili che non presentano né patologie, né storia di attività sportiva agonistica e che permettano di effettuare valide generalizzazioni sull'intera popolazione apparentemente sana. Tali lavori, nella quasi totalità dei casi, provengono da un'area geografica e culturale limitata all'Europa orientale, in cui la tematica della coordinazione in età evolutiva è stata particolarmente oggetto di studio a partire dagli anni '80 (Hirtz et al. 1985). Fra questi studi, rare sono le ricerche sui trend secolari delle capacità coordinative. Questa carenza rispecchia il fatto che ancora oggi non si riconosce la rilevanza degli aspetti coordinativi del movimento nella crescita della persona ed il loro basilare contributo finalizzato al raggiungimento di una migliore qualità di vita. Infatti non si può prescindere da essi se si vuole promuovere la salute mediante l'attività fisica e/o monitorare gli andamenti secolari dell'efficienza fisica in età evolutiva.

Una delle poche rassegne sui trend secolari della coordinazione motoria in età evolutiva, che abbraccia gli ultimi venticinque anni (Dordel 2000) indica che nel 2000,

rispetto agli anni '70, la coordinazione dei bambini in età di scuola primaria tende ad involversi. Tale fenomeno diviene significativo nel momento in cui si analizzano separatamente le popolazioni urbane e rurali, in quanto le prime mostrano rilevanti ritardi dello sviluppo coordinativo (cfr. anche Eggert et al. 2000).

Ma il dato più importante è che questa tendenza generale di regressione coordinativa nei giovani negli ultimi venticinque anni diventa più evidente all'aumentare dell'età del bambino. Infatti, i risultati ottenuti nello

no la batteria. Si può concludere che il naturale sviluppo delle prestazioni coordinative nell'età della scuola primaria appare ridotto rispetto ai decenni passati e che prestazioni di suddette capacità sembrano essere addirittura stagnanti.

Particolarmente interessante è lo studio trentennale sui trend secolari effettuato in Polonia da Raczek (2002). Nel periodo dal 1965 al 1995 in Polonia è stato osservato un progressivo incremento degli indici corporei (statura, peso, ecc.), in contrasto con l'opposta tendenza decrescente delle



Foto Cuzzetti e Marinucci Editor

studio di Dordel (2000) con il *Body Coordination Test* (Schilling 1974) segnalano che nell'attuale generazione la frequenza di casi di bambini e adolescenti che mostrano scendenti prestazioni coordinative aumenta dagli otto agli undici anni. In altre parole, la forbice del divario di prestazione motoria coordinativa fra le generazioni passate e quelle più recenti si divarica all'aumentare dell'età dei bambini.

Questo fenomeno viene confermato anche dallo studio di Eggert e collaboratori (2000) che mette a confronto le prestazioni di bambini di scuola primaria del 1985 e del 1995 mediante una batteria di test psicomotori (*Diagnostisches Inventar psychomotorischer Basiskompetenzen, DMB*, Inventario diagnostico delle competenze psicomotorie di base, Eggert, Ratschinski 1993).

Se le prestazioni dei bambini di sette-dieci anni del 1995 tendono ad essere peggiori di quelle dei loro coetanei del 1985 in tutti i test della batteria, tali differenze diventano ancor più macroscopiche all'aumentare dell'età. A conferma di ciò le prestazioni del campione di sette anni del 1995 erano significativamente peggiori in cinque degli undici test rispetto a quelle dei loro coetanei del 1985. Mentre nei bambini di dieci anni v'è un peggioramento significativo nella quasi totalità dei test che compongono

le misure di capacità di prestazione motoria. L'Autore presenta un quadro molto articolato di varie capacità motorie in bambini e adolescenti, evidenziando una sostanziale involuzione di molte prestazioni soprattutto nel settore energetico-condizionale, ovvero nelle capacità condizionali di efficienza fisica, e una stagnazione nel settore informativo-coordinativo, quindi delle capacità coordinative. La caratteristica più inquietante è la segnalazione che, con il passare delle generazioni, il trend di peggioramento degli indici complessivi di capacità di prestazione motoria si anticipa ad età inferiori. In altre parole, a conferma degli andamenti rilevati da Dordel (2000), con il passare dei decenni si assiste ad una anticipazione dell'età critica in cui le prestazioni motorie dei bambini assumono caratteristiche negative rispetto ai valori normativi del passato.

Altre pubblicazioni in ambito culturale tedesco sulla pratica motoria e sportiva in età evolutiva non fanno che confermare queste tendenze secolari (Boes 2003; Wydra 2004), ma mancano ancora, nel panorama della letteratura in ambito motorio-coordinativo, indagini internazionali comparabili a quelle esistenti sul versante dei trend secolari di efficienza fisica energetico-condizionale.

La ricerca: analisi dei trend secolari nelle capacità motorie in età evolutiva

Data la carenza di ricerche sui *trend* secolari che prendano in considerazione non solo le capacità motorie energetico-condizionali, ma anche quelle coordinative, si è provato a verificare l'esistenza di *trend* secolari su una banca dati raccolta a livello scolastico nel corso di un quindicennio. Si tratta di un campione di convenienza di oltre 1000 ragazzi di scuola secondaria di primo grado (scuola media) della provincia di Bolzano, che sono entrati nella prima classe negli anni 1989-2004 e sono stati sottoposti ad un'ampia batteria di test motori, sia coordinativi che condizionali, dalla classe I alla classe III. Questo ha consentito di effettuare sia uno studio *trasversale* sia uno studio *longitudinale* dei dati. Nello studio *trasversale* si sono comparate le misure rilevate sui bambini in entrata in I media dal 1989 al 2004 per verificare l'eventuale esistenza di stagnazioni o *trend* involutivi. Nello studio *longitudinale* sono state confrontate le misure rilevate sui bambini in entrata in I media con le misure ricavate sulle stesse persone alla fine della III media, per verificare se il naturale sviluppo delle capacità motorie dagli undici ai tredici anni si è modificato con quali modalità.

La validazione dei test motori

Probabilmente sul territorio nazionale esistono molte altre banche dati pluriennali analoghe a quella presentata, frutto di un'assidua e continuativa valutazione delle prestazioni motorie della popolazione studentesca da parte di insegnanti di educazione fisica. I problemi che impediscono un'adeguata circolazione di queste informazioni preziose sono molteplici. Da un lato, spesso non viene fatto uso di canali di diffusione appropriati, ma solo di mezzi di pubblicazione locali. Dall'altro lato, la mancanza negli ultimi venti anni di una o più Associazioni nazionali di educazione fisica che rappresentassero la maggioranza dei professionisti del movimento non ha favorito e promosso gli scambi culturali, l'attuazione di sinergie con altre realtà professionali, la crescita lavorativa mediante convegni, pubblicazioni, dibattiti e riviste scientifiche ad ampio respiro.

Infine, spesso non vengono usati solo test motori standardizzati, già validati in letteratura e per i quali esistono dati normativi di riferimento. In ambito educativo questo è da considerarsi al tempo stesso un limite, poiché ostacola l'interpretazione e la comparabilità dei dati, ma anche una risorsa,



Figura 1 – Rappresentazione grafica dei compiti motori dei tredici test della batteria ideata da Vantini (2000).

perché promuove lo sviluppo di test di valutazione variati e motivanti che spesso ottimizzano l'aspetto educativo e non quello prestativo della valutazione in educazione fisica e nell'avviamento allo sport. Ad esempio, la banca dati considerata per questo studio deriva dalla rilevazione effettuata con una batteria di test motori che comprende non solo alcuni test standard di velocità (30 m, 60 m), di resistenza (test di Cooper), di forza esplosiva (lancio dorsale) e di abilità atletiche (salto in alto, in lungo), ma anche una batteria di tredici test non validati (ideati e pubblicati da Vantini 2000; Azzolini, Vantini 2000) (figura 1). Si tratta di

compiti motori molto vari sotto il profilo coordinativo, che hanno in comune la durata dell'esecuzione e il parametro misurato: il massimo numero di ripetizioni corrette in un tempo dato (30 s).

A causa di ciò, prima di intraprendere le analisi trasversali e longitudinali dei dati per verificare l'esistenza di *trend* secolari, è stato necessario applicare procedure preliminari di analisi statistica per (1) ridurre o eliminare le eventuali ridondanze della batteria dei tredici test (*analisi fattoriale*) e (2) validare tali test (*validazione concorrente per criterio* e verifica dell'*attendibilità test-retest* (figura 2)).

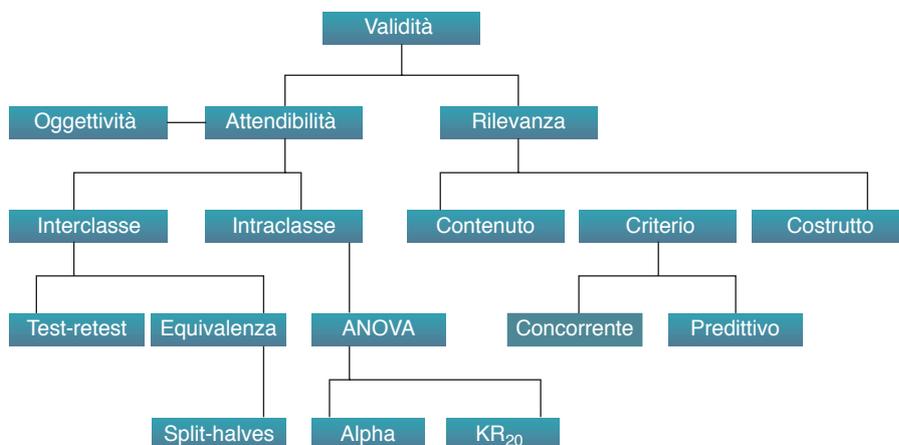
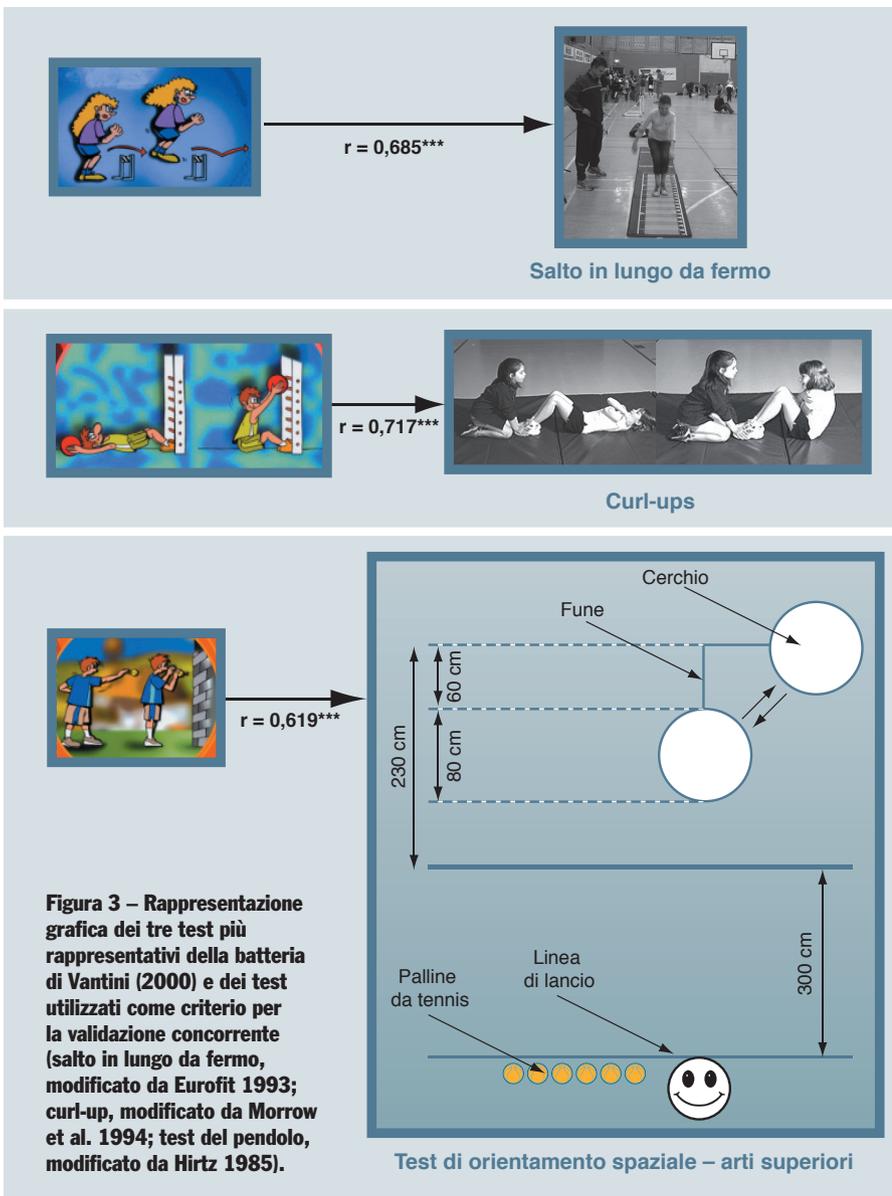


Figura 2 – Diagramma di flusso della validazione (modificato da Morrow et al. 2000).

Batteria di test (Vantini 2000)	Fattore 1 (peso fattoriale dei test)	Fattore 2 (peso fattoriale dei test)
1° test	0,758	0,348
2° test	0,725	0,163
3° test	0,732	0,034
4° test	0,795	0,292
5° test	0,764	0,357
6° test	0,811	0,369
7° test	0,408	0,749
8° test	0,685	0,059
9° test	0,655	0,417
10° test	0,468	0,614
11° test	0,623	0,362
12° test	0,652	0,495
13° test	0,041	0,809

Tabella 2 – Struttura fattoriale della batteria di test motori di Vantini (2000). Il fattore 1 rispecchia la capacità di controllo veloce della forza, il fattore 2 rappresenta la capacità di timing percettivo-motorio.



L'analisi fattoriale (analisi delle componenti principali, PCA) ha messo in evidenza che i tredici test di Vantini si raggruppano in una struttura bifattoriale, in cui dieci test concorrono a saturare il primo fattore, e i rimanenti tre test il secondo fattore (tabella 2). Analizzando il contenuto dei test che si riuniscono nel primo fattore, si evince che tali prove sono accomunate dalla capacità coordinativa di *controllo veloce della forza*², poiché in tutti questi test viene richiesto di effettuare il massimo numero di ripetizioni possibili in un tempo dato (Roth 1989). Inoltre è da notare che i test con i pesi fattoriali maggiori all'interno del primo fattore (> 0,70) sono i primi sei, che consistono nell'effettuazione di salti o balzi variamente coordinati. Tali prove sono accomunate non solo dal tipo di capacità coordinativa principalmente implicata, ma anche dal tipo di effettori, che risulta essere una discriminante essenziale nella valutazione delle capacità motorie (Donati et al. 1994). Perciò i test 1-6 (Vantini 2000) sono stati classificati come test di misurazione della capacità di *controllo veloce degli arti inferiori*. Le altre valutazioni che concorrono al primo fattore, ma con un peso fattoriale inferiore a 0,70, sono invece individuabili come test di misurazione della *capacità di controllo veloce del busto*, poiché i principali effettori sono rappresentati dalla muscolatura addominale o dorsale (ad eccezione del 12° test, in cui prevale l'impegno degli arti inferiori). Il secondo fattore, invece, raggruppa i restanti tre test, basati sulla coordinazione oculo-manuale nel lancio di palle di peso diverso da stazioni e con tecniche diverse. All'interno del secondo fattore, il test con il maggiore peso fattoriale è il 13°, che richiede lanci e riprese ripetute di palline da tennis. Il peso fattoriale inferiore degli altri due test, che richiedono lanci della palla zavorrata dalla stazione eretta o da prona tende ad essere inferiore, evidenziando la richiesta di maggiore impegno muscolare. Se ne deduce che il contenuto caratterizzante di questo fattore è percettivo-motorio piuttosto che quello esprime la forza, per cui il tipo di capacità motoria che accomuna questi test è prevalentemente la *capacità di timing o di adattamento percettivo-motorio*.

Benché l'analisi di contenuto effettuata sui raggruppamenti di valutazioni derivati dall'analisi fattoriale consenta già di comprendere qual è la componente motoria più significativa misurata dai test, solo correlando le prestazioni di queste misurazioni con le prestazioni in test già validati si può ottenere una indicazione scientifica. In questo modo, infatti, si realizza

una validazione concorrente per criterio, in cui il test già validato funge da criterio per stimare la validità del nuovo test (figura 2). Perciò il successivo passo di validazione è stato quello di scegliere, da ciascuno dei tre raggruppamenti di misurazioni individuate con l'analisi fattoriale (test di capacità di controllo veloce degli arti inferiori, del busto e di adattamento percettivo-motorio), il test più significativo per oggettività e/o per peso fattoriale, al fine di validarli mettendoli in correlazione con corrispondenti test-criterio. Fra i test che si raggruppano nel primo fattore sono stati scelti il 5° (arti inferiori) e il 9° (busto), mentre fra i test riuniti nel secondo fattore è stato scelto il 13° (figura 3). È da notare che il 9° test, implicando principalmente l'attivazione della muscolatura addominale, è importante non solo in termini di capacità coordinativa di controllo motorio, ma anche come elemento di *fitness* funzionale. Per effettuare la validazione concorrente, questi tre test sono stati somministrati ad un campione di ventitré bambini di I media parallelamente ad altrettanti test già validati e pubblicati in letteratura (figura 3): il *salto in lungo da fermo* (dalla batteria Eurofit 1993), il *curl-up* (dalla batteria *Fitnessgram* (The Cooper Institute 2006)), il *test del pendolo* (test di capacità di orientamento spaziale dalla batteria di test coordinativi per la scuola di Hirtz et al. 1985).

Tutti e tre i test di Vantini correlano significativamente con i rispettivi tre test-criterio (cfr. coefficienti di correlazione riportati all'interno della figura 3).

Per quanto riguarda l'attendibilità delle misure e specificamente la loro stabilità nel tempo, essa è stata verificata con la metodica del *test-retest*. Quarantadue bambini di età analoga a quella dei bambini testati da Vantini nel quindicennio 1989-2004 sono stati sottoposti ai suddetti tre test di Vantini (2000), due volte a distanza di una settimana e tali misure sono state sottoposte a correlazione intra-classe (ICC). Tutti e tre i test di Vantini sono risultati significativamente affidabili, con coefficienti di correlazione intra-classe pari a 0,842 per il 5° test, 0,911 per il 9° test e 0,779 per il 13° test.

Lo studio trasversale

Il campione è formato da 1137 studenti (586 maschi e 551 femmine) di scuola secondaria di I grado di Bolzano, che sono stati valutati in I° classe negli anni 1989-2004. Esso è stato suddiviso in tre sottogruppi corrispondenti a tre quinquenni: 1989-1994, 1995-1999 e 2000-2004. Si è verificato, per ogni test della batteria, se esistono *trend* secolari negativi dall'inizio

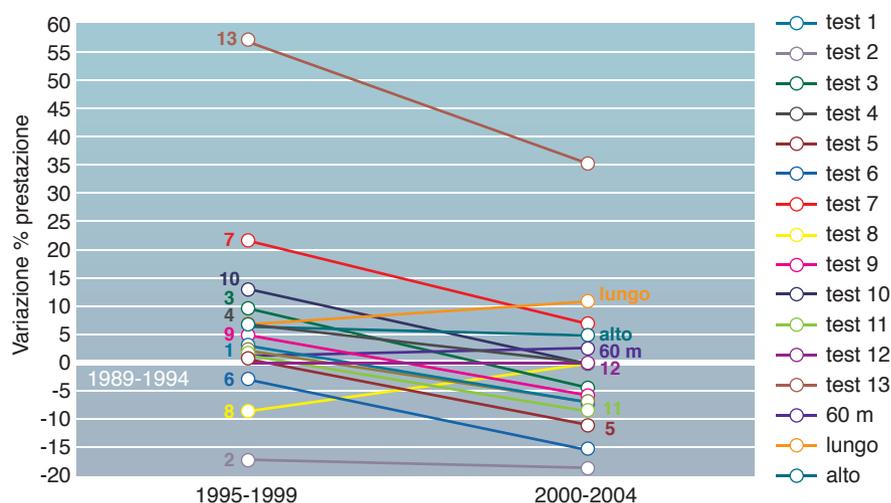


Figura 4 – Variazione percentuale della prestazione motoria nei tredici test della batteria di Vantini (2000) e nei test atletici di corsa sui 60 m piani, di salto in alto e in lungo, negli studenti che hanno frequentato la I media nei quinquenni 1995-1999 e 2000-2004 rispetto alla prestazione dei loro coetanei del quinquennio 1994-1998, che funge da valore di riferimento. Tale baseline è indicata graficamente dal segmento orizzontale che interseca l'asse delle ordinate al valore 0.

degli anni '90 ad oggi, visibili dal confronto delle prestazioni degli studenti che erano entrati in I° classe nel primo quinquennio con le prestazioni degli studenti entrati nei quinquenni successivi. Poiché non tutti gli alunni hanno svolto tutti i test della batteria, la numerosità effettiva dei dati per ogni test e per ogni quinquennio va da un minimo di 52 a un massimo di 264 casi.

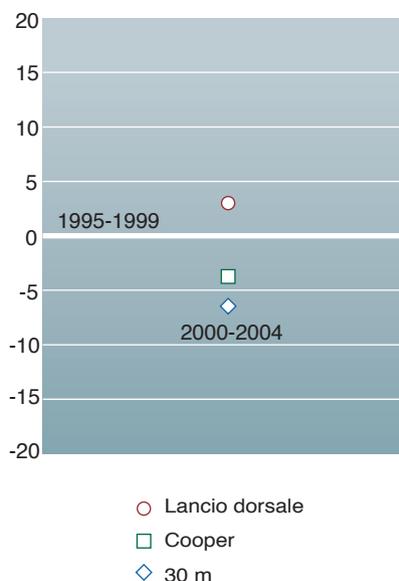


Figura 5 – Variazione percentuale della prestazione motoria nel test di Cooper, nel lancio dorsale e nella corsa sui 30 m piani, negli studenti che hanno frequentato la I media nel quinquennio 2000-2004 rispetto alla prestazione dei loro coetanei del quinquennio 1995-1999, che funge da valore di riferimento. Tale baseline è indicata graficamente dal segmento orizzontale che interseca l'asse delle ordinate al valore 0.

Complessivamente, i risultati dell'analisi statistica (*MANOVA*) evidenziano un andamento generalmente negativo delle prestazioni motorie dall'inizio degli anni '90 agli anni più recenti. La figura 4 esprime graficamente questo *trend*. Le prestazioni degli studenti che frequentavano la I° media nel quinquennio 1989-1994 sono state utilizzate come valori di riferimento (*baseline*) per indicizzare le variazioni nei successivi quinquenni (1995-1999 e 2000-2004), espresse in termini di variazione percentuale rispetto alla prestazione degli studenti del primo quinquennio. Perciò valori positivi, al di sopra della *baseline*, indicano una tendenza di incremento rispetto al passato, mentre valori negativi, al di sotto della stessa, indicano *trend* di peggioramento rispetto al passato. Per alcuni test, per i quali mancano le rilevazioni nel primo quinquennio (1989-1994), sono state utilizzate le prestazioni del secondo quinquennio (1994-1999) come *baseline* per il terzo quinquennio, cioè per calcolare i *trend* dalla fine degli anni '90 ai primi anni del 2000 (figura 5). Dal quadro generale dei *trend* delle prestazioni motorie negli anni considerati prevale un andamento involutivo dal passato ad oggi per quanto riguarda le prestazioni aerobiche (test di Cooper), quelle di forza esplosiva (lancio dorsale) e le prestazioni coordinative di controllo motorio veloce di vari distretti muscolari (arti inferiori, addominali, dorsali: test n. 1, 2, 5, 6, 8, 9, 11 della batteria di Vantini).

È da notare che il fenomeno di decremento di capacità di prestazione motoria più evidente – e generalizzato a quasi tutte le prestazioni motorie considerate – è quello a partire dal secondo quinquennio, e cioè dalla fine degli anni '90. Dal primo al secon-

do quinquennio, invece, e cioè dalla prima alla seconda metà degli anni '90, emergono invece segnali di tendenza positiva di alcune prestazioni motorie. Analizzando la tipologia di test nei quali ciò emerge (figura 4), si nota che si tratta specificamente di prestazioni in cui sono determinanti le capacità coordinative percettivo-motorie (test con la palla, 7°, 10° e 13° di Vantini), e la forza veloce o esplosiva (30 m, 60 m, salto in lungo, salto in alto). Un'ipotesi interpretativa è che il miglioramento emerso dalla prima alla seconda metà degli anni '90 sia dovuto alla diffusione dell'avviamento dello sport a cui si è assistito particolarmente in quegli anni. Nonostante non si disponga di dati sull'esperienza sportiva degli studenti del nostro campione precedentemente al loro accesso in I° media, atti ad avvalorare tale ipotesi, essa divent plausibile se si considera la specificità delle prestazioni nelle quali è emerso il *trend* di miglioramento. Infatti, i test nei quali l'incremento si mantiene fino all'ultimo quinquennio sono quelli atletici di

In conclusione, questa analisi dei *trend* secolari fa emergere due principali fattori di rischio per l'età evolutiva. Da un lato un decremento delle prestazioni aerobiche, già ampiamente documentato nella letteratura internazionale (Tomkinson et al. 2003). Dall'altro lato, un calo di prestazioni coordinative, assai meno documentato (Dordel 2000), che si riflettono nelle progressive perdite di capacità dei bambini di effettuare un efficace controllo veloce della produzione di forza dei vari distretti muscolari, che non sia quella selettivamente legata all'apprendimento di tecniche sportive. A questo punto viene spontaneo chiedersi se l'involuzione della capacità di prestazione motoria emersa nel nostro campione di studenti di I° media a partire dall'inizio degli anni '90, indice di un peggiorato sviluppo motorio in età prescolare e di scuola primaria, possa aver compromesso il potenziale di ulteriore sviluppo delle capacità motorie negli anni successivi. Inoltre, è interessante cercare di capire quale effetto

Specificamente è stato formulato il seguente quesito: "Poiché il livello prestativo delle capacità motorie in entrata in I° media è andato peggiorando dall'inizio degli anni '90 ad oggi, di conseguenza il più limitato bagaglio motorio può condizionare negativamente il potenziale di miglioramento nel corso del triennio di scuola secondaria di I° grado?" Tale ipotesi implica che chi possiede una bassa capacità di prestazione motoria di base e particolarmente un basso livello di capacità coordinative, perché non le ha sviluppate in modo adeguato durante le fasi sensibili dell'età della scuola primaria (Starosta, Hirtz 1989), negli anni seguenti potrebbe possedere limitate potenzialità sia di migliorare tali capacità motorie e sia di apprendere nuove abilità. Se questa ipotesi è vera, confrontando le prestazioni motorie in I° e in III° di ciascuno studente, separatamente per i tre quinquenni considerati, si dovrebbe riscontrare che gli studenti all'inizio degli anni '90, che cominciavano la I° media con presupposti di prestazione

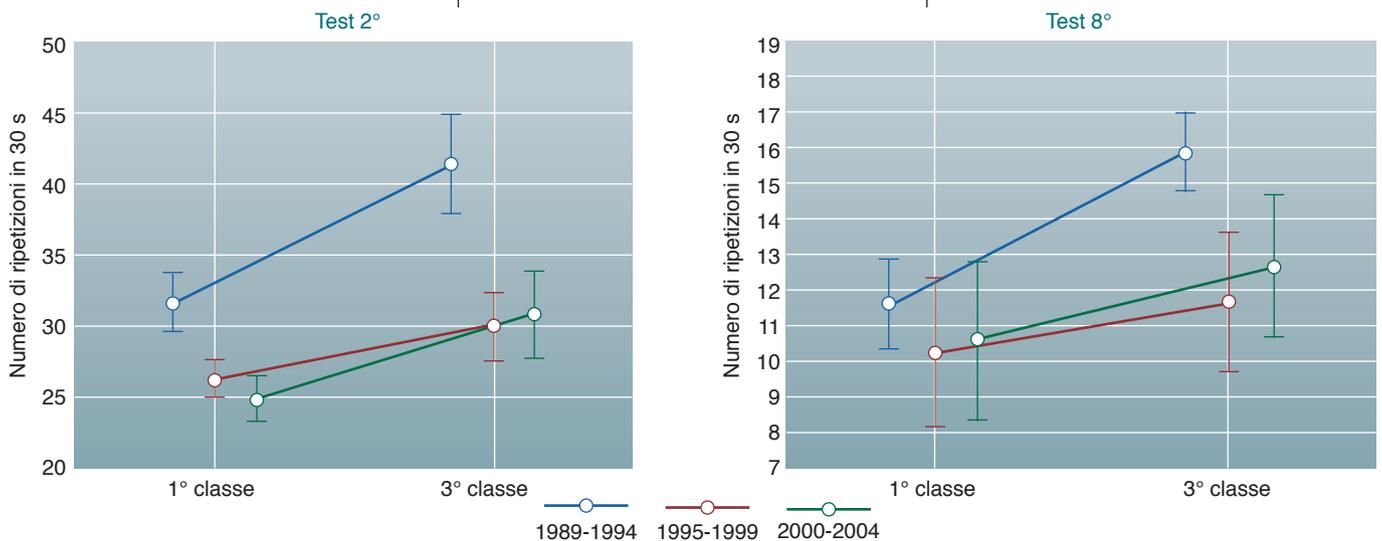


Figura 6 – Miglioramento della prestazione in test di controllo veloce della forza degli arti inferiori (2° test di Vantini) e della muscolatura addominale (8° test di Vantini) dalla I° alla III° classe in studenti degli anni 1989-1994, 1995-1999 e 2000-2004.

corsa e salto, nei quali la prestazione è condizionata dall'apprendimento tecnico. Si ritiene che il miglioramento delle prestazioni tecnico-atletiche non debba dare adito a falsi ottimismo, considerato il quadro generale di involuzione di molte prestazioni motorie che emerge dagli altri test della batteria. Infatti potrebbe essere che i bambini, nell'avviamento sportivo, siano portati a specializzarsi in prestazioni di forza rapida o esplosiva, ad elevato contenuto tecnico, a discapito della resistenza aerobica (test di Cooper) e della resistenza alla forza (batteria di Vantini, nella quale il controllo motorio veloce deve essere esercitato per 30 s in forme coordinativamente variate ed impegnando diversi distretti muscolari).

abbia, sullo sviluppo della capacità di prestazione nel corso dell'età evolutiva, il *trend* secolare di miglioramento che abbiamo rilevato per alcune prestazioni a carattere tecnico-sportivo riconducibile, plausibilmente, all'avviamento allo sport.

Lo studio longitudinale

Per rispondere ai suddetti quesiti si è proceduto ad analizzare i *trend* di sviluppo longitudinale delle capacità motorie dalla I° alla III° media in bambini testati nel corso del quindicennio che va dal 1989 al 2004, per verificare se l'andamento longitudinale di incremento delle prestazioni motorie si è modificato dall'inizio degli anni '90 ad oggi.

motoria migliori dei loro coetanei subentrati negli anni più recenti, hanno realizzato un progresso più sensibile delle prestazioni motorie dalla I° alla III° classe. Il secondo quesito, relativo a quelle prestazioni che nel corso del quindicennio considerato hanno mostrato invece un *trend* positivo, è il seguente: "un più elevato livello di abilità motorie e tecnico-sportive di corsa, lanci e salti, quale quello evidenziato negli studenti del quinquennio più recente, predispone i bambini ad un migliore sviluppo di queste prestazioni nel tempo?"

Il campione preso in esame per lo svolgimento di questo lavoro è formato da 764 studenti (393 maschi e 371 femmine) facenti parte del più ampio gruppo analiz-

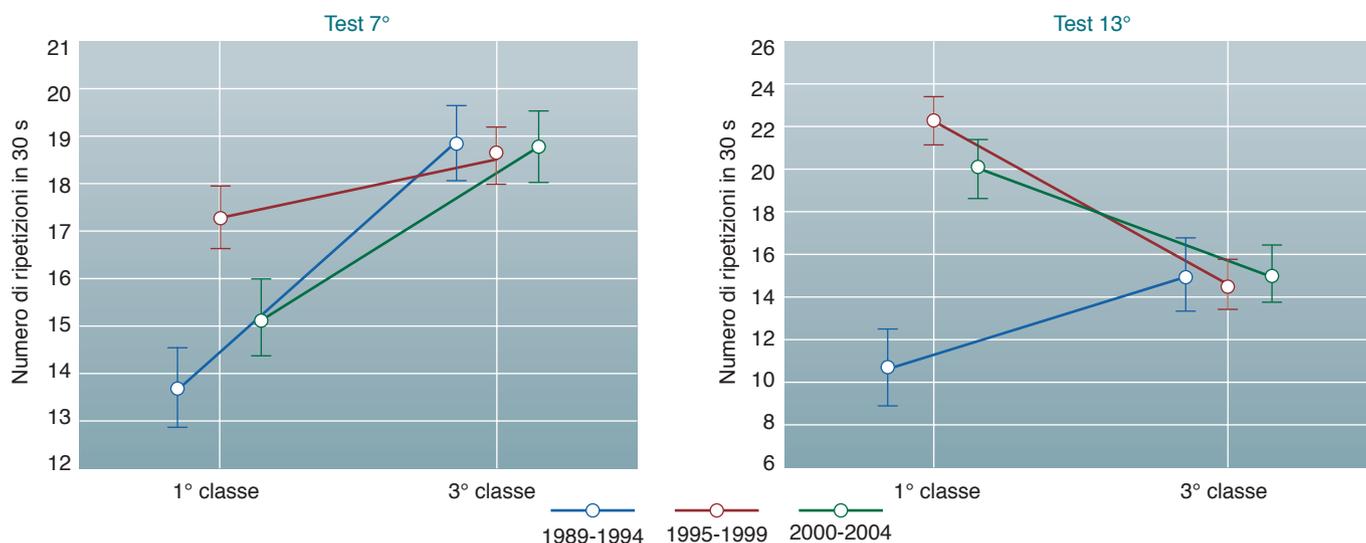


Figura 7 – Miglioramento/peggiornamento della prestazione in test di coordinazione oculo-manuale (7° e 13° test di Vantini) dalla I° alla III° classe in studenti degli anni 1989-1994, 1995-1999 e 2000-2004.

zato nello studio trasversale, del quale erano disponibili misure di prestazione nei test motori sia in I° che in III° classe. Questi dati sono stati analizzati mettendo a fattore, per ogni test motorio della batteria³, i tre quinquenni e le due misure ripetute in I° e III° classe (*MANOVA* a misure ripetute su uno dei due fattori).

Il primo risultato è che la prestazione nella quasi totalità dei test motori migliora dalla I° alla III° classe. Ma al di là di questo prevedibile effetto generale, ciò che interessa rispetto alle ipotesi della ricerca è verificare se il miglioramento della prestazione dalla I° alla III° classe sia presente in misura analoga o diversa dagli inizi degli anni '90 ad oggi. I risultati in alcuni test di controllo motorio veloce degli arti e del busto (ad es. 2° e 8° test di Vantini) confermano l'ipotesi di partenza. I bambini delle annate più recenti, che entravano in I° media con livelli di prestazione più bassi rispetto ai loro coetanei dell'inizio degli anni '90, a differenza di questi ultimi mostrano una stagnazione delle prestazioni dalla I° alla III° classe o *trend* di miglioramento più scarsi. Ciò è spiegabile riferendosi al concetto di *fasi sensibili*. Probabilmente nell'età della scuola primaria i bambini del quinquennio più recente hanno sviluppato le capacità motorie, in particolare quelle coordinative, in maniera peggiore rispetto ai bambini degli anni '90, e ciò li predispone a sviluppi futuri minori o nulli.

Il secondo quesito riguardava lo sviluppo, dalla I° alla III° classe, di quelle prestazioni in cui nell'ultimo quindicennio si erano evidenziati *trend* secolari di miglioramento, e precisamente le prestazioni di coordinazione oculo-manuale (7°, 10°, 13° test

di Vantini) e le prestazioni tecnico-atletiche (salto in alto, salto in lungo)³. I risultati mostrano un cosiddetto 'effetto tetto' (esemplificato graficamente per il 7° test nella figura 7). Per questo tipo di prestazioni motorie, che comportano tutte una più o meno forte componente di abilità tecnica, il fatto di accedere in I° media con livelli di prestazione già elevata non sembra predisporre i ragazzi ad continuare ad avere miglioramenti sensibili. Questo effetto tetto significa piuttosto che negli anni precedenti è stato già rapidamente sfruttato il naturale potenziale di sviluppo della prestazione. La prestazione abile si ipotizza sia destinata a crescere in misura minore o a stagnare negli anni successivi. Addirittura, nel caso del test più significativo di coordinazione oculo-manuale (13° test di Vantini), che mostrava un *trend* secolare di miglioramento molto pronunciato (figura 4), nel confronto dalla I° alla III° classe è stato osservato un crollo o una stagnazione delle prestazioni proprio degli studenti che entravano in I° media con elevati livelli di prestazione in questo test e cioè gli studenti dei due quinquenni più recenti. Ciò potrebbe significare che quel *boom* forse rappresenti solo un semplice sfruttamento rapido, con l'avviamento allo sport, del potenziale di trasformazione positiva in questo tipo di capacità ed abilità oculo-manuali, senza sbocchi vantaggiosi per lo sviluppo a medio e lungo termine delle prestazioni motorie. Questa è una ipotesi che dovrebbe far riflettere quando, nell'avviamento allo sport, chi tenta di massimizzare la crescita di alcune prestazioni motorie alla ricerca precoce del talento rimane poi sorpreso da successive stagnazioni.

Conclusioni e indicazioni operative

Da questo insieme di risultati derivano in sostanza tre informazioni fondamentali. La prima, emersa dallo studio trasversale, è la conferma dell'ipotesi che esiste un *trend* secolare involutivo della resistenza aerobica associato – ed è questa la novità del nostro studio – ad una involuzione delle prestazioni coordinative di controllo veloce della forza, che sono indicative anche di un decremento della capacità di resistenza alla forza già su un intervallo di tempo di poche decine di secondi. Questi sono da considerarsi chiari fattori limitanti dell'efficienza fisica intesa nella sua accezione più vasta, comprensiva degli aspetti condizionali e coordinativi della motricità e della salute. Questa involuzione secolare risulta essere tanto più preoccupante, in quanto sembra pregiudicare lo sviluppo ulteriore delle prestazioni nel corso dell'età evolutiva, come emerge dallo studio longitudinale per alcune prestazioni di capacità di controllo veloce della forza degli arti inferiori e del busto.

La seconda importante informazione, che emerge dall'incrocio dei risultati dello studio trasversale e di quello longitudinale, è che esiste invece un *trend* secolare crescente per prestazioni di coordinazione oculo-manuale e prestazioni tecniche di forza veloce ed esplosiva. Tuttavia questo risultato non deve trarci in inganno, poiché proprio quelle prestazioni che sono andate migliorando nell'ultimo quindicennio, sono quelle che tendono di fatto a subire rallentamenti o a stagnare nel corso dello sviluppo individuale. Perciò occorre domandarsi se si tratti di un reale *trend*

secolare di miglioramento o, piuttosto, di una tendenza negli anni, ad uno sfruttamento accelerato del naturale potenziale di miglioramento, che non contribuisce affatto ad ottimizzare lo sviluppo motorio in età evolutiva.

Questi risultati ci portano a riflettere sull'importanza di una larga base di efficienza fisica e coordinativa, sviluppata in maniera ottimale per garantire la crescita ulteriore delle prestazioni motorie nel tempo. D'altra parte inducono anche a riflettere sull'opinabilità di apprendimenti precoci di abilità tecniche che, se non supportati da un'ampia base di capacità, potrebbero poi causare una rapida stagnazione delle prestazioni. Al fine di individuare percorsi validi di intervento, resta la necessità di intensificare la realizzazione di studi sperimentali sull'attività fisica in età evolutiva (Shepard 2003). Tali studi devono essere centrati sia sui parametri quantitativi, sia su quelli qualitativi dell'attività fisica.

Per quanto riguarda i *parametri quantitativi*, la loro modulazione ha effetti diretti sull'efficienza fisica per la salute, poiché per svilupparla e mantenerla si deve sottoporre il fisico ad una certa quantità ed intensità di lavoro (Bazzano, Bellucci, 2001). Da questo criterio di fondo derivano prescrizioni specifiche sulla frequenza, durata e intensità dell'attività fisica per

l'età evolutiva. La maggior parte degli *intervention study* sull'efficacia di programmi strutturati di attività fisica per l'età evolutiva (cfr. la rassegna di Strong et al. 2005) propone programmi di attività fisica di intensità da moderata a vigorosa (MVPA, che nei bambini si può definire corrispondente ad una frequenza cardiaca >150 bpm (Faigenbaum, Bellucci 2003), di durata da 30 a 45 min e di frequenza da tre a cinque sedute settimanali (figura 8). I contesti di attività motorie strutturate dei bambini sono la scuola e i Centri di avviamento allo sport. I rari studi italiani nella scuola italiana danno indicazioni incoraggianti, ma necessitano di ulteriori estensioni a campioni rappresentativi prima di poter essere generalizzabili (Faigenbaum, Bellucci 2003). È piuttosto assai probabile che esista una forte variabilità interscolastica nel peso dato all'obiettivo dello sviluppo dell'efficienza fisica per la salute e quindi nell'aderenza agli standard consigliati dalla letteratura internazionale. Nel contesto dell'avviamento allo sport, invece, i parametri di intensità dipendono strettamente dal tipo di sport praticato e dal livello di prestazione e, quindi, non sono generalizzabili. Comunque riguardano solo una parte della popolazione giovanile. Al di fuori delle attività motorie e sportive strutturate, il movimento giornaliero dei bambini è tipicamente intermit-

tente e non supervisionato. È importante sottolineare che la pratica di attività strutturate, nella maggior parte dei casi, non compensa la perdita del cosiddetto moto spontaneo e di tutto quel grande volume di attività non strutturata che in passato era basata sulla spontanea ricerca di soluzioni motorie a problemi della quotidianità. L'attività destrutturata, però, tende a ridursi considerevolmente nelle società industrializzate, in particolare modo nei grandi centri urbani, come si evidenzia dall'involuzione delle prestazioni motorie (Dordel 2000; Eggert 2000). Tale attività sembra addirittura non sufficiente per la prevenzione dei rischi cardio-vascolari nei bambini (Andersen et al. 2006).

Complessivamente, le linee guida internazionali raccomandano almeno 60 min di attività giornaliera da moderata a vigorosa (Strong et al. 2005). Considerato il fatto che il livello di attività fisica praticata in età evolutiva predice attendibilmente il livello di attività nella successiva età adulta (Telama et al. 2005), diventa cruciale gettare le basi di uno stile di vita sufficientemente attivo già dall'infanzia, per contrastare i *trend* attuali di mancanza di movimento (Ketelhut et al. 2001) che si instaurano già a partire dalla scuola materna (Reilly et al. 2004).

Per quanto riguarda i *parametri qualitativi* dell'attività motoria in età evolutiva non

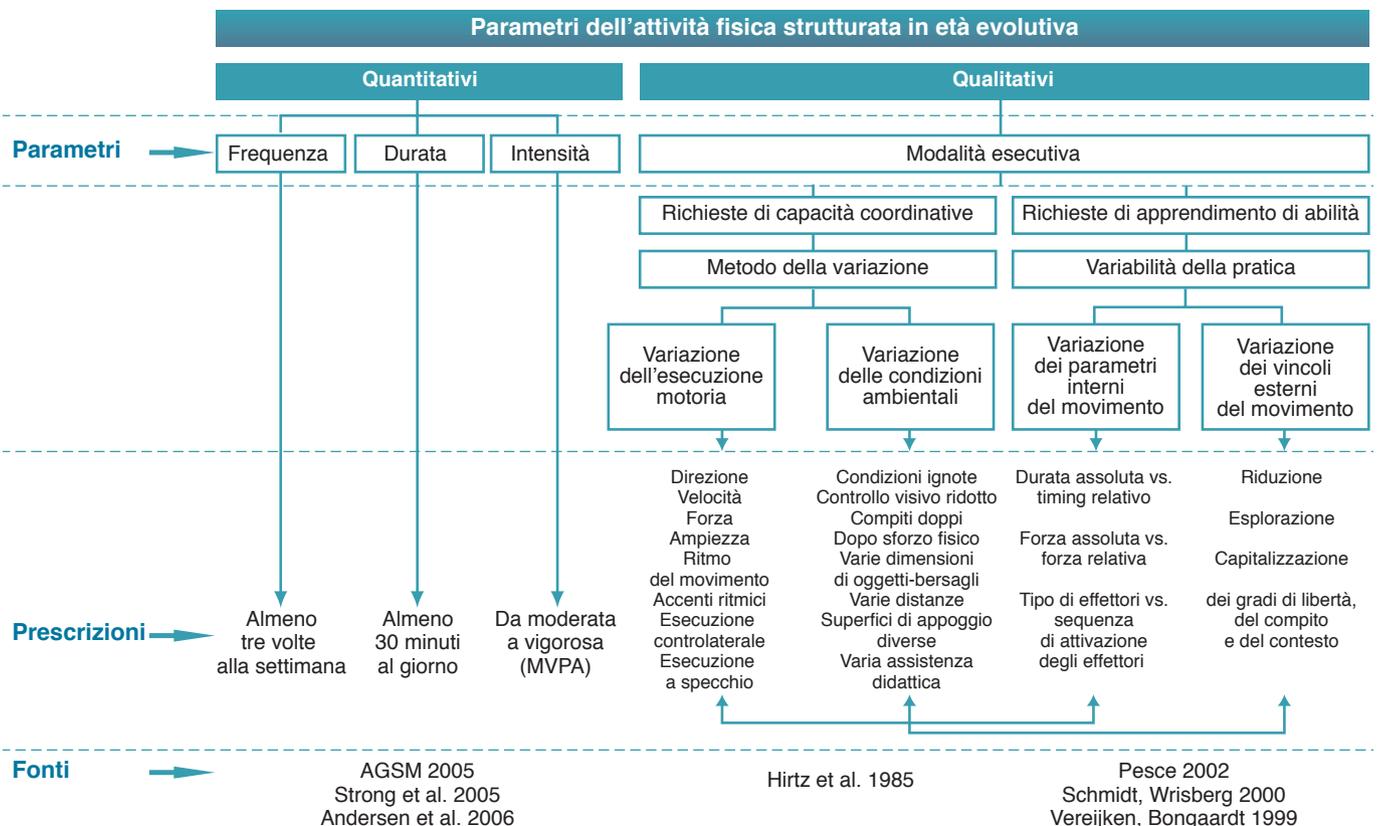


Figura 8 –

esistono affatto linee guida altrettanto strutturate, ma una molteplicità di indicazioni derivanti da *intervention study* che analizzano singoli aspetti qualitativi delle esperienze motorie. Tali parametri qualitativi sono centrati sulla modalità esecutiva dei gesti motori e cioè sulle richieste di capacità coordinative e di apprendimento di abilità che le diverse modalità esecutive comportano (figura 8) Uno dei concetti chiave di un approccio qualitativo all'attività motoria è la *variabilità della pratica* (figura 8).

Su di esso convergono sia le scuole culturali dell'Europa orientale che si sono concentrate sullo studio e sulla valorizzazione delle richieste coordinative dei compiti motori e sportivi (Hirtz et al. 1985; Roth 1989), sia le scuole di pensiero americane che hanno studiato gli aspetti applicativi delle teorie dell'apprendimento motorio (Pesce 2002). È molto interessante notare che esistono convergenze su come realizzare la variabilità della pratica partendo da questi approcci culturali diversi che, per ragioni storiche, sono rimasti quasi completamente segregati per vari decenni. L'approccio cosiddetto *cognitivo* all'apprendimento motorio ha identificato specifiche modalità di variazione dell'esercitazione che risultano essere particolarmente efficaci per ottimizzare l'apprendimento di gesti motori precisi e al tempo stesso adattabili. Operativamente si tratta di prescrivere all'allievo sequenze variate di esercizi che alternano l'esecuzione di gesti motori diversi, oppure di prescrivere variazioni sistematiche dei parametri cosiddetti 'superficiali' dell'esecuzione dei singoli gesti motori, che sono la durata assoluta, la forza assoluta e il tipo di effettori (rispettivamente pratica 'randomizzata' e 'variata', cfr. Pesca 2002 e Schmidt, Wrisberg 2000, per spiegazioni più dettagliate di questi tipi di variabilità della pratica).

Dall'altro lato, l'approccio cosiddetto *ecologico* all'apprendimento evita invece di prescrivere all'allievo a priori determinate variazioni sistematiche dei parametri di movimento, ma si focalizza sulla necessità di variare i gradi di libertà del compito motorio e del contesto per aiutare l'allievo, indirettamente, a scoprire e sperimentare autonomamente molteplici soluzioni del compito stesso (Pesce 2002). Si tratta, operativamente, di aiutare il giovane a scoprire e sperimentare in modo autonomo diverse soluzioni possibili di un dato compito motorio in un dato contesto ambientale accompagnandolo lungo un percorso di scoperta guidata che inizia riducendo i gradi di libertà del compito e del contesto, per poi passare ad esplorarli, fino ad arrivare a sfruttarli e capitalizzarli al meglio (Pesce 2002; Vereijken et al. 1999, per una spiegazione più dettagliata della modulazione dei gradi di libertà).

Contemporaneamente o prima ancora che si diffondessero le conseguenze applicative di questi due principali approcci all'apprendimento motorio, sull'altro versante della cortina di ferro, la scuola europea orientale (Hirtz et al. 1985) proponeva un 'allenamento' delle capacità coordinative, denominato *metodo della variazione*, che riassume in sé proprio le conseguenze operative dei due approcci americani all'apprendimento motorio. Infatti il metodo della variazione consiste da un lato nel *diversificare i parametri dell'esecuzione motoria* (ampiezza, velocità, direzione, posizione di partenza, ritmo e accenti ecc.), dall'altro nel *differenziare i parametri del contesto ambientale* (attrezzi, superfici, stimoli ambientali e afferenze sensoriali, assistenza didattica, etc.) (figura 8). Quindi, da un'analisi integrata di queste fonti culturali, risulta che *per promuovere lo sviluppo delle capacità coordinative è utile combinare entrambi le forme di variabilità della pratica (prescrittiva ed euristica) che vengono consigliate per potenziare l'apprendimento di abilità motorie*. Ciò significa che colui il quale voglia finalizzare correttamente l'apprendimento tecnico-sportivo in età evolutiva, ovvero principalmente allo sviluppo motorio coordinativo e non esclusivamente alla prestazione sportiva, possa integrare efficacemente le variazioni prescrittive dei parametri dell'esecuzione motoria e le variazioni euristiche dei gradi di libertà del compito e del contesto (Pesce 2002). In altre parole, *l'esercitazione prescrittiva di specifiche varianti esecutive, che consente di strutturare e perfezionare programmi motori, non dovrà servire a far raggiungere all'allievo la maestria tecnica, bensì ad arricchire il bagaglio di competenze motorie da mettere a servizio del processo euristico di soluzione di sempre nuovi compiti motori*. Infatti nell'approccio euristico la variabilità esecutiva è intesa come valore da massimizzare nella *produzione* di gesti motori, in quanto indice di creatività motoria (Tocci, Scibinetti 2004). Ciò diverge nettamente da un approccio all'apprendimento motorio finalizzato alla *riproduzione*, quanto più esatta possibile, di specifici modelli di coordinazione motoria quali i gesti tecnici di un dato sport. È da considerarsi che la creatività motoria, al di là del suo importante ruolo nello sviluppo motorio del bambino, ha il valore aggiunto di essere associata a caratteristiche psicologiche positive per lo sviluppo psico-sociale della persona (Scibinetti, Tocci, Zelli 2006), e l'approccio didattico creativo alle attività motorie sembra contribuire significativamente allo sviluppo dell'autostima (Theodorakou, Zervas 2003).

In conclusione, la terza ed ultima informazione che emerge da questo studio è una conseguenza delle precedenti ipotesi applicative e dagli Autori viene esclusiva-

mente accennata. Essa necessiterebbe di ulteriori specifici approfondimenti, escludendo dal contesto del presente lavoro.

È necessario rivedere le filosofie dell'educazione fisica, delle scienze motorie, dell'avviamento allo sport in età giovanile (Bazzano et al. 2007). Quantità e qualità delle attività fisiche in età prescolare devono essere riviste in un'ottica di acquisizione di stili di vita attivi (Riva 2001; Bazzano et al. 2007).

Il problema cruciale di chi si occupa di attività motorie e sportive per bambini è riuscire a coniugare nella pratica l'esigenza di appropriati standard qualitativi e quantitativi del movimento che possano frenare i *trend* involutivi sia sul fronte dell'efficienza fisica per la salute, sia sul fronte dello sviluppo motorio coordinativo (figura 8). Il problema dell'efficienza fisica per la salute che decresce drammaticamente nei bambini non si può risolvere attraverso la traduzione per bambini dei modelli di attività di *fitness* per adulti (Bazzano et al. 2007), così come il problema della selezione e promozione precoce del talento sportivo non può distogliere dall'obiettivo primario dello sviluppo multilaterale delle capacità motorie e dalla consapevolezza che non si deve esaurire rapidamente il potenziale di miglioramento con apprendimenti tecnici fine a se stessi (Pesce 2002).

Note

⁽¹⁾ Per attività fisica non strutturata si intende l'insieme delle attività motorie spontanee o libere che non prevedono la supervisione del professionista di scienze motorie.

⁽²⁾ Le capacità coordinative vengono trattate in questa sede seguendo la categorizzazione proposta da Roth (1989), che si ritiene molto utile dal punto di vista operativo. In primo luogo, Roth considera le richieste di coordinazione motoria lungo il continuum *velocità-precisione*, distinguendo quindi fra capacità di coordinare i movimenti sotto pressione temporale e capacità di coordinare i movimenti con precisione. All'interno delle capacità di coordinazione veloce e precisa, Roth differenzia ulteriormente le capacità coordinative di controllo motorio (i.e. controllo inter-segmentario complesso in condizioni costanti) da quelle di adattamento percettivo-motorio (i.e. adattamento della coordinazione a condizioni ambientali variabili). Ne derivano quattro categorie di capacità coordinative: di *controllo motorio veloce*, di *controllo motorio preciso*, di *adattamento percettivo-motorio veloce* e di *adattamento percettivo-motorio preciso*.

⁽³⁾ Si consideri che non tutti i test motori utilizzati per lo studio trasversale sono presenti in quello longitudinale, in quanto per alcuni di essi (test di Cooper, lancio dorsale, 30 m, 60 m) non esiste un numero sufficiente di casi che hanno ripetuto la rilevazione in I^a e in III^a classe.

Indirizzo degli Autori: IUSM, Dipartimento di scienze della formazione per le attività motorie e lo sport, Piazza L. De Bosis 15, 00194, Roma.

- American College of Sports Medicine, Guidelines for exercise testing and prescription (seventh ed.) New York, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
- Andersen L. B., Harro M., Sardinha L. B., Froberg K., Ekelund U., Brage S., Anderssen S. A., Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study), *Lancet*, 368, 2006, 299-304.
- Azzolini D., Vantini C., Pronti, attenti, via! Una ricerca sulle capacità motorie nelle scuole elementari della provincia di Bolzano, Bolzano, Sovrintendenza Scolastica, 2000.
- Bazzano C., Bellucci M., Efficienza fisica e benessere, Roma, EMSI, 2001.
- Bazzano C., Bellucci M., Faigenbaum A. D., Strategie di contrasto all'obesità ed alla sedentarietà giovanile: linee guida di insegnamento dell'efficienza fisica in età evolutiva, Roma, IRRE del Lazio, 2007.
- Bös K., Motorische Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen, in: Schmidt W., Harman-Tes I., Brettschneider W. D. (a cura di), *Erster Deutscher Kinder- und Jugend-sportbericht*, Schorndorf, Hofmann, 2003, 85-107.
- Bunc V., Jansa P., Kluka D., Prognosis of boy's physical fitness development in the Czech Republic to 2001, *Journal of the International Council for Health, Physical Education, Recreation, Sport and Dance*, 33, 1997, 51-54.
- Davies P. L., Rose J. D., Motor skills of typically developing adolescents: awkwardness or improvement?, *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*, 20, 2000, 19-42.
- Dawson K., Hamlin M., Ross J., Duffy D., Trends in the health-related physical fitness of 10-14 year old New Zealand children, *Journal of physical education New Zealand*, 34, 2001, 26-39.
- Dolmann J., Norton K., Norton L., Evidence for the secular trends in children's physical activity behaviour, *British journal of sports medicine*, 39, 2005, 892-897.
- Dordel S., Kindheit heute: Veränderte Lebensbedingungen = reduzierte motorische Leistungsfähigkeit?, *Sportunterricht*, 49, 2000, 341-349.
- Donati A., Lai G., Marcello F., Masia P., La valutazione nell'avviamento allo sport, Roma, Società Stampa Sportiva, 1994.
- Donati A., Massacesi R., Giampietro M., Caldaroni G., Pelliccia A., Del Ben M., Angelico F., Urbinati G., A new integrated approach to monitor physical activity and sport practice in an Italian population: the 'Di.S.Co.' project, Roma, CNR-CONI, 1993.
- Eggert D., Brandt K., Jendritzki H., Kueppers B., Verändern sich die motorischen Kompetenzen von Schulkindern? Ein Vergleich zwischen den Jahren 1985 und 1995, *Sportunterricht*, 49, 2000, 350-355.
- Eggert D., Ratschinski G., Diagnostisches Inventar psychomotorischer Basiskompetenzen, 1993, Dortmund.
- Eisenmann J. C., Insight into the causes of the recent secular trend in pediatric obesity: common sense does not always prevail for complex, multi-factorial phenotypes, *Preventive Medicine*, 42, 2006, 329-335.
- Eisenmann J.C., Malina R.M., Secular trend in peak oxygen consumption among United States youth in the 20th century, *American Journal of Human Biology*, 14, 2002, 699-706.
- Eurofit, Test europei di attitudine fisica, Roma, Isef Statale, 1993.
- Faigenbaum A. D., Bellucci m., Andamento della frequenza cardiaca nelle lezioni di educazione fisica, *Educazione Fisica e Sport nella Scuola*, 2003, 181-182, 26-30.
- Hirtz P., Arndt H-J., Holtz D., Jung R., Ludwig G., Schielke E., Wellnitz I., Willert H-J., Vilkner H-J., Koordinative Fähigkeiten im Schulsport: Vielseitig - variationsreich - ungewohnt, Berlino, Volk und Wissen Volkseigener Verlag, 1985.
- Ketelhut K., Bittmann F., Bewegungsmangel im Kindersalter: Sind Gesundheit und Fitness heutiger Kinder besorgniserregend?, *Sportunterricht*, 50, 2001, 342-344.
- Mahmoud O., Meszaros J., Szabo T., Secular trend and motor performance scores in Hungarian schoolboys, *Kinesiology*, 34, 2002, 127-133.
- Morrow J. R. Jr, Jackson A. W., Disch J. G., Mood D. P., Measurement and evaluation in human performance, Champaign, Il, Human Kinetics, 2000, 82-105.
- Neumaier A., Mechling H., Allenamento generale o specifico della coordinazione?, *Sds - Scuola dello Sport*, 15, 1996, 36, 47-52.
- Nieber L., L'allenamento della coordinazione nel calcio giovanile, *Sds - Scuola dello sport*, 23, 2004, 62-63, 87-94.
- Pesce C., Insegnamento prescrittivo o apprendimento euristico? Approccio cognitivo e approccio ecologico all'apprendimento motorio a confronto: implicazioni didattiche e prospettive di integrazione, *Sds - Scuola dello sport*, 21, 2002, 55, 10-18.
- Przeweda R., Dobosz J., Growth and physical fitness of Polish youths in two successive decades, *Journal of sports medicine and physical fitness*, 43, 2003, 465-474.
- Raczek J., Entwicklungsveränderungen der motorischen Leistungsfähigkeit der Schuljugend in drei Jahrzehnten (1965-1995), *Sportwissenschaft*, 32, 2002, 201-216.
- Reilly J. J., Jackson D. M., Montgomery C., Kelly L. A., Slater C., Grant S., Paton J. Y., Total energy expenditure and physical activity in young Scottish children: mixed longitudinal study, *Lancet*, 363, 2004, 211-212.
- Roth K., Wie verbessert man koordinative Fähigkeiten?, in: Bielefelder Sportpädagogen (a cura di), *Methoden im Sportunterricht*, Schorndorf, Hofmann, 1989, 76-87.
- Scibinetti P., Tocci N., Zelli A., The relation linking motor creativity, self efficacy for physical tasks and locus of control in Italian children, *Journal of Human movement studies*, 2006.
- Schilling F., Körperkoordinationstest (KTK) für Kinder, Weinheim, Germany, Beltz Test GmbH, 1974.
- Shepard R. J., A need for more experimental studies of physical activity during childhood, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 2003, 915.
- Starosta W., Hirtz P., Sensitive and critical periods in development of coordination abilities in children and youths, *Biology of sport*, 6, 1989, 276-282.
- Strong W. B., Malina R. M., Blimkie C. J. R., Daniels S. R., Dishman R. K., Gutin B., Hergenroeder A. C., Must A., Nixon P. A., Pivarnik J. M., Rowland T., Trost S., Trudeau F., Evidence based physical activity for school-age youth, *Journal of Pediatrics*, 146, 2005, 732-737.
- Telama R., Yang X., Viikari J., Valimaki I., Wanne O., Raitakari O., Physical Activity from Childhood to Adulthood a 21- Year Tracking Study, *American Journal of Preventive Medicine*, 28, 2005, 267-273.
- The Cooper Institute, *Fitnessgram/Activitygram test administration manual*, Champaign, Il, Human Kinetics, 2007.
- Theodorakou K., Zervas Y., The effect of the creative teaching method and the traditional teaching method on elementary school children's self-esteem, *Sport, Education and Society*, 8, 2003, 91-104.
- Tocci N., Scibinetti P., Essere creativi è utile? Studi sulla creatività motoria, *Sds-Scuola dello Sport*, 22, 2004, 58-59.
- Tomkinson G. R., Leger L. A., Olds T. S., Carzola G., Secular trend in the performance of children and adolescent (1980-2000): an analysis of 55 studies of the 20 m shuttle run test in 11 countries, *Sport Medicine*, 33, 2003a, 285-300.
- Tomkinson G.R., Olds T.S., Gulbin J., Secular trend in physical performance of Australian children. Evidence from the Talent Search Program, *Journal of sport medicine and physical fitness*, 43, 2003b, 90-98.
- Vantini C., I lavori in circuito e/o a stazioni, Bolzano, Sovrintendenza Scolastica, 2000.
- Vereijken B., Bongaardt R., Complex motor skill acquisition, in: Vanden Auweele Y., Bakker F., Biddle S., Durand M., Seiler R. (a cura di), *Psychology for physical educators*, Human Kinetics, Champaign, Il, 1999, 73-114.
- Wedderkopp N., Froberg K., Hansen H. S., Andersen L. B., Secular trends in physical fitness and obesity in Danish 9-year-old girls and boys: Odense School Child Study and Danish substudy of the European Youth Health Study, *Scandinavian journal of medicine & scienze in sports*, 14, 2004, 150-155.
- Wilson P. H., Practitioner review: approaches to assessment and treatment of children with DCD: an evaluative review, *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46, 2005, 806-823.
- Wydra G., Das Prinzip Anstrengung im Sportunterricht, in: Christmann E., Emrich E., Flatau J. (a cura di), *Schule und Sport. Berichtsband zum Schulsportkongress des Landessportverbandes für das Saarland vom 17. - 18. 09. 2004 in Saarbrücken*, Schorndorf, Hofmann, 2004, 107-122.

Trainer's digest



Foto: CAZZETTI & MARINICO Editori

Movimento, sovrappeso e obesità

Movimento, gioco e sport sono presupposti essenziali per lo sviluppo fisico, motorio, emotivo, psicosociale e cognitivo dei bambini, la cui naturale spinta al movimento appare oggi notevolmente limitata dall'evoluzione tecnologica, dall'urbanizzazione, dalla scomparsa di spazi per il gioco infantile, dal consumo della televisione e influenzata da modelli di vita familiari e del gruppo dei pari spesso negativi. La maggior parte degli studi sull'effetto dell'attività fisica sulla salute dei bambini e degli adolescenti non si è concentrata sugli effetti positivi, ma soprattutto sugli effetti negativi della scarsità di movimento in particolare sul ruolo che essa ha sullo sviluppo del sovrappeso e dell'obesità. Un recente articolo, pubblicato nella rivista tedesca di medicina dello sport, nel quale alcuni collaboratori dell'Istituto per la ricerca cardiocircolatoria e dell'Istituto per lo sport scolastico e lo sviluppo dello sport della Scuola superiore di sport di Colonia (Graf et al. 2006) hanno riassunto aspetti, rapporti e consigli che riguardano proprio questo problema rappresenta un buon punto di partenza per alcune riflessioni su questa problematica. Nella Repubblica federale di Germania, ricordano gli Autori, circa l'80% dei bambini svolge una qualche attività motoria in una Società sportiva e, nelle fasce d'età fino a 15 anni, ciò riguarda circa cinque milioni e mezzo di bambini e adolescenti. Se ciò è vero, è altrettanto vero però che, in termini assoluti, il tempo medio durante il quale bambini e adolescenti sono in movimento è chiaramente diminuito: Bös et al. (2001) hanno dimostrato che, se in Germania negli anni '70 il volume dell'attività di movimento dei bambini da 6 a 10 anni era tre-quattro ore al giorno, attualmente è drammaticamente sceso a circa un'ora, nella quale i bambini si muovono intensamente solo da 15 a 30 minuti, mentre passano circa nove ore seduti. Altre ricerche riferiscono che, in una giornata, il periodo di tempo durante il quale bambini e adolescenti sono fisicamente attivi va da una a due ore (Kleine 2003). Settimanalmente i maschi si muovono due ore in più delle femmine e l'attività motoria di ambo i sessi aumenta nei fine settimana (da 1,8 ore nei giorni normali a 2,3-2,6 ore nei fine settimana). Negli Stati Uniti, in uno studio longitudinale che ha esaminato, per dieci anni, le attività di tempo libero di 2379 ragazze caucasiche e afroamericane (Kimm et al. 2002) si è rilevato che il consumo di energia, misurato in unità metaboliche (MET), diminuiva notevolmente con l'entrata nella pubertà, che la riduzione più evidente si rilevava tra il 14° e il 16° anno d'età, e che vi erano differenze notevoli tra i due gruppi etnici, con la ragazze afroamericane quasi completamente inattive tra quindici e diciotto anni, mentre ciò riguardava solo due terzi delle ragazze caucasiche. In Europa non esistono ancora ricerche di questa ampiezza, ma alcuni studi di minore ampiezza confermano che, negli ultimi dieci anni, vi è stata una notevole diminuzione di attività ricche di movimenti sia nella vita quotidiana sia nel tempo libero. Quali conseguenze abbia tutto

ciò sulla motricità si vedono nel peggioramento dei risultati in quasi tutte le forme principali di sollecitazione motoria. In Germania una ricerca che ha confrontato la *fitness* di bambini di dieci anni del 1980 con quelle di bambini della stessa età del 2000 ha provato una diminuzione della capacità aerobica, della forza di salto e della flessibilità dal 10 al 20%, sia nei maschi sia nelle femmine (Bös 2003). I risultati del *Shuttle Run Test* di circa 130 000 bambini e adolescenti (da sei a diciannove anni) di undici Paesi dimostrano che, negli anni dal 1981 al 2000 la diminuzione media annuale della capacità di prestazione aerobica è stata di circa lo 0,5% ogni anno, per un totale di circa il 10% (Tomkinson et al. 2003). Il mondo nel quale possono muoversi i bambini è notevolmente cambiato. Alla crescente urbanizzazione e tecnologizzazione si aggiunge, come detto, il ruolo svolto dalla mancanza di modelli familiari. In alcune ricerche statunitensi e tedesche si è rilevato che i figli di genitori fisicamente attivi erano notevolmente più attivi di quelli di genitori sedentari. E se l'importanza dei mezzi audiovisivi come fattore di produzione di sovrappeso e obesità è certa, essa non può essere considerata l'unica causa che determina la mancanza di movimento nella vita quotidiana. In una meta-analisi realizzata da alcuni ricercatori dell'Università statale della California di San Diego (Marshall et al. 2004) nella quale è stata studiata la correlazione tra televisione-videogiochi-computer, contenuto di grasso corporeo e attività fisica in soggetti tra tre e diciotto anni si è visto che era significativa, ma troppo scarso per essere clinicamente rilevante, che vi era una correlazione negativa tra attività fisica/televisione-computer, ma che, anche in questo caso, si trattava di una correlazione debole. Per cui si è giunti alla conclusione che la responsabilità della carenza di movimento deve essere attribuita non solo a televisione-videogiochi-computer, ma anche ad altri fattori, dei quali il principale è la riduzione dell'attività di movimento nella vita quotidiana. Le conseguenze della diminuzione della capacità di prestazione fisica e dello stato di forma degli adulti dovute all'ipocinesi sono ormai provate ma, per quanto riguarda i bambini, non esiste lo stesso numero di ricerche su questo aspetto. Si postula, però, che, a lungo termine, la sedentarietà provocherebbe le stesse conseguenze che sugli adulti. Senza una quantità sufficiente di movimento e possibilità di esercizio fisico vengono a mancare i necessari stimoli allo sviluppo psicomotorio. Il deficit motorio, la scarsa capacità di prestazione motoria e la mancanza di esperienze percettive elementari che ne derivano possono causare un circolo vizioso, per cui la mancanza di esperienze di successo porta sempre più ad evitare le attività motorie e sportive e a preferire un'occupazione sedentaria del proprio tempo libero. Le possibili conseguenze di una limitata esperienza motoria possono essere irrequietezza, goffaggine e rifiuto del movimento come anche labilità emotiva, carenze di concentrazione e di stimoli. Se vi possa anche essere una influenza negativa sui risultati scolastico non è del tutto chiaro. Di questo aspetto e di altri riguardanti gli effetti dell'attività fisica su ragazzi in età scolastica, si sono interessati un gruppo di esperti statunitensi che, per incarico della *Division of Nutrition and Physical Activity and Adolescents and School Health* del *Center for Disease Control and Prevention* del *Department of Health and Human Services* del Governo statunitense hanno sottoposto ad una valutazione sistematica (1220 abstract e 850 articoli, in lingua inglese, dal 1980 ad oggi) gli studi e le ricerche sugli effetti di una attività fisica regolare su numerosi aspetti della salute fisica, della salute mentale, sulla riuscita scolastica, ecc. allo scopo di mettere a punto raccomandazioni sulla quantità e le caratteristiche di un'attività fisico-sportiva in grado di ottenere risultati positivi sia sulla salute che sui comportamenti (Strong et al. 2005). I risultati di tale ricerca – approdata come altre alla conclusione che i ragazzi in età scolare dovrebbero partecipare *quotidianamente* ad un'ora o più di attività fisiche e sportive d'intensità da media ad elevata, adeguata alle loro capacità, divertente e basata su tipi diversi di attività – hanno messo in luce come vi siano prove scientifiche sufficienti che permettono di individuare effetti positivi dell'attività fisica, ad esempio, sul sovrappeso e l'obesità. A tale proposito occorre ricordare, ancora una volta, come questi rappresentino un problema di rilevanza sociale anche nel nostro Paese. Secondo i risultati dell'indagine Multiscopo del 2000 condotta dall'Istat che riportano lo stato dell'arte del sovrappeso e dell'obesità infantile e adolescenziale in Italia (Brescianini, Gargiulo, Granicolo 2000) nel campione totale

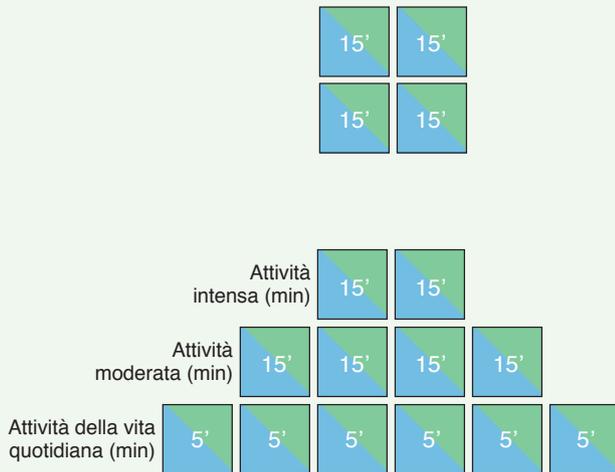


Figura 1 – Rappresentazione schematica della piramide del movimento infantile per i consigli concreti vedi tabella sotto.

(maschi e femmine) dai 6 ai 17 anni, si rilevava un 20% di soggetti in sovrappeso e un 4% di soggetti obesi. È ormai accertato che, oltre ad uno stato socioeconomico o un livello di istruzione bassi, a un ambiente che non offre stimoli e possibilità di movimento, alle molte ore trascorse quotidianamente davanti alla televisione o al computer, la diminuzione dei movimenti nella vita quotidiana rappresenti uno dei fattori essenziali del sovrappeso e dell'obesità. Già nel 1956, gli statunitensi Johnson, Burkes, Mayer, autori del primo articolo citato su *Med-line* sul rapporto tra sedentarietà e obesità nelle studentesse delle *High-School*, scrivevano che l'aumento di massa corporea nelle allieve sovrappeso della scuola del Massachusetts avveniva principalmente nei mesi invernali e lo attribuivano alle scarse possibilità di movimento tipiche della stagione più fredda dell'anno. Attualmente, oltre ad altri fattori un ruolo fondamentale nello sviluppo del sovrappeso, anche se non determinante, viene attribuito alla televisione: infatti, già nella scuola dell'infanzia si trova una correlazione tra sovrappeso e elevato consumo televisivo (Rapp et al. 2005) mentre negli adolescenti che passano più di cinque ore quotidiane davanti al televisore, la probabilità di diventare obesi sarebbero circa tre volte maggiori di quella dei loro coetanei che ne passano solo tre (Gortmaker 1996). Perciò molti gruppi di lavoro, specie anglo-americani concentrano i loro programmi d'intervento sulla riduzione del consumo di televisione, anche perché il tempo trascorso immobili davanti ad essa spesso è accompagnato da un consumo più elevato di calorie e da una

diminuzione del BMR (*Basal Metabolic Rate*, indice metabolico basale). Una conseguenza della mancanza di movimento – si tratta di un risultato che si rileva in tutte le classi d'età, dalla scuola dell'infanzia all'adolescenza – è che i bambini e gli adolescenti sovrappeso o obesi si distinguono negativamente dai loro coetanei normopeso per la loro capacità di prestazione fisica, anche se criticamente ci si deve chiedere se ciò rappresenti una conseguenza del fatto che muovono di meno a causa del loro peso elevato o se, invece, possibili deficit motori abbiano prodotto frustrazione, crescente inattività e, quindi, sovrappeso e obesità. Sicuramente continue frustrazioni nelle prestazioni fisiche, nei giochi e nelle attività sportive sono un fattore che contribuisce ad allontanare dall'attività fisica e che porta a preferire attività sedentarie con la relativa cattiva alimentazione. Secondo ricerche condotte in Germania (Graf, in stampa) in un *follow up* quadriennale si è riusciti a dimostrare che, indipendentemente da un intervento preventivo scolastico, bambini che erano obesi nel primo anno scolastico per l'80% continuavano a restare tali anche alla fine del quarto anno scolastico e non presentavano alcun miglioramento delle prestazioni, sia nella corsa sia nella coordinazione. È interessante notare che alcuni ricercatori belgi dell'Università di Lovanio (Deforche 2003) hanno rilevato, in soggetti sovrappeso e obesi, risultati peggiori nei test nei quali era importante il peso corporeo, ad esempio quelli di resistenza, ma non in quelli indipendenti da un elevato peso corporeo. Risultati simili sono stati trovati dai ricercatori dell'Istituto di cardiologia della Scuola superiore di sport di Colonia (Dordel et al. 2005) per quanto riguarda la mobilità articolare o compiti coordinativi nei quali non si deve spostare tutto il peso corporeo. Le esperienze di successo che si possono produrre in questi tipi di compiti motori indicano, quindi, una strada che potrebbe essere battuta nei programmi terapeutici per aumentare la motivazione e contribuire al miglioramento delle capacità psicomotorie di bambini e adolescenti sovrappeso e obesi. Graf et al. (2006) ricordando che le influenze negative della sedentarietà sulla salute degli adulti sono state provate più volte, e che fattori di rischio cardiovascolari e problemi ortopedici dovuti all'obesità si rilevano già nei bambini – anche se si può solo supporre che siano legati alla mancanza di movimento – affrontando la domanda di quali debbano essere il volume e l'intensità dell'attività motoria infantile per garantire uno sviluppo sano osservano come ad essa non si possa dare una risposta certa. Come possibili raccomandazioni citano quelle della *American Heart Association* – un'ora quotidiana di movimento, limitazione dell'inattività completa a meno di due ore – o l'utilizzazione della cosiddetta *Piramide motoria dei bambini* (vedi tabella 1, figura 1). La situazione attuale e l'importanza del movimento per i bambini e gli adolescenti rendono indispensabile che nell'ambiente in cui vivono e si sviluppano si creino sufficienti possibilità e occasioni per la loro attività motoria, aumentando, ad esempio, le zone dedicate al gioco infantile nelle aree urbane, creando percorsi sicuri per andare e tornare da scuola a piedi, aprendo i cortili, le palestre e gli impianti sportivi scolastici nelle ore in cui non c'è lezione e durante le

	Quotidianamente (min)	Intensità	Scala di Borg	Esempi
Attività intense	2 x 15 min totale: 30 min	Sudorazione o affanno	≥ 6 = faticosa	Educazione fisica scolastica, attività di tempo libero, ad es. giocare con gli amici
Attività moderate	4 x 15 min totale: 60 min	Senza sudorazione o affanno	3-5 abbastanza faticosa	pattinare in linea, giochi di movimento, ecc.
Attività della vita quotidiana	6 x 5-10 min minimo 30 min	–	–	Andare a scuola, fare commissioni andando a piedi, in bicicletta, o con i pattini, aiutare nelle faccende di casa, ecc.
Inattività: (oltre le ore di scuola)	da 6 a 12 anni massimo un'ora > 12 anni massimo due ore	–	–	Televisione, PC, playstation

Tabella 1 – Consigli sulla Piramide del movimento infantile (da Graf et al. 2006).

CHILT I – Prevenzione primaria – Iniziato nel 2001 in dodici scuole elementari

- Educazione sanitaria (insegnamento generale, a orientamento pratico, 1 h per settimana)
- Pausa attiva (quotidiana)
- Pausa con attività motoria (quotidiana)
- Potenzialità: modello di lezione d'educazione fisica
- Individuazione dei cosiddetti bambini a rischio (II fase)

CHILT II – StEP iniziato in tre scuole elementari

StEP TWO (Sport-Ernährung-Prävention, prevenzione attraverso sport e alimentazione) – Criterio di ammissione:

BMI maggiore/uguale al 90° percentile secondo Kromeyer-Hauschild et al. Intervento (durata 1 anno): oltre alla partecipazione al CHILT I nell'insegnamento scolastico normale, per questi bambini è prevista un'assistenza intensiva e un'intervento specifico di sostegno basato su un'unità di educazione alimentare, 60-90 minuti di sport due volte alla settimana e ogni semestre un incontro serale con i genitori sull'alimentazione e le modificazioni del comportamento.

CHILT III – Prevenzione secondaria presso la Scuola superiore di sport di Colonia

Criterio di ammissione: da otto anni d'età, BMI superiore o uguale al 97° percentile secondo Kromeyer-Hauschild et al.

Intervento (durata 1 anno): programma di attività sportiva due volte alla settimana insieme a una consulenza regolare intensiva sull'alimentazione e assistenza psicologica sia dei bambini sia dei loro genitori.

Tabella 2 – Il programma di CHILT (acronimo di *Childrend's Health Interventional Trial*) un programma di prevenzione per i bambini, in tre fasi, promosso dall'Istituto di medicina dello sport e di ricerca cardiocircolatoria della Scuola superiore di sport di Colonia, in collaborazione con l'Istituto per la didattica dello sport e con l'Istituto per lo sport individuale (attualmente Istituto per la motricità e la tecnica del movimento) (da Graf et al. 2006).

vacanze, offrendo possibilità di movimento nelle scuole dell'infanzia e nelle scuole elementari, soprattutto nel quadro del tempo pieno. Negli Stati Uniti, il *Committee of Sports Medicine and Fitness and Committee of School Health* dell'*American Academy of Pediatrics* nel 2000 ha formulato alcune proposte molto chiare dirette a migliorare il tempo dedicato al movimento e quindi la capacità di prestazione fisica degli allievi delle scuole:

- formulare programmi che promuovano un'attività fisica divertente per tutto l'arco della vita, che comprendano:
 - un'educazione fisica globale, preferibilmente quotidiana, e un'educazione sanitaria dalla scuola dell'infanzia fino a dodici anni d'età;
 - lo stanziamento di risorse adeguate per la realizzazione dei programmi, per il personale, per le attrezzature e per gli impianti;
 - l'impiego di specialisti in educazione fisica e di insegnanti specificamente preparati per i programmi di educazione fisica e quelli di educazione sanitaria;
- insegnamenti e programmi di attività fisica nelle scuole che vengano incontro ai bisogni e agli interessi di tutti gli allievi, compresi quelli che presentano infermità, menomazioni, alterazioni dello sviluppo, disabilità, obesità, stili di vita sedentari e non sono interessati agli sport di squadra o alle tradizionali attività sportive competitive.
- La creazione di condizioni che, dal punto di vista fisico e sociale, stimolino e rendano possibili attività fisiche in ambienti sicuri, le cui componenti sono la supervisione degli adulti, programmi d'insegnamento e istruzione con metodi adeguati di allenamento, attrezzature, indumenti e impianti sicuri.
- Programmi scolastici di educazione fisica e sanitaria che aiutino gli allievi a sviluppare conoscenze, atteggiamenti, abilità motorie, comportamenti e la fiducia necessarie ad uno stile di vita fisicamente attivo.
- Un'attività fisica extra-curricolare (da svolgere al di fuori delle normali lezioni di educazione fisica) che si rivolga ai bisogni e agli interessi di tutti gli allievi.
- L'inserimento di genitori e insegnanti nei programmi di attività fisica extracurricolare, in modo tale che sostengano la partecipazione dei loro figli ad attività sportive e prendano coscienza dell'influenza che possono esercitare come modelli di uno stile di vita attivo.
- Prevedere programmi di formazione di insegnanti, allenatori, animatori di attività ricreative, educatori sanitari e personale scolastico in grado di promuovere tra i giovani l'educazione ad uno stile di vita attivo, che preveda la pratica dell'attività per tutto l'arco della vita.
- Valutare regolarmente i programmi scolastici di educazione e di attività fisica, comprese le modalità d'insegnamento, la natura e il livello dell'attività degli allievi, l'adeguatezza e la sicurezza degli impianti.

In Germania sono stati ottenuti risultati sulla promozione della salute nella scuola che dimostrano come misure d'insegnamento dirette a creare una maggiore attività fisica scolastica possano, sicuramente, condurre ad un miglioramento di alcune capacità coordinative selezionate, ma che di esse non profitano i bambini sovrappeso o obesi (Graf et al., in stampa). Risultati positivi, però si possono ottenere con una prevenzione selettiva nella scuola elementare e con programmi specialmente diretti a bambini sovrappeso od obesi. Così, nel quadro dello *StEP TWO Sport – Ernährung – Prävention (CHILT II)*, un programma per i bambini sovrappeso e obesi delle scuole dell'infanzia, svolto in tre fasi (cfr. tabella 2), Graf, Koch et al. (2005) sono riusciti a provare che programmi che prevedono un intervento nella scuola e nelle famiglie possono condurre a un minore aumento dell'indice di massa corporea (BMI) e della circonferenza addominale, alla diminuzione della pressione sistolica e a un incremento della capacità di resistenza. Sembra, quindi, che un intervento adeguato possa essere utile per i bambini obesi, mentre per quelli "solo" sovrappeso un effetto positivo si ottiene già mettendo in luce l'esistenza di questo stato (Graf et al., in stampa). Se si parte da questi risultati, e da quelli di altri modelli di intervento, si vede che occorre sempre tenere conto dell'intero ambiente in cui vive il bambino: famiglia, scuola dell'infanzia o scuola elementare, opportunità di movimento offerte nel tempo libero, condizioni di spazio. Oltre alle informazioni e alla sensibilizzazione verso questa problematica di genitori, insegnanti delle scuole dell'infanzia ed elementari, occorre coinvolgere anche i medici scolastici e i pediatri perché individuino precocemente stati di sedentarietà e i sintomi ad essi associati in modo da prevedere un intervento terapeutico. Genitori ed educatori non dovrebbero dimenticare il loro ruolo di modelli. Se si vuole poi che scuole dell'infanzia, scuole elementari e quartieri d'abitazione offrano spazi adeguati e attraenti per il movimento infantile è assolutamente necessario che di queste problematiche si facciano carico le Autorità amministrative locali e statali e le forze politiche, come elementi costitutivi di una politica di promozione della salute nella quale l'intervento diretto a contrastare le conseguenze della mancanza di movimento e dei fenomeni ad essa connessi sia un elemento determinante. I segnali d'allarme sulla diffusione dei fenomeni legati alla mancanza di movimento e al sovrappeso in bambini, adolescenti e adulti sono tali, infatti, che non è difficile prevedere che, senza misure adeguate, nel futuro l'incremento delle patologie che essi provocano abbia buone probabilità di diventare di dimensioni tali che anche il migliore sistema sanitario nazionale difficilmente sarà in grado di farvi fronte.

Mario Gulinelli

(La bibliografia del presente Training'digest può essere consultata sul sito www.calzetti-mariucci.it)

Roberto Colli, *Facoltà di Medicina e chirurgia, Corso di laurea in Scienze motorie, Università di Roma Tor Vergata, Federazione italiana pallacanestro, Roma*; Antonio Buglione, *Facoltà di Medicina e chirurgia, Corso di laurea in Scienze motorie, Università di Roma Tor Vergata*; Elisabetta Introini, *Federazione italiana kayak*; Stefano D'Ottavio, *Facoltà di Medicina e chirurgia, Corso di laurea in Scienze motorie, Università di Roma Tor Vergata, Federazione italiana gioco calcio*

L'allenamento intermittente tra scienza e prassi

45

Costo energetico della corsa a navetta e della corsa in linea, indicazioni metodologiche e test per la programmazione dell'allenamento intermittente

Foto Scuola dello Sport

Il costo energetico della corsa a navetta su distanze brevi come 10 e 20 metri è stato misurato in diretta mediante metabolimetro portatile Cosmed K4 2, e posto a confronto con il costo energetico rilevato invece durante corse lineari. Successivamente sono state elaborate le equazioni utili a definire le velocità ed i ritmi di un piano di allenamento che si avvale della metodica intermittente. Ai fini di aprire un dibattito critico viene espresso un disaccordo sul fatto che normalmente le velocità raggiunte durante l'ultimo step del test di Léger o dello Yo-Yo endurance vengono correlate al $\dot{V}O_2$ max. Anche in questo caso la tesi sostenuta nell'articolo è validata dal controllo in diretta del consumo di ossigeno durante l'esecuzione del test. Infine si propone un semplice test submassimale da campo per gli sport di squadra, utilizzando una corsa a navetta su 20/22 m con la metodica intermittente 20 s/20 s, che consente di valutare il grado di fitness aerobica e se il soggetto in questione ha bisogno di un supplemento di lavoro metabolico, oppure dispone dei presupposti aerobici minimi che soddisfano i target degli sport e dei relativi modelli fisiologici della prestazione.

Introduzione

Negli sport di squadra è sempre più diffuso l'uso dei test a navetta su una distanza di 20 m. Tali test derivano da un'applicazione del test di Léger (Léger e coll. 1980); in essi l'atleta è sottoposto a seguire un dettato sonoro che scandisce il tempo e quindi la velocità di percorrenza che, durante il test, cresce secondo frazioni di tempo diverse nei vari protocolli proposti. Abbastanza recentemente Bangsbo et al. (1992) hanno codificato vari test a navetta, tra cui lo *YO-YO endurance test* che risulta tra i più utilizzati. Alcuni Autori propongono di considerare le velocità massimali raggiunte nell'ultimo step di tali test come determinazione della VAM (velocità massima aerobica) e, facendo ricorso ad elaborazioni teorico matematiche, come predittori del $\dot{V}O_2$ max del soggetto. Dalla letteratura si evince che poco si è indagato per monitorare e quantificare il costo energetico (CE) della corsa a navetta. In un articolo pubblicato su questa rivista, Bisciotti e coll. (Bisciotti 2000) hanno indicato, tramite calcoli teorici, quanto può aumentare il CE di tale corsa alle varie velocità, riportando una formula:

$$VAM = 1,50 \cdot \text{velocità navetta} - 4,01$$

e proponendola agli addetti ai lavori al fine di pianificare gli esercizi di allenamento. Prendendo spunto da questa ragionevole proposta nella nostra ricerca, quindi, abbiamo voluto verificare se l'aumento del CE nella corsa a navetta segua effettivamente un'equazione teorica rettilinea.

Per questa ragione, presso il laboratorio di ricerca "Carmelo Bosco" del Corso di Laurea in Scienze Motorie dell'Università Tor Vergata di Roma, abbiamo realizzato una serie di esperienze volte a determinare il costo energetico della corsa a navetta tramite metabolimetro portatile (Cosmed K4b2) ottenendo alcuni riscontri, a nostro avviso di un certo interesse scientifico, ma soprattutto di un certo interesse pratico vista la loro diretta applicabilità.

Per tali esperienze abbiamo utilizzato dieci soggetti, studenti del corso di Laurea in Scienze Motorie, tutti praticanti attività sportive (età media $26,7 \pm 4,7$; altezza media $178,0 \pm 6,4$; peso medio $75,1 \pm 6,4$) e abbiamo misurato il CE della corsa continua a 10,29 km/h (tale velocità deriva dalla possibilità di identificare ogni 20 metri ed ogni 7 s la correttezza della stessa tramite conetti posti a terra e l'utilizzo di una base acustica computerizzata). In seguito abbiamo confrontato questi stessi soggetti su una corsa alla stessa velocità media sviluppata su tratti da 20 metri da percorrere a navetta (avanti ed indietro). La durata della prova in entrambi i casi era di 6 min.



FOTO CALZETTI & MARIUCCI EDITORI

Numero soggetti (10)	CE (J/m/kg)	$\dot{V}O_2$ (l/min)	Lattato (mM/L)
Corsa continua in linea a 10,29 km/h	4,67 ± 0,18	2,89 ± 0,26	2,3 ± 1,0
Corsa a navetta continua su 20 m a 10,29 km/h	5,20 ± 0,13	3,19 ± 0,25	3,40 ± 1,9
Differenza	11%	10%	
P <	0,001	0,001	0,001

Tabella 1 –

In questo caso, sui dieci soggetti abbiamo ottenuto i risultati riportati nella tabella 1. Dall'analisi dei dati risulta, quindi, che correre ad una velocità di 10,29 km/h a navetta costa circa l'11% in più rispetto alla corsa in linea.

La velocità quindi, conosciuto il CE ed il $\dot{V}O_2$, può essere così ricalcolata¹:

$$\begin{aligned} \text{Velocità della corsa in linea} &= \\ &= \dot{V}O_2 (\text{navetta}) / \text{CE} (\text{corsa in linea}) \\ &\text{cioè:} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &42,48 \text{ ml } O_2 / \text{min} / \text{kg} \cdot 21 \\ &(\text{conversione da ml } O_2 \text{ a Joule}) / 4,67 = \\ &= 191 \text{ m/min ovvero } 11,46 \text{ km/h} \end{aligned}$$

In questo caso pertanto correre a 10,29 km/h a navetta costa come correre in linea a 11,46 km/h. Ciò evidentemente è dovuto ad un maggior costo metabolico dovuto ad azioni muscolari di frenata e ripartenza. Aumentando l'intensità di corsa, come previsto in genere nei protocolli di valutazione,

si riscontra che il CE cambia in misura molto più veloce di quanto non fosse stato calcolato teoricamente da altri Autori.

Il nostro studio si è basato sulla misurazione del CE a velocità molto più elevate, ricorrendo alla verifica sperimentale basata sul confronto tra CE della corsa a navetta intermittente (con pause comprese tra 5 s e 30 s) e quello della corsa continua a navetta. Tale procedura è stata utilizzata poiché non è pensabile sostenere a navetta uno sforzo, per esempio, di 14 km/h, per più di un tempo limitato di 60 s o poco più, e quindi non avremmo potuto calcolare in maniera ottimale il CE.

Quindi abbiamo fatto correre i nostri studenti alla stessa velocità sia in corsa continua a navetta che intermittente sullo stesso percorso a navetta di 20 metri.

Entrambe le modalità di effettuazione delle prove sono durate 6 min alla velocità di 10,29 km/h, per 8 volte 6 x 20 metri in 42 s, con recupero di 21 s nel caso della navetta intermittente (tabella 2).

Numero soggetti (10)	CE (J/m/kg)	$\dot{V}O_2$ netto (ml/min)	Lattato netto (mM/L)
Corsa intermittente a navetta su 20 m a 10,29 km/h, 42 s/21 s rec.	5,61 ± 0,15	2,42 ± 0,2	2,2 ± 0,8
Corsa a navetta continua su 20 m a 10,29 km/h	5,19 ± 0,13	3,19 ± 0,33	3,4 ± 1,9
Differenza	8,1%	-31,4%	
P <	0,01	0,001	0,05

Tabella 2 –

Valori medi su sei soggetti (velocità, e tempo di corsa/recupero)	CE (J/m/kg)	$\dot{V}O_2$ /kg netto esercizio	$\dot{V}O_2$ /kg steady state	Lattato (mM/l)
Corsa intermittente a 10,29 km/h 42s/21s	5,58 ± 0,15	32,4 ± 0,90	30,9 ± 0,9	2,3 ± 0,8
Corsa intermittente a 11,43 km/h 36s/18s	5,82 ± 0,15	35,7 ± 1,10	33,2 ± 1,4	2,5 ± 1,0
Corsa intermittente a 12 km/h 36s/18s	6,03 ± 0,22	38,0 ± 0,22	36,6 ± 1,7	2,7 ± 1,1
Corsa intermittente a 13,68 km/h 20s/20s	6,67 ± 0,15	36,2 ± 0,80	35,0 ± 0,7	3,1 ± 1,5
Corsa intermittente a 14,4 km/h 20s/20s	7,23 ± 0,22	41,3 ± 1,20	39,5 ± 2,1	7,0 ± 3,2
Corsa intermittente a 15,84 km/h 15s/30s	8,29 ± 0,18	34,8 ± 0,70	32,8 ± 1,5	4,4 ± 1,6

Tabella 3 –

In pratica è risultato che (cfr. tabella 2) quando si corre a navetta con metodica intermittente il CE (a parità di velocità) è superiore del 8,1%, e ciò potrebbe essere spiegato:

- dal possibile maggior costo in O_2 dovuto alla resintesi della CP;
- dalla necessità di una ripartenza da fermo nella navetta intermittente che risulta meno economica rispetto al lavoro continuo, dove si utilizza sempre la componente elastica dei muscoli delle gambe, dovuta alla frenata ed alla ripartenza che evidentemente fanno risparmiare qualcosa in termini di costo metabolico.

Detto ciò abbiamo sviluppato diversi protocolli nei quali diminuendo la durata della fase attiva ed aumentando le intensità di corsa abbiamo determinato i CE a velocità diverse comprese tra 10 e 16 km/h, mantenendo la durata dell'esercizio intorno ai 6 min.

Tutti i dati (valori medi ± DS) riportati nella tabella 3 si riferiscono all'esercizio intermittente compiuto da sei soggetti.

Da questi valori facilmente ricaviamo una equazione che ci descrive l'andamento del CE della corsa a navetta su 20 metri a velocità diverse.

$$\text{Corsa navetta 20 m} = 0,0673 \text{ velocità navetta}^2 - 1,2732 \text{ velocità navetta} + 11,576$$

$$R^2 = 0,9981$$

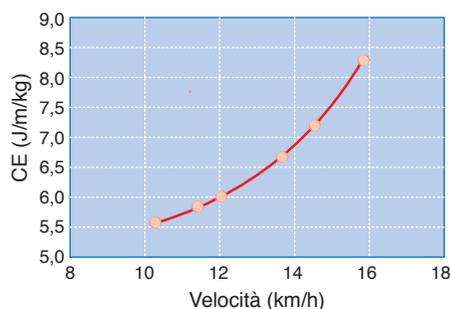


Figura 1 –

Dall'equazione descritta nella figura 1, quindi, è possibile ricavare tutte le relazioni esistenti tra le diverse velocità a navetta su 20 metri e le velocità lineari corrispondenti.

Purtroppo l'equazione non è lineare, quindi è leggermente più complicata, ma si tratta solo di un'equazione di 2° grado, facilmente risolvibile.

$$\text{CE navetta} = 0,0673 \cdot \text{velocità navetta}^2 - 1,2732 \cdot \text{velocità navetta} + 11,576$$

Dove la velocità è in km/h e si riferisce alla velocità media sulla navetta di 20 metri.

Da questa equazione è possibile quindi ricalcolare quale sarebbe la velocità del soggetto se corresse in linea (CE corsa in linea dei nostri soggetti = 4,67 J/m/kg).

Velocità (km/h) navetta 20 m	Secondo Colli et al.	Secondo Bisciotti et al.
10	11,94	10,99
11	13,46	12,49
12	15,39	14,01
13	17,81	15,51
14	20,81	17,01
15	24,48	18,52
16	28,89	20,02

Tabella 4 –

La tabella 4 mostra i dati teorici proposti da Bisciotti e coll. (Bisciotti 2000) confrontati con i dati da noi ottenuti attraverso la misurazione diretta del $\dot{V}O_2$ e del relativo CE.

Come possiamo notare i dati si differenziano in quanto probabilmente non è possibile affidarsi ad una semplice ipotesi meccanica e matematica che evidentemente, seppur apprezzabile, risulta non corrispondere alla realtà.

Escluse le velocità inferiori ai 12 km/h, il costo energetico risulta pertanto crescere non in maniera lineare, ma parabolica e quindi gli errori aumentano all'aumentare della velocità, tanto che già a 14 km/h l'errore è di oltre 3 km/h, a 16 km/h circa 9 km/h (circa il 30%). Ciò va sottolineato soprattutto in quanto sono proprio queste

le velocità medie più utilizzate dai preparatori e metodologi dell'allenamento soprattutto negli sport di squadra.

L'equazione corretta perciò risulta essere:

$$\begin{aligned} \text{Velocità in linea} &= \\ &= 0,289 \cdot \text{velocità navetta}^2 - \\ &- 4,727 \cdot \text{velocità navetta} + 30,36 \end{aligned}$$

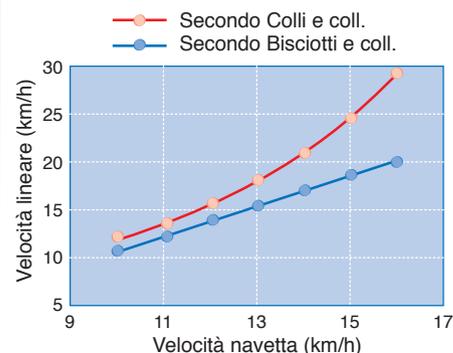


Figura 2 –

Nella figura 2 viene rappresentata la curva da noi ottenuta insieme a quella proposta da altri Autori derivata però da calcoli teorici.

Un altro aspetto dal quale i dati sperimentali ci dissuadono, è quello di calcolare la VAM dall'ultima velocità dello step raggiunto nel test a navetta.

Le nostre esperienze ci portano a sostenere, invece, che la VAM (velocità aerobica massima) andrebbe individuata attraverso altri calcoli, che debbono tenere conto del CE della tipologia della corsa a cui ci si sottopone.

Da alcuni studi da noi condotti sul CE del calciatore professionista (Buglione, Colli, D'Ottavio 2005 non pubblicati), appare che la sua economia di corsa non è particolarmente elevata ed il suo CE si aggira intorno ai 4,5 J/m/kg, a differenza dei maratoneti e corridori che si situano nettamente sotto i 4 J/m/kg.

Se consideriamo che un calciatore medio presenta un $\dot{V}O_{2max}$ di circa 60 ml/min/kg, la VAM si calcola dividendo la quota utile di $\dot{V}O_{2max}$ (56 ml/min/kg che va moltiplicato

Step Yo-Yo endurance	Velocità navetta (m/s)	CE navetta (J/m/kg)	$\dot{V}O_2$ netto esercizio (ml/min/kg)	Velocità lineare (km/h)
5	10,00	5,5740	44,20	11,96
6	10,50	5,6272	46,90	12,68
7	11,00	5,7141	49,90	13,49
8	11,50	5,8346	53,30	14,40
9	12,00	5,9888	57,00	15,42
10	12,50	6,1766	61,30	16,57
11	13,00	6,3981	66,00	17,85
12	13,50	6,6532	71,30	19,27
13	14,00	6,9420	77,10	20,86
14	14,50	7,2644	83,60	22,60
15	15,00	7,6205	90,70	24,53

Tabella 5 –

per 21 per trasformarlo in J/min/kg) per il CE (4,5 J/m/kg). Dividendo questi due dati otteniamo 261,33 m/min che corrispondono a 15,68 km/h.

Lo stesso soggetto che raggiunge una velocità di 14 km/h nel test a navetta, secondo precedenti lavori (ad esempio, Bisciotti e coll. 2000) avrebbe una VAM di 17 km/h in linea, evidentemente sovrastimata.

Il CE nella corsa dei calciatori ci risulta più elevato di quello a cui siamo abituati dalla letteratura (circa 4 J/m/kg), e se prendiamo quello dei giocatori di pallacanestro è ancora più elevato (ci avviciniamo ai 5 J/m/kg, dati di di Prampero e coll. 2003).

D'altro canto è noto che in un test a carichi crescenti (ad esempio sul nastro trasportatore) la velocità di esaurimento (cioè quella a cui si ferma il corridore) non corrisponde alla VAM, ma alla capacità di stimolare il $\dot{V}O_2$ max congiuntamente alle capacità di contrarre un debito anaerobico: la quota di acido lattico che si rileva al termine di tale prova risulta di 9-13 mM, cui va aggiunta la quota della componente anaerobica alattacida che si aggira intorno a 30 ml/kg. Le due quote anaerobiche sono distribuite su tutto il test in quanto il rifornimento di ossigeno avviene ad ogni istante e si esprime in ml/min/kg, mentre il debito anaerobico viene considerato come quantità fissa espressa in ml/kg.

È quindi lecito supporre che la VAM non corrisponda alla velocità di esaurimento del test di Léger o di Yo-Yo endurance, e soprattutto non si dovrebbe stimare il valore del $\dot{V}O_2$ max dalla velocità di esaurimento, che sul piano metodologico risulta evidentemente - ancora più errato.

Utilizzando quindi tali assunti fisiologici, vengono di seguito (tabella 5) ricalcolati i riferimenti per l'allenamento.

Si desume quindi che identificare la VAM con la velocità raggiunta al termine del test rappresenta una procedura assolutamente inadeguata, in quanto al termine del test il soggetto richiede una potenza metabolica pari ad almeno il 30-50% in più della massima potenza aerobica (60-65 ml/ O_2 /kg) come possiamo vedere dalla tabella 5 che tiene conto del CE della corsa a navetta da noi misurato.

Tanto per avere un'idea, la VAM nella navetta 20 m di un giocatore che ha circa 57 ml/min/kg è (come si ricava dalla tabella) di circa 12 km/h. Ciò si ottiene con un semplice calcolo:

$$\begin{aligned} \dot{V}O_2 &= (CE \cdot \text{velocità navetta}) \\ &\text{e cioè trasformando il dato in unità di} \\ &\text{misura più comunemente utilizzate:} \\ &(5,98/21) \cdot (12 \cdot 1000/60) = \\ &= 57 \text{ ml/min/kg.} \end{aligned}$$

Ove 21 è l'indice di conversione di 1 ml di O_2 in joule e 12 indica la velocità in km/h. Il nostro gruppo di studio, inoltre, tramite il monitoraggio in diretta del $\dot{V}O_2$ ha rilevato che il soggetto con tale $\dot{V}O_2$ max prosegue tranquillamente il suo test Yo-Yo endurance per almeno altri 3 step, pur

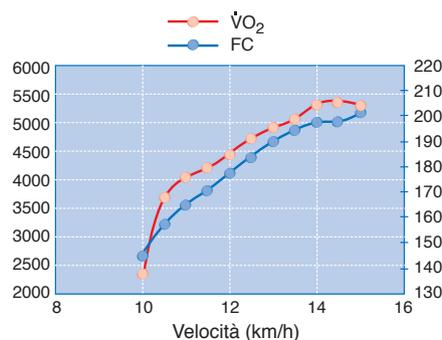


Figura 3 –

senza praticamente aumentare il suo $\dot{V}O_2$, anche se la potenza metabolica richiesta corrisponde a 71 ml/min/kg, chiaramente dovuta ad un massiccio ricorso alle fonti energetiche anaerobiche.

Nella figura 3 è possibile verificare come si sviluppa il $\dot{V}O_2$ durante un test navetta di uno dei giocatori che è stato sottoposto al test di Léger (o Yo-Yo endurance) (figura 3). È interessante notare come il $\dot{V}O_2$ max si raggiunga tre step prima dell'esaurimento, mentre la FC continua ad aumentare.

È facilmente visibile, pertanto, che per sviluppare una velocità di 14 km/h a navetta (quindi nella fase terminale del test di Léger o Yo-Yo endurance) occorre una richiesta energetica pari a 77 ml/min/kg. Quindi di almeno 17 ml/min/kg superiore al $\dot{V}O_2$ max dei giocatori di sport di squadra riportato nella letteratura specializzata.

In sostanza il test di Léger o Yo-Yo endurance test individuano, quindi, una potenza complessiva erogata che non è certamente predittiva del $\dot{V}O_2$ max.

In una serie di dati raccolti da Castagna, D'Ottavio e coll., che hanno sviluppato il test di Léger con il metabolimetro portatile su trentadue giocatori di calcio e pallacanestro si rileva una notevole variazione dei dati calcolati tramite le tabelle indicate da diversi Autori per la determinazione del $\dot{V}O_2$ max. Ciò dipende, evidentemente, dal fatto sopradiscusso, e cioè che questi dati riguardano una potenza metabolica complessiva e non soltanto la potenza aerobica. Abbiamo quindi riprodotto questo protocollo valutativo sui dieci studenti ed il risultato è stato il medesimo. Questo fatto si evidenzia soprattutto con le donne, che hanno una capacità anaerobica inferiore rispetto all'uomo e fanno risultare valori molto bassi con questo test.

Quindi che fare: non utilizzare più il test di Léger o lo Yo-Yo endurance test? e cosa fare in alternativa?

Allenare il $\dot{V}O_2$ max con le prove intermittenti

Ci siamo posti il problema, quindi, di come utilizzare questo lavoro di ricerca in termini pratici per l'allenamento. Si è tutti d'accordo nel considerare la metodica intermittente come un mezzo di allenamento della potenza aerobica e, in Italia, un chiarissimo esempio dell'utilizzo di questa metodica è visibile nei programmi di allenamento del nuoto proposti da molti anni dallo staff della FIN, Saini, Castagnetti e Bonifazi (Bonifazi 2004).

È altrettanto vero, inoltre, che tali concetti metodologici vengono puntualmente utilizzati per l'allenamento della potenza aerobica negli sport di squadra.



Velocità finale Leger	13 km/h						
% della velocità finale Leger	Velocità (km/h)	Durata della fase attiva (s)	Pausa (s)	Metri x frazione (m)	Spazio in 5 s (m)	CE (J/m/kg)	$\dot{V}O_2$ netto (ml/min/kg)
	13,0	60	0	217	18,1	6,40	66,0
85%	11,1	20	20	61	15,3	5,72	25,1
90%	11,7	20	20	65	16,3	5,89	27,4
95%	12,4	20	20	69	17,2	6,12	30,0
100%	13,0	20	20	72	18,1	6,40	33,0
105%	13,7	20	20	76	19,0	6,74	36,5
110%	14,3	20	20	79	19,9	7,13	40,5
115%	15,0	20	20	83	20,8	7,58	45,0
120%	15,6	20	20	87	21,7	8,09	50,1
125%	16,3	20	20	90	22,6	8,66	55,8
130%	16,9	20	20	94	23,5	9,28	62,2
135%	17,6	20	20	98	24,4	9,96	69,4

Tabella 6 –

	Velocità (km/h)	Distanza navetta (m)	Tempo per tratto (s)	Durata totale (min:s)	$\dot{V}O_2$ richiesto teorico (ml/min/kg)
9 x 15 s/30 s	15,84	22	5 s	6 min 45 s	35,1
9 x 20 s/20 s	13,88	19	5 s	6 min 00 s	35,5
7 x 36 s/18 s	11,40	19	6 s	6 min 18 s	33,3

Tabella 7 –

	CE (J/m/kg)	$\dot{V}O_2$ richiesto (ml/min/kg)	$\dot{V}O_2$ totale (ml/min/kg)	$\dot{V}O_2$ (ml/min/kg) durante ultimi 3 min (steady state)	Lattato (mM/L)
9 x 15 s/30 s a 15,84 km/h	8,29 ± 0,17	35,1	34,8 ± 0,7	32,8 ± 1,5	4,4 ± 1,6
9 x 20 s/20 s a 13,88 km/h	6,67 ± 0,15	35,5	36,2 ± 0,8	35,0 ± 0,7	3,1 ± 1,4
7 x 36 s/18 s a 11,4 km/h	5,82 ± 0,15	35,2	35,7 ± 1,1	33,2 ± 1,4	2,5 ± 0,9

Tabella 8 –

Per facilitare il lavoro dei preparatori fisici, abbiamo strutturato un foglio elettronico, (tabella 6) molto semplice, che consente di individuare a che intensità stiamo allenando il nostro metabolismo aerobico mentre sviluppiamo una serie di navette intermittenti su una distanza intorno ai 20 metri. Il prospetto è stato elaborato, evidentemente, con i dati ricavati dalla ricerca precedente.

In pratica abbiamo immesso l'equazione che regola il rapporto tra costo energetico e velocità di corsa a navetta su 20 metri. Selezionando dapprima a quale intensità si intende lavorare rispetto alla velocità massima raggiunta nel test di Léger (o *YO-YO endurance test*), viene immessa successivamente la modalità di lavoro e di recupero, ad esempio 30 s lavoro e 20 s pausa.

Così facendo otteniamo automaticamente nell'apposita colonna il $\dot{V}O_2$ /kg necessario per tale lavoro.

Tuttavia è possibile operare partendo da diversi metodologici presupposti: per esempio la prima scelta si effettua sull'intensità dell'impegno del sistema aerobico (ultima colonna).

Si seleziona una intensità metabolica di circa 35-36 ml/min/kg e, se si vuole lavorare su azioni intense e veloci, si sceglierà la prima soluzione cioè un percorso di 22 m da coprire in 5 s effettuando 15 s di lavoro (tre percorsi consecutivi a navetta) e recuperando per 30 s.

Se invece si vuole lavorare su intensità più blande e maggiormente sulla durata della frazione si sceglierà un percorso di 20 m da percorrere in 6 s per cinque volte (30 s di lavoro) con una pausa di 15 s.

Se invece vogliamo lavorare ad una intensità più elevata, di 45-46 ml/min/kg, utilizzeremo la distanza di 20 m da percorrere in 4 s per due volte (8 s di lavoro) con recupero 25 s (se vogliamo privilegiare l'intervento muscolare intenso), altrimenti svolgiamo un lavoro su 21 m in 5 s per quattro volte (20 s di lavoro) con recupero 20 s oppure un lavoro su 18 m in 5 s per otto volte (40 s di lavoro) con recupero 15 s.

In tutti e tre i casi sappiamo che avremo lavorato ad un'intensità metabolica molto simile. Se prendiamo ad esempio un calciatore con $\dot{V}O_{2max}$ di 55 ml/min/kg, questo lavoro sarebbe all'incirca al 90% del $\dot{V}O_{2max}$ (escludendo naturalmente la quota basale, il $\dot{V}O_{2max}$ netto è di circa 51-52 ml/min/kg).

Riportiamo nella tabella 7 il dato sperimentale che abbiamo verificato su sei soggetti in rapporto alla proposta teorica ed il riscontro pratico con il metabolimetro.

Abbiamo scelto di sviluppare tre allenamenti a parità di intensità metabolica con le tre modalità.

Tramite il metabolimetro portatile abbiamo quindi misurato il $\dot{V}O_2$ in termini assoluti ($\dot{V}O_{2max}$), e successivamente il $\dot{V}O_2$ necessario allo svolgimento della prova, facendo riferimento al valore medio del $\dot{V}O_2$ consumato negli ultimi 3 min dell'esercizio.

I risultati sono esposti nella tabella 8. Come possiamo notare nella tabella 8, la richiesta energetica totale è vicinissima a quella richiesta, mentre nella fasi di *steady state* il $\dot{V}O_2$ appare lievemente sottostimato del 5-6%. Questo significa che durante l'azione specifica il sistema aerobico produce il 5% d'energia in meno del previsto perché, evidentemente la richiesta di energia viene soddisfatta dalla componente anaerobica e in particolar modo da quella alattacida. Quindi nella tabella sarà opportuno considerare questa parziale riduzione di intervento del $\dot{V}O_2$ durante il lavoro intermittente.

Numero soggetti (maschi)	Età (anni)	Altezza (cm)	Peso (kg)	$\dot{V}O_2$ max (ml/min/kg)	CE a 10,29 km/h in linea (J/m/kg)
96	23 ± 3	179 ± 7	75 ± 5	56 ± 8	4,43 ± 0,26

Tabella 9 –

Percorso di corsa a navetta di 10 m	10,29 km/h (lavoro continuo x 4 min)	12 km/h (lavoro intermittente 18 s/18 s x 8 ripetizioni)	14,4 km/h (lavoro intermittente) 10/25 s x 8 ripetizioni
CE (J/m/kg)	6,70 ± 0,16	9,02 ± 0,53	14,01 ± 0,76
$\dot{V}O_2$ (ml/min/kg)	54 ± 10	43 ± 20	49,00 ± 30
Lattato (mM/l)	7,3 ± 30	6,2 ± 2,20	7,80 ± 1,30
$\dot{V}O_2$ steady state (ml/min/kg)	51 ± 20	42 ± 20	44,00 ± 1

Tabella 10 –

La distanza dell'allenamento a navetta

Un altro aspetto importante nell'allenamento a navetta è la distanza scelta. Abbiamo ripetuto, perciò, lo stesso lavoro precedente misurando con il metabolimetro diverse prove a velocità diverse, in modo da poter avere anche per una distanza di 10 m una curva che ci descrivesse il costo energetico a diverse velocità e, quindi, successivamente abbiamo realizzata una stima dell'impegno metabolico con diversi modelli di allenamento.

I soggetti di questo studio anche in questo caso sono studenti di Scienze motorie mediamente allenati. Questi sono i loro dati di riferimento (tabella 9, media ± deviazione standard):

Abbiamo rilevato il *costo energetico*, della corsa a navetta su tre velocità corrispondenti a 10,29-12,00-14,40 km/h, il primo con metodica continua, gli altri ovviamente con metodica intermittente.

Facciamo presente che la velocità di 14,4 km/h era già molto elevata.

Oltre al costo energetico sono stati rilevati anche il $\dot{V}O_2$ max, il lattato, il $\dot{V}O_2$ max allo *steady state*. I risultati sono riportati nella tabella 10.

In pratica si può notare che già correndo per 4 minuti a 10,29 km/h su un percorso a navetta di 10 metri, i soggetti raggiungevano valori di $\dot{V}O_2$ /kg molto prossimi al loro $\dot{V}O_2$ max, con una discreta produzione di acido lattico.

Da questi dati quindi ricaviamo l'equazione (figura 4) che mette in rapporto per questa distanza, la velocità ed il costo energetico. Tale equazione verrà inserita in un altro foglio elettronico dove potremo modulare il lavoro intermittente.

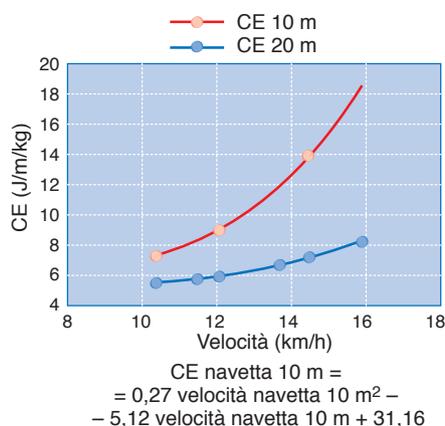


Figura 4 – Corsa continua ed intermittente su percorsi di 10 m a navetta.

Cosa fare?

Naturalmente il buon senso deve farci ragionare. Secondo la nostra idea, è opportuno continuare ad utilizzare il test di Léger o lo *Yo-Yo endurance* test, almeno per i giovani atleti dato l'impegno massimale che consente il totale esaurimento. Ciò viene testimoniato dal raggiungimento in tutti i test dalla FCmax o comunque di valori approssimativamente di 3-4 battiti inferiori ad essa.

Al contrario per i giocatori adulti tale test potrebbe essere utile solo la prima volta durante la preparazione estiva, in quanto spesso al *retest* ci si accorge che la FCmax raggiunta è nettamente inferiore al primo test, inficiando quindi la validità del controllo. In tal caso prendiamo il valore di riferimento solo per determinare la FCmax (primo test).

Absolutamente da non considerare invece la valutazione del $\dot{V}O_2$ max, per i motivi ai quali abbiamo fatto ampiamente cenno in precedenza.

È consigliabile invece proporre un test submassimale di natura intermittente, del tipo 20 s di lavoro e 20 s di pausa su 12 ripetizioni (circa 8 min di lavoro totale) alla velocità raggiunta nel test a navetta a carichi crescenti (per valutare l'impegno metabolico ed anche per verificare la distanza da coprire in 5 s vedi la tabella interattiva) e verificare quindi se i giocatori riescono a mantenere la velocità per tutte le ripetizioni, verificando se possibile la % di FCmax che si raggiunge.

Di notevole aiuto può risultare, inoltre, potere effettuare un prelievo ematico per la determinazione del lattato prodotto e del rendimento metabolico.

Dopo qualche settimana, quindi, ripeteremo il controllo (in un normale allenamento) senza che i giocatori si accorgano di eseguire un test, se non per la presenza di un cardiofrequenzimetro.

Naturalmente se l'allenamento è stato ben pianificato la FC diminuirà e ciò aiuterà a capire il livello di miglioramento, naturalmente, se il protocollo valutativo utilizzato rimane inalterato.

Un'altra prova che risulta a nostro avviso utile riguarda un test a velocità standard, senza l'effettuazione della prova massimale. Infatti, ad esempio nella pallacanestro sappiamo che un valore di $\dot{V}O_2$ /kg di 55-60 ml/min/kg è già sufficiente per un giocatore esterno (play guardia ala).

Il test sarà il seguente: sempre utilizzando il lavoro 20 s/20 s protratto per esempio per 6-7 min, si identificherà nella apposita tabella una velocità adeguata per raggiungere questo valore di $\dot{V}O_2$. Nel caso specifico possiamo identificare una velocità di 16 km/h da sviluppare su un percorso di 22 metri in 5 s per 4 volte prima della pausa di 20 s. In questo caso otteniamo una richiesta energetica pari a 54 ml/min/kg che corrisponde a circa 58 ml/min/kg lordi. Sappiamo anche che, durante la prova, il giocatore non raggiungerà questo valore, ma una quota inferiore di circa il 5%. Quindi, se lo misuriamo con il metabolimetro troveremo 55-56 ml/min/kg (lordi) con l'opportuna correzione del 5%. A questo punto se il giocatore riesce a mantenere tale intensità per tutte e dieci le ripetizioni (lavoro totale 6min40s) sappiamo che, come minimo, possiede questo valore di $\dot{V}O_2$ max e soprattutto la capacità di mantenerlo per questa durata. E anche se avesse 65 ml/min/kg non saremmo certamente preoccupati per il suo livello di *fitness* aerobica. Se invece non riuscisse a sostenere queste ripetizioni si prenderà nota a quale ripetizione si è fermato e lo confronteremo più avanti dopo alcune settimane di allenamento.

Al fine di sostenere le nostre ipotesi con prove sperimentali abbiamo effettuato su

	$\dot{V}O_2$ max (ml/min/kg)	$\dot{V}O_2$ scelto per l'esercizio (ml/min/kg)	$\dot{V}O_2$ durante l'esercizio (ml/min/kg)	Lattato (mM/l)	% FCmax dal 3 min	% $\dot{V}O_2$ max durante l'esercizio	% $\dot{V}O_2$ max scelto per l'esercizio	Numero di step completati a 16 kmh 20 s/20 s
A	59	53,0	46,6	8,3	93%	79%	90%	10
B	70	54,8	51,5	7,0	91%	74%	78%	10
C	53	55,3	46,4	10,6	97%	88%	104%	7
D	52	50,0	46,4	7,1	95%	89%	96%	6
E	52	56,1	46,8	9,7	96%	90%	108%	6
F	48	50,3	42,4	8,8	96%	88%	105%	4

Tabella 11 –

sei giocatori di pallacanestro di medio livello, un test con controllo diretto del $\dot{V}O_2$ mediante metabolimetro portatile per verificare il comportamento dei parametri metabolici.

Le procedure del test davano modo ai soggetti di continuare le ripetizioni fino a quando riuscivano a mantenere l'intensità richiesta (senza cali di velocità), mentre si annotava il tempo di percorrenza. Nella tabella 10 sono indicati gli step completati in tempo utile e dopo quanti *step* ciascun giocatore si è fermato (tabella 11).

In pratica notiamo che a questa intensità, durante l'esecuzione della prova i soggetti (escluso F che si ferma a un livello di $\dot{V}O_2$ max molto basso) raggiungono un valore di $\dot{V}O_2$ durante l'esercizio di poco inferiore al 90% della richiesta: ciò significa che nei calcoli alla richiesta energetica dell'esercizio si deve aggiungere un 10-12%. In pratica quando vogliamo stimolare un $\dot{V}O_2$ di circa 55 ml/min/kg netti dobbiamo richie-

dere una potenza che sviluppi circa 60 ml/min/kg, che nel nostro caso corrisponde (come è facilmente ricavabile dal foglio elettronico) a una navetta da 23 metri.

È interessante notare che i due soggetti che sviluppano una potenza metabolica più elevata del loro $\dot{V}O_2$ max, sono anche quelli che producono più acido lattico.

Anche la % FCmax sembra fornire buone indicazioni. I due soggetti che presentano un $\dot{V}O_2$ max elevato raggiungono il 91-93% contro oltre il 95% degli altri che, inoltre, sono costretti a fermarsi prima.

Un'ultima prova sperimentale longitudinale che abbiamo eseguito per verificare se la nostra proposta avesse senso pratico riguarda quattordici giocatori di una squadra giovanile di pallacanestro di livello nazionale, che, in preparazione a un Campionato europeo di categoria, si è sottoposta ad un test di allenamento, dopo aver svolto in entrata il test di Léger, eseguito per determinare la loro FCmax.

I giocatori hanno eseguito il seguente test-allenamento:

12 ripetizioni di 4 x 22 metri in 5 s (velocità media 15,85 km/h), quindi 20 s di lavoro e 20 s di pausa (dalla tabella 6 si ricava che la potenza metabolica richiesta era di 52 ml/min/kg, quindi nell'esercizio si raggiungevano circa 47 ml/min/kg).

Durante l'esecuzione del test gli allenatori erano posti sulle righe del cambio di senso, per evitare accorciamenti che avrebbero inficiato la qualità del test. Una videocamera era collocata in modo tale da poter osservare il comportamento dei giocatori ed i loro ritardi visualizzati da birilli posti a distanza di 2 metri uno dall'altro.

Durante la prova veniva registrata anche la FC tramite *Polar Team System*, valutando la media dal 3° min fino alla fine dell'esercizio. Nessun giocatore ha mostrato ritardi durante l'esecuzione di questo test. Dopo 6 min di recupero svolto attraverso azioni di tiro in leggero movimento (FC

	Velocità test Léger (km/h)	FCmax	FC 10x4x22 1° test	FC 8x6x19,5 1° test	Ritardo 19,5 (m) 1° test	FC 10x4x22 2° test	FC 8x6x19,5 2° test	Ritardo 19,5 2° test	Differenza 1-2° test 22 m	Differenza 1-2° test 19 m
A	12,74	192	183	186	27	182	182	40	-1	-4
B	12,62	191	180	180	39	175	177	22	-5	-3
C	13,28	200	186	188		182	184		-4	-4
D	13,66	192	172	174		169	172		-3	-2
E	12,74	200	188	192	40	175	179	4	-13	-13
F	12,70	200	187	192		182	186		-5	-6
G	14,50	201	176	179		175	178		-1	-1
H	13,44	205	184	191		179	184		-5	-7
I	13,40	199	183	188		174	178		-9	-10
L	12,90	202	189	191		182	185		-7	-6
M	12,66	193	185	182	42	175	180	2	-10	-2
N	13,30	200	185	189		176	180		-9	-9
O	12,62	189	178	180	15	175	178		-3	-2
Media	13,12	197,2	182,8	185,8	32,6	177	180,2	2	-5,8	-5,3
DS	0,55	5,1	5	5,9	11,4	4,1	3,9	17	3,6	3,6

Tabella 12 –

media 75%-80% della FCmax) i giocatori affrontavano un'altra prova del tipo 10 x 6 volte 19,5 metri in 5 s (velocità media 14,05 km/h), quindi 30 s di lavoro e pausa 15 s (la potenza metabolica richiesta, quindi, era sempre di 52 ml/min/kg). In questo caso cinque giocatori hanno accumulato un ritardo oscillante tra i 15 e i 42 m totali nelle ripetizioni. Per inciso ciò mostra come anche solo l'aumento della durata della fase attiva provochi qualche problema in più. Un aspetto che stiamo studiando per la determinazione delle durate nei lavori intermittenti di tutte le specialità negli sport di mezzofondo.

Questi cinque giocatori sono stati sottoposti ad un lavoro supplementare intermittente generale, mentre per gli altri è stato sviluppato un lavoro metabolico speciale durante l'allenamento di pallacanestro verificato attraverso il controllo della FC durante la seduta tecnica.

Dopo circa venticinque giorni abbiamo ripetuto il test-allenamento, trovando che solo un giocatore su cinque di quelli in ritardo peggiorava, mentre negli altri quattro il ritardo si abbassava drasticamente. Tutto il gruppo mostrava una diminuzione della FC media di circa 10 batt/ min. I risultati sono visualizzati nella tabella 12.

Conclusioni

Alla fine di questa prima fase dello studio, possiamo essere certi che il metodo intermittente rappresenta la forma primaria di allenamento per i giochi sportivi e che la sua opportuna modulazione, sia attraverso corse in linea sia attraverso corse a navetta, e la modulazione della durata della fase attiva e del relativo recupero e dell'intensità, può costituire da sola una grande ricchezza di metodi di lavoro diversificati nella varie fasi della preparazione degli atleti degli sport di squadra.

Distanze più lunghe rettilinee possono essere utilizzate nelle prime fasi di allenamento, mentre l'uso di distanze più brevi con variazioni di senso permette contemporaneamente un maggior impegno muscolare.

In tal senso non si capisce l'utilità dei cosiddetti lavori intermittenti di forza dove i soggetti prima corrono in linea, poi, per compensare la mancanza di cambi di senso, si fermano e cominciano a sollevare pesi. È ipotizzabile, secondo noi, operare invece su opportune accelerazioni e decelerazioni ad alta intensità su brevi distanze per ottenere effetti anche migliori in termini sia muscolari sia coordinativi e conseguentemente più vicini e specifici al modello di prestazione degli sport di squadra.

La fase più specifica (periodo avanzato di preparazione e di gara) prevede quindi l'in-

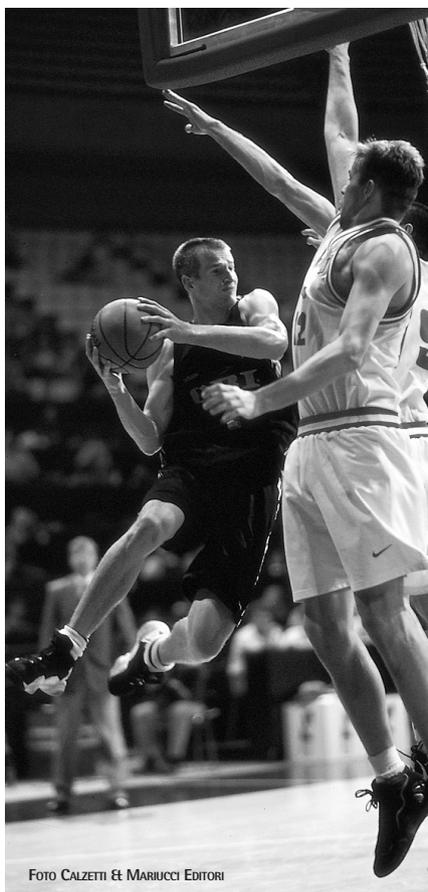


FOTO CALZETTI E MARIUCCI EDITORI

tervento di esercizi di corsa più brevi eseguiti ad intensità prossime al massimo.

Per poter modulare l'allenamento intermittente, le sue distanze ed i recuperi abbiamo elaborato quindi la relativa tabella interattiva che tiene conto dei riferimenti fisiologici e metodologici.

È anche vero comunque che questi sistemi di allenamento presentano un certo grado di monotonia e dopo un po' risultano molto noiosi per i giocatori.

È stato dimostrato (ad esempio Castagna, D'Ottavio 2005) che la FC tende ad essere un buon alleato dell'allenatore ed è in grado di fornire indicazioni attendibili. Appare pertanto logico ricorrere anche a metodi dove sia presente la palla e permettere al giocatore di effettuare azioni ad alta intensità in forma specifica.

Se ciò non dovesse accadere si dovranno modificare i parametri dell'esercitazione affinché il giocatore possa lavorare ad una intensità pari ad almeno il 90% della sua FCmax. I metodi intermittenti generali risultano comunque essere strumenti ottimi per il controllo delle variazioni dovute all'allenamento, ed i test da noi proposti sembrano indicare una strada più semplice per identificare sia il livello del $\dot{V}O_{2max}$, ma anche e, soprattutto, le variazioni che intervengono con l'allenamento. Allenare a "svuotare e riempire" i serbatoi di CP (che

ricordiamo rappresentano la componente energetica di pronto impiego, atta ad erogare potenze elevate) con continuità rappresenta sicuramente una forma diversa di lavoro aerobico, che si deve potenziare per risintetizzare CP e ciò, quindi, verosimilmente aumenterà gli enzimi a ciò preposti, la loro potenza biologica e probabilmente determinerà anche un aumento del CP muscolare totale.

Tutto ciò deve avvenire facendo intervenire in misura non elevata il meccanismo lattacido (intorno a 2-8 mM), per evitare di sconfinare al di là certi livelli metabolici che non interessano prestazioni come quelle degli sport di squadra. Da ricordare che già Bosco (Bosco 1991) nella sua proposta di lavoro per il condizionamento aerobico denominata CCW, cioè corsa con variazione di velocità (serie di sprint di pochi secondi seguiti da corse a velocità di recupero ideale: 70-80% della FCmax con un rapporto sprint:recupero di 1:10-15) faceva riferimento al fatto che il sistema aerobico si potenzia specificamente negli sport di squadra facendolo lavorare indirettamente a ripristinare le scorte di CP e nel contempo a metabolizzare il lattato prodotto e diffuso dalle fibre muscolari FTF ad elevata attività glicolitica (durante la fase attiva dell'allenamento) nelle fibre a contrazione lenta STF (durante il recupero).

Note

- ⁽¹⁾ Il valore di 42,48 mlO₂/min/kg si ricava da 3,19 l/min che è il $\dot{V}O_2$ dei soggetti dell'esperimento, diviso per il loro peso medio di 75,1.

La bibliografia del presente articolo può essere consultata e scaricata dal sito www.calzetti-mariucci.it

Gli Autori mettono a disposizione sul sito del Corso di laurea in Scienze motorie della Facoltà di Medicina dell'Università di Tor Vergata di Roma, una tabella elettronica che ognuno può utilizzare per costruire il proprio programma sia di valutazione che di allenamento. L'indirizzo del sito è www.scienzemotorie.uniroma2.it

Gli Autori: prof. R. Colli, Vice-coordinatore scientifico del Laboratorio "Carmelo Bosco", Facoltà di Medicina e chirurgia, Corso di laurea in Scienze motorie, Università di Roma Tor Vergata; prof. A. Buglione, Laboratorio "Carmelo Bosco", Facoltà di Medicina e chirurgia, Corso di laurea in Scienze motorie, Università di Roma Tor Vergata; Elisabetta Introini, responsabile Settore maratona, Federazione Italiana Canoa Kayak; prof. S. D'Ottavio, Coordinatore Scientifico Area tecnico sportiva, Teoria e metodologia dell'allenamento, Facoltà di medicina e chirurgia, Corso di laurea in Scienze motorie, Università di Roma Tor Vergata, Responsabile area tecnica Settore giovanile e scuola, Federazione italiana gioco calcio.

Indirizzo degli Autori: Laboratorio "CARMELLO BOSCO", Via Columbia s.n.c., 00133 Roma.

Nicoletta Tocci, Patrizia Scibinetti, *Istituto universitario di Scienze motorie, Roma*

Essere creativi è utile

Indicazioni metodologiche per lo sviluppo della creatività motoria



La maggior parte delle metodologie di sviluppo della creatività riguardano l'incremento di questa capacità nel dominio del pensiero, mentre gli studi teorici e sperimentali sulla creatività motoria, sulle metodologie d'incremento e sulla valutazione sembrano esigui. Per questo motivo, l'analisi degli Autori parte,

necessariamente, dai risultati degli studi sul pensiero, per poi confrontare queste acquisizioni con le linee di ricerca perseguite nell'ambito delle attività motorie. Sulla base di questo confronto, sono proposte alcune linee guida utili alla progettazione e all'applicazione di una metodologia per l'incremento della creatività motoria.

Quali dimensioni considerare per sviluppare la creatività: l'approccio dei sistemi

Studi recenti sulla creatività (Csikszentmihalyi 1996; Rathunde 1999) partendo dalla natura multifattoriale del comportamento creativo, lo hanno indagato secondo l'approccio dei sistemi individuando le dimensioni sulle quali operare.

In questo tipo di studi, la creatività è vista come un sistema composto da tre elementi:

il dominio: rappresentato da una disciplina, un'area di conoscenza e di contenuti, di studi, di abilità, di tecniche, di simboli e forme, regole e procedure, riconosciuto all'interno di una cultura;

il campo: che consiste nelle persone coinvolte nel ruolo di esperti ed autorità, che selezionano i contenuti che possono essere considerati nuovi e quindi, meritevoli di essere preservati all'interno del dominio;

l'individuo: con un particolare tipo di background, d'esperienze, di percorso formativo, di abilità e di personalità, che dopo aver sviluppato le competenze appropriate del dominio potrebbe produrre un qualche tipo di trasformazione in esso.

Le proprietà che emergono da un sistema, in questo caso la creatività, dipendono dall'interazione tra le componenti, ossia dalle interazioni tra le persone, i campi e i domini, per cui ognuno influenza l'altro e ne è di seguito influenzato. Di conseguenza, è priva di senso la ricerca su un fenomeno come la creatività condotta su elementi isolati del sistema, ad esempio separando la persona dal suo contesto socioculturale.

Porre l'accento sul fatto che la creatività dipende dalla combinazione particolare di diversi fattori (cognitivi, affettivi, motivazionali e contestuali) che operano simultaneamente, implica che una metodologia efficace per il suo sviluppo deve necessariamente comprenderli tutti. Ad esempio, un limite evidenziato dalla ricerca è che la creatività è stata concepita essenzialmente come un fenomeno legato al pensiero, in particolare al pensiero divergente¹. Di conseguenza, le diverse tecniche d'incremento, spesso si sono limitate solo a questa componente del comportamento creativo, aprendo un serrato dibattito sulla loro reale efficacia (Cropley 1999; Plucker, Runco 1999).

Un modo per superare questi limiti potrebbe essere quello di formulare un modello, che considerando tutti gli elementi del fenomeno, potrebbe fornire una guida per la strutturazione dei programmi d'incremento della creatività.

Dalla creatività in generale ai micro-domini: l'Amusement Park Theoretical

In questa direzione, uno dei modelli più recenti è l'*Amusement Park Theoretical* (APT) elaborato da Baer e Kaufman (2005).

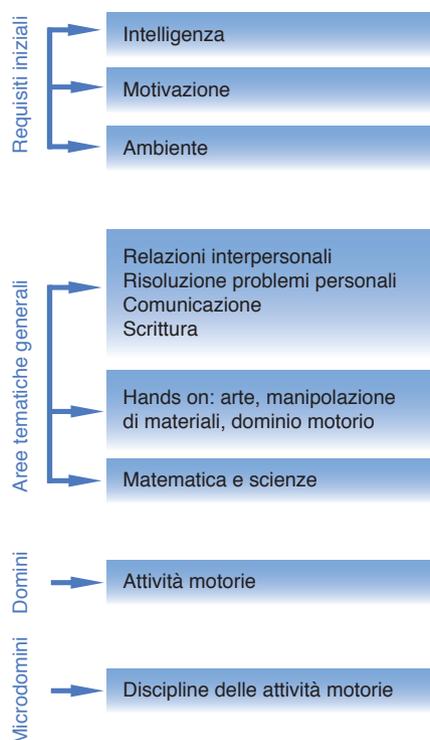


Figura 1 – L'Amusement Park Theoretical (Baer, Kaufman 2005).

Questo modello, di tipo gerarchico, parte da un primo livello (requisiti iniziali) dove si considerano gli elementi più generali della creatività al di là della forma che questa può assumere, per poi scendere progressivamente, nei livelli successivi, verso un'impostazione sempre più specifica che riguarda i domini ed i micro-domini. Analizziamo brevemente i vari livelli di questo modello.

Il livello dei requisiti iniziali: i requisiti iniziali sono le abilità necessarie per ogni tipo di produzione creativa, indipendentemente dal dominio. Riguardano aspetti quali l'intelligenza, la motivazione e un ambiente appropriato. È necessario puntualizzare, che sebbene tutti questi requisiti iniziali siano necessari per la creatività in generale, il grado specifico d'ognuno varia nei diversi domini.

Inoltre, in questo primo livello, le dimensioni della motivazione e delle caratteristiche dell'ambiente, sono prese in considerazione in modo molto generale. Semplicemente come la necessità di essere motivati a fare qualsiasi cosa, per una qualsiasi ragione, in

un modo o nell'altro, in un ambiente che supporta questo comportamento. Infatti, la motivazione e l'ambiente stimolando un incremento della produttività, potrebbero consentire una maggiore produttività creativa. Ad un livello successivo del modello queste dimensioni saranno trattate in modo più specifico rispetto al dominio.

Le aree tematiche generali: stabilito che una persona ha i livelli richiesti d'intelligenza e di motivazione ed opera in un ambiente appropriato, è necessario considerare l'area tematica generale in cui è impegnata, per valutare se possiede le abilità necessarie e i tratti associati con la creatività in quell'ambito.

Baer, Kaufman (2005) hanno individuato, tramite l'analisi fattoriale, tre aree tematiche generali all'interno delle quali ricadono nove domini. L'appartenenza di un dominio ad una determinata area discrimina le abilità necessarie per la sua applicazione.

Le tre aree sono:

- l'area che riguarda la creatività nell'empatia e nella comunicazione (domini delle relazioni interpersonali, della comunicazione, della risoluzione dei problemi personali e della scrittura);
- l'area che riguarda la creatività nella manipolazione concreta di materiali, definita HANDS ON (domini dell'arte in generale, delle arti manuali e delle attività motorie);
- l'area che riguarda la creatività nella matematica e nelle scienze.

Il dominio: all'interno di ogni area tematica generale troviamo diversi domini della creatività, ognuno con il proprio profilo specifico, che condividono alcune dimensioni mentre differiscono profondamente su altre (Kaufman 2002a, 2002b, 2003, in Baer, Kaufman 2005).

A questo livello del modello APT è molto importante stabilire il profilo di alcune dimensioni in riferimento ai singoli domini.

Rispetto alla *motivazione*, la ricerca suggerisce che un comportamento creativo, in genere, prevede una *motivazione* di tipo intrinseco. Questa affermazione mostra dei limiti quando entriamo nello specifico dei domini (Baer, Kaufman 2005). Infatti, sembra che se per alcune attività, come ad esempio quella poetica, la motivazione intrinseca sia fondamentale, per altre, ad esempio quella giornalistica, sembra più importante quella estrinseca.

Per quanto riguarda i *tratti di personalità*, gli studi non solo hanno cercato di individuare quelli legati al comportamento creativo in genere, ma hanno anche mostrato che alcuni tratti potrebbero essere importanti in

alcuni domini e non in altri. Ad esempio, sebbene l'apertura alle esperienze sia in qualche modo importante per i matematici, diventa essenziale per gli artisti (Feist 1999, in Baer, Kaufman 2005).

A livello del dominio, l'*ambiente* è esaminato per l'indirizzo che può dare verso un particolare dominio e non in altri, considerando inoltre, che alcuni atti creativi richiedono un particolare sfondo creativo. Invece rispetto alle *opportunità*, la disponibilità di risorse (economiche, strumenti, materiali) viene considerato il fattore che influenza l'accesso alla conoscenza del dominio.

Infine, la *conoscenza* che gioca un ruolo molto importante a livello dei domini. Infatti, al di là delle aree tematiche generali, che raggruppano i domini secondo delle dimensioni e delle abilità comuni, ogni dominio ha un proprio sistema di conoscenze scarsamente sovrapponibile con quello di un'altro.

I micro-domini: sebbene ci siano molti aspetti in comune tra tutti i compiti che fanno parte di un dominio, ci sono anche grandi differenze che suggeriscono che le abilità creative sviluppate in un dominio, non solo non si possono trasferire in altri, ma non è possibile utilizzarle per compiti differenti pur nello stesso dominio (Baer 1993, 1998; Nickerson 1999; Weisberg 1999; Lubart, Guignard 2004, in Baer, Kaufman 2005).

Questo modello teorico consente di trasformare gli studi sulla creatività in generale in ricerche che riguardano la creatività nei singoli domini e i relativi micro-domini, con immediate ricadute sulla formulazione dei programmi formativi e sui metodi di valutazione. Le implicazioni, che di seguito abbiamo cercato di tracciare, mostrano dove, per ogni livello del modello, è possibile indirizzare la ricerca nel dominio motorio.

Le implicazioni del modello APT per lo studio della creatività motoria

Rispetto al modello dell'APT, al livello dei requisiti iniziali, Baer e Kaufman (2005) introducono la dimensione dell'intelligenza come uno dei fattori di base per la produzione creativa.

Nell'area motoria, l'obiettivo delle prime ricerche su questo argomento, era verificare l'influenza delle attività motorie sull'intelligenza (Antonelli, Salvini 1978) senza prevedere l'esistenza di un dominio autonomo.

Attualmente, gli studi hanno identificato un ambito proprio dell'intelligenza motoria

intesa come il "saper scegliere le azioni più adatte alle necessità del momento, nel minor tempo possibile e con la migliore dinamica di esecuzione" (Andolfi et al. 2003). Secondo Gardner (1983) l'intelligenza cinestetico corporea è la capacità di usare il proprio corpo in modi molto differenziati e abili, per fini espressivi oltre che concreti. Inoltre, è la capacità di lavorare abilmente con oggetti, tanto quelli che implicano movimenti fini delle mani quanto

la correlazione tra le varie capacità motorie è bassa, quindi, la prestazione può essere spiegata solo considerando l'intervento di molteplici fattori (Schmidt 2000). Da qui, gli studi volti ad individuare le singole capacità motorie e i fattori che concorrono alla capacità di prestazione, gli studi sulle procedure di programmazione, controllo e apprendimento delle abilità di movimento e sui fattori in grado d'influenzare sia l'apprendimento sia l'esecu-



Il Fosbury Flop: un esempio storico di creatività motoria.

quelli più globali che interessano tutto il corpo. Sulla base del modello dell'intelletto di Guilford (1967), Antonelli e Salvini (1978) hanno suggerito una rappresentazione dell'atto intelligente dell'atleta, inteso come "espressione fisica dell'intelligenza" (Cratty 1972, in Antonelli, Salvini, 1978). L'atto motorio intelligente ha un contenuto comportamentale, che a livello delle operazioni prevede la comprensione e valutazione della situazione, la rievocazione degli schemi motori, l'utilizzo di questi comportamenti (produzione convergente) o la creazione di nuovi (produzione divergente) in modo da risolvere determinati problemi. A livello del prodotto il modo di organizzare le informazioni riflette l'abilità intellettuale del soggetto in relazione alla complessità dei problemi di una data disciplina. Rispetto allo studio delle capacità e abilità specifiche alla base di questa intelligenza, in modo simile a quanto è avvenuto nelle ricerche sull'intelligenza, anche nel dominio motorio si è cercato un fattore "g" motorio, ossia una capacità motoria generale alla base di tutti i movimenti e di tutte le discipline (Aglioti, Facchini 2002). I risultati degli studi volti ad individuare il fattore "g" motorio, hanno mostrato che

zione motoria, secondo approcci diversi. Sarebbe auspicabile sviluppare questi temi di ricerca nell'ambito della creatività motoria e realizzare degli studi sulle relazioni tra intelligenza motoria e creatività motoria.

Rispetto alle aree tematiche generali Baer, Kaufman (2005) hanno inserito il dominio motorio nell'area definita *HANDS ON*, attinente allo sviluppo della creatività nella manipolazione concreta di materiali. A tale proposito, sono interessanti i risultati di uno studio simile condotto su dei liceali turchi, in cui l'analisi fattoriale evidenzia che la creatività motoria non rientra significativamente in nessuna area tematica. Ciò potrebbe significare che non sono state ancora individuate in modo esauriente le aree tematiche in cui può esprimersi la creatività propria di diversi domini (Oral et al. 2004, in Baer, Kaufman 2005).

Scendendo nello specifico dei domini, Baer, Kaufman (2005) ritengono che le dimensioni della motivazione, dei tratti di personalità, dell'ambiente e della conoscenza siano particolarmente attinenti al tipo di produzione creativa. Vediamo brevemente le dimensioni della motivazione, della personalità e della conoscenza.

Nel dominio delle attività motorie, sono state formulate varie teorie sulle motivazioni specifiche alla pratica sportiva ed è stata formulata la seguente classificazione:

- **fattori primari alla base della motivazione:** rappresentati dal gioco e dall'agonismo;
- **fattori secondari alla base della motivazione:** rappresentati dai fattori psicobiologici (es. omeostatici), psicologici (es. affettivi), socio-culturali (per esempio, autorealizzazione e affiliazione) e psicopatologici (es. sentimento d'inferiorità) (Antonelli, Salvini 1978).

Anche in questo dominio, se esiste nelle persone un orientamento motivazionale dominante (intrinseco o estrinseco), questo si potrebbe modificare all'interno di situazioni specifiche (Caprara, Pastorelli 2002). Probabilmente, anche nel dominio motorio il tipo di motivazione e le relazioni tra quella intrinseca e quella estrinseca andrebbero indagate maggiormente in funzione non solo delle caratteristiche individuali, ma anche in funzione del tipo d'impegno (agonistico, nel tempo libero ecc.) e della disciplina.

Gli studi sulla personalità in ambito sportivo si sono incentrati sulle dimensioni di personalità più correlate con la prestazione di successo, sulle differenze tra praticanti e sedentari e sui differenti profili in funzione della disciplina motoria (Antonelli, Salvini 1978). Negli ultimi anni, gli studi sul ruolo dei fattori della personalità hanno subito un forte declino, a favore delle ricerche sull'influenza delle differenze individuali in particolari contesti di prestazione e su quelle attitudini personali (ad esempio, ansia di competizione, *self-confidence*) in grado d'influenzare il rendimento sportivo (Caprara, Pastorelli 2002).

La conoscenza nel dominio motorio, ossia l'individuazione dei contenuti propri del dominio motorio di cui è necessaria l'acquisizione, è sviluppata nell'ambito dell'intelligenza motoria mentre è carente rispetto all'individuazione delle capacità e dei processi alla base della creatività motoria. Una delle prime forme d'interesse sulla creatività si trova nell'opera di Meinel (1977), che introduce il concetto di *fantasia motoria*. Meinel la inserisce tra le capacità coordinative speciali e indica che ogni qualvolta ci troviamo di fronte: "alla creazione di nuovi movimenti si esprime una capacità coordinativa che definiamo fantasia motoria... [ossia]... la capacità di risolvere creativamente problemi motori, variando, ristrutturando e creando nuove forme di movimento...".

La fantasia motoria si fonda sull'abilità di porsi dei problemi motori in modo nuovo ed autonomo e sulle capacità che consen-

tono all'individuo di risolvere in modo inusuale un determinato problema motorio. I presupposti di questa capacità sono il principio dell'anticipazione, la rappresentazione mentale del movimento, la memoria motoria e le esperienze di movimento accumulate. Meinel ritiene inoltre che una spiccata fantasia motoria preveda un livello di capacità coordinative molto elevato.

A partire dal decennio precedente, alcuni autori (Wyrick 1968; Sherrill et al. 1979; Bertsch 1983) hanno posto le basi per uno studio scientifico della creatività motoria, prendendo spunto dalle ricerche sul pensiero creativo.

Partendo dagli studi di Guilford (1967), la creatività motoria è stata definita come: "le combinazioni delle percezioni dentro nuovi schemi motori che permettono la soluzione di problemi prestabiliti o l'espressione di un'idea o di un'emozione attraverso il corpo umano..." in modo da produrre risposte varie ed originali agli stimoli (Wyrick 1968).

Individuando altri approcci allo studio del pensiero creativo: "...la creatività motoria si presenta come un insieme di comportamenti che comprendono la fluidità, la flessibilità, originalità ed elaborazione, così come aspetti emotivi tra cui la capacità di affrontare rischi, la curiosità, l'immaginazione ed il coraggio..." (Sherrill et al. 1979). Sulla stessa linea è la definizione di Bertsch (1983) il quale sostiene che la creatività motoria è: "la capacità di un soggetto di generare comportamenti motori caratterizzati dalla fluidità, dalla flessibilità e dall'originalità".

Nel precedente articolo pubblicato su questa rivista (Tocci, Scibinetti 2003), abbiamo accennato ad alcuni studi sulla creatività motoria in relazione all'età, al genere, ai tratti di personalità e al contesto. Ulteriori studi hanno indagato le relazioni tra creatività motoria, capacità e abilità motorie, livello di prestazione e livello d'esperienza motoria (Stroup, Pielstick, 1965; Philips 1969); la formulazione di strumenti di valutazione validi ed attendibili (Wyrick 1968; Brennan 1983; Bertsch 1983; Truan, Bejumea 2004); la valutazione dell'efficacia delle metodologie d'incremento della creatività motoria (Rowe 1976; Lubin, Sherrill 1979). Ogni filone di ricerca ha mostrato risultati contraddittori. Inoltre, si evidenziano alcuni limiti che riguardano: l'assenza di un'indagine mirata verso le discipline motorie e le relative abilità specifiche; gli strumenti di valutazione non ancora perfezionati; l'esiguità dei campioni; le insufficienti informazioni sui programmi di sviluppo della creatività ed i tempi di sperimentazione ridotti.

Ultimo livello del modello APT sono i *microdomini*, che nell'ambito delle attività moto-

rie sono rappresentati dalle singole discipline, ognuna caratterizzata da un particolare contesto e da un proprio corredo di capacità e abilità percettivo-motorie e procedurali, che rende complesso il trasferimento di conoscenze dall'una all'altra. Ad esempio, nella pratica sportiva esiste un fenomeno definito "asimmetria del trasferimento" che rende svantaggioso utilizzare una conoscenza acquisita all'interno di un contesto leggermente differente, rispetto a quello in cui si opera (Aglioni, Facchini 2002). Inoltre, a differenza di quanto si potrebbe ipotizzare non è detto che tra attività affini il trasferimento sia maggiore e comunque positivo. La pratica di attività affini è spesso sconsigliata in quanto, data la somiglianza, l'atleta potrebbe trasferire dall'una all'altra movimenti inadatti (Aglioni, Facchini 2002). Infine, mentre la ricerca sul transfer fra movimenti simili (transfer ravvicinato) ha prodotto risultati con chiare ricadute applicative, il transfer fra movimenti diversi (transfer distanziati), che è più pertinente riguardo alla creatività motoria, ha fatto scarsi progressi in un centennio di ricerca (Barnett, Ceci 2002).

La didattica della soluzione dei problemi motori

Per comprendere come intervenire per sviluppare la creatività motoria, è importante definire per quale tipo di compiti questa capacità risulta necessaria. Gli studi di psicologia cognitiva, infatti, hanno individuato che sono le caratteristiche strutturali del compito da risolvere l'elemento che discrimina le abilità ed il tipo di processo di soluzione più efficace per raggiungere l'obiettivo (Sternberg 1996).

È stata, quindi, proposta una classificazione che distingue in:

- **compiti ben strutturati**, caratterizzati da uno stato iniziale ed un obiettivo chiari, che in genere prevedono un unico processo di soluzione ed un'unica risposta corretta. Se si conosce lo strumento da utilizzare e impegnandosi per un certo periodo di tempo la soluzione è quasi scontata. Il processo di soluzione si fonda sul rispetto e sull'utilizzo di regole e si snoda in modo più o meno lineare;
- **compiti mal strutturati**, caratterizzati da uno stato iniziale ed un obiettivo non chiaro, che presentano diverse vie di soluzione e non prevedono un'unica risposta corretta. In questo tipo di processo non è possibile procedere secondo la metodica precedente del passo dopo passo, anzi per giungere alla soluzione spesso è necessario ristrutturare il problema e il procedimento in modo nuovo e diverso.

Nel dominio motorio i meccanismi alla base della risposta dipendono dalla quantità e dalla qualità delle informazioni da elaborare, dal modo in cui sono percepite ed elaborate e dall'interazione tra la persona e i propri modelli interni (*closed skills*) e l'ambiente (*open skills*) (Saibene et al. 1986).

Per spiegare la produzione e il controllo della risposta motoria, si è giunti alla formulazione di due teorie, secondo due approcci differenti ma non alternativi.

L'*approccio cognitivo dei programmi motori* e, in particolare, la *teoria dei programmi motori generalizzati* (Schmidt 1975; Schmidt, Wrisberg 2000, in Pesce 2002) potrebbero svolgere un ruolo centrale nella soluzione dei compiti motori ben strutturati. Questo approccio punta alla strutturazione e alla memorizzazione di programmi motori, ossia di una serie di comandi che guidano e controllano centralmente l'esecuzione del movimento corretto. Tali insiemi di comandi motori prendono il nome di *programmi motori generalizzati* in quanto ciascuno di essi è responsabile dell'esecuzione non di un singolo movimento, ma di un'intera classe di movimenti con caratteristiche superficiali variabili. Questi programmi, perciò, rispondono efficacemente alla variabilità dei compiti grazie alla presenza dello schema motorio, che è uno schema di regole sul rapporto esistente fra i diversi tipi di parametrizzazione e i loro effetti sull'esecuzione motoria. Di conseguenza, di fronte ad un compito motorio ben definito, l'attualizzazione di un dato programma motorio è la procedura corretta che consente di giungere all'unica risposta esatta. Un esempio sono tutte le attività *closed skills*.

L'*approccio ecologico-dinamico* (Turvey, Carello 1988; Kelso et al. 1990, in Pesce 2002) sembra essere un modello più attinente alla soluzione dei compiti motori mal strutturati, frequenti nelle attività *open skills*. Questa impostazione considera la risposta motoria il prodotto di un sistema dinamico complesso composto dalle caratteristiche anatomo-funzionali della persona, dal tipo di compito motorio e dal contesto in cui viene svolto, che interagiscono tra loro. La risposta motoria è il prodotto di un sistema che deve gestire un'enorme quantità di fattori diversi, definiti *gradi di libertà*. Per ridurre il carico di lavoro, l'approccio ecologico ipotizza che il sistema riduca i gradi di libertà passando spontaneamente da *pattern* instabili a *pattern* stabili di coordinazione dei segmenti e muscoli impegnati nel movimento (Bernstein 1967, in Pesce 2002). Di conseguenza, la variabilità nella risposta non è un limite, ma l'espressione delle possibilità che una persona ha di for-



nire la soluzione più efficace ad un compito, in un contesto e in funzione delle proprie competenze attuali. Questo è possibile anche grazie al fatto che le unità coordinative possiedono un certo grado di autonomia e il sistema presenta proprietà di auto-organizzazione (Kelso 1995) in funzione dello stretto rapporto tra percezione e azione. A questo proposito, sono interessanti le ricerche che suggeriscono l'esistenza di un sottosistema d'elaborazione delle percezioni definito percettivo-motorio, finalizzato all'azione. Questo sistema, essendo caratterizzato da un lato da un'alta velocità di elaborazione dell'informazione relativa al movimento degli oggetti e del corpo, dall'altro da breve memoria e scarsa consapevolezza, potrebbe offrire una rappresentazione della situazione completa e nello stesso tempo flessibile che renderebbe molto efficace il controllo del movimento (Spinelli, Zoccolotti 2002) e riteniamo potrebbe giocare un ruolo importante nella prestazione motoria creativa.

Nel dominio motorio, sono molto rare le condizioni di attività assolutamente *closed skills* e attività completamente *open skills* e quindi di compiti motori perfettamente ben strutturati o mal strutturati. Queste abilità si distribuiscono, tra i due estremi, secondo un *continuum* e all'interno di ogni singola disciplina i due tipi di compiti possono essere entrambi presenti. Una ricerca intelligente prevede la scelta del tipo di processo efficace per le caratteristiche del compito, mantenendo la flessibilità che consente di passare dall'uno all'altro ogni qualvolta ce ne sia bisogno. Di conseguenza, la situazione ottimale d'apprendimento sarebbe quella che integra i due tipi d'approccio (Colley, Beech 1988; Lee 1998; Davids et al. 2001, in Pesce 2002).

In ambito educativo e sportivo, le metodologie più utilizzate sono quelle di *tipo pre-*

scrittivo che fanno riferimento alla teoria dei programmi motori generalizzati e, applicando il principio della variabilità della pratica in modo sistematico e strutturato puntano al consolidamento e al perfezionamento di programmi sempre più complessi e all'ottimizzazione dei processi di parametrizzazione. Rimandando all'articolo di Pesce

(2002), le strategie impiegate di pratica variata in questo tipo di esercitazione puntano a costruire dei programmi utili ad eseguire con esattezza tutte le varianti motorie incluse in una determinata classe di movimenti. Questi programmi producono comportamenti che, indipendentemente dalla situazione, si realizzano sempre nello stesso modo. Di conseguenza, le esercitazioni sono caratterizzate dal fornire all'allievo chiare indicazioni sulla condizione di partenza, su quella d'arrivo e sulla procedura di soluzione da utilizzare per raggiungere l'obiettivo; regole che devono essere assolutamente rispettate, senza la possibilità di inserire variazioni autonome. Ovviamente, questo tipo di processo è utilissimo, ma affinché si realizzi un trasferimento positivo dell'apprendimento è necessario che ciò che abbiamo appreso in passato possa essere applicato a situazioni nuove e questo non è sempre possibile (Mayer 1983; Antonietti 1996, in Sternberg 1996), tanto più quando ciò che è stato appreso fa capo ad un programma motorio generalizzato diverso da quello responsabile dell'esecuzione del nuovo movimento da apprendere. Quindi, in questo caso il programma diviene un ostacolo alla soluzione e risulta molto difficile eliminarlo (Glucksberg 1962, in Sternberg 1996) in quanto tende a strutturare modalità di risposta stereotipate, poco flessibili ed esercitate in un ambiente le cui condizioni sono fortemente controllate e lasciano poco spazio all'imprevedibilità e alla variabilità. L'unica variabilità contemplata è, infatti, quella dei parametri superficiali del programma, quali la durata assoluta del movimento o la forza applicata in valore assoluto. La risoluzione dei compiti mal strutturati richiede, invece, l'acquisizione di particolari procedure e non di risposte. Infatti, di fronte a questo tipo di problemi non sono utilizzabili i nostri schemi usuali e le informazioni sono troppe da trattare contemporaneamente, quindi sono più appropriate altre strategie definite *euristiche*. Esse sono procedure di semplificazione e di riduzione della complessità per trovare soluzioni soddisfacenti ai problemi (Simon 1979, in Sternberg 1996).

Le metodologie didattiche che fanno riferimento all'approccio ecologico-dinamico sono euristiche e hanno come obiettivo controllare e sfruttare progressivamente tutti i gradi di libertà che nascono dall'interazione tra la persona, il compito e il contesto. Sommarientemente, questo controllo si acquisisce passando attraverso tre fasi di difficoltà crescente: la fase della riduzione dei gradi di libertà, la fase dell'esplorazione dei gradi di libertà e la fase della capitalizzazione dei gradi di libertà che consente di trovare la miglior risposta motoria a un dato compito in un dato contesto considerati i prerequisiti motori attuali dell'individuo (Vereijken et al. 1992, 1997, in Pesce 2002). Per raggiungere questo obiettivo, invece di esercitare la singola risposta motoria è importante stimolare il processo di soluzione autonomo e spontaneo, che attraverso procedure di soluzione sempre diverse conduce a risposte motorie differenti.

La teoria ecologico-dinamica e la didattica euristica sono dal punto scientifico quanto di più vicino alla creatività motoria sia stato sviluppato nel dominio motorio.

Indicazioni metodologiche per lo sviluppo della creatività motoria

I metodi per lo sviluppo della creatività, in genere, tendono a stimolare l'associazione di dati di varia natura, siano essi già immagazzinati in memoria o provenienti dall'ambiente, in modo da realizzare una configurazione nuova e rilevante. Quindi, cercano di modificare gli usuali schemi mentali e di comportamento, incrementando le capacità percettive, la capacità di manipolare pensieri, sentimenti ed oggetti e l'apertura verso il nuovo.

Infatti, se da una parte è ipotizzabile l'esistenza di un potenziale creativo, dall'altra questo potenziale rischia di essere una possibilità mancata se non si eliminano quelle condizioni che ne limitano l'espressione e non si acquisiscono gli strumenti per utilizzarlo in modo efficace.

Sulla base di quanto finora è stato realizzato nell'ambito del pensiero creativo, e considerando le peculiarità del dominio motorio, abbiamo elaborato alcune indicazioni metodologiche (figura 2) in grado di favorire lo sviluppo della creatività motoria.

Queste indicazioni riguardano:

- il ruolo del docente,
- la sospensione del giudizio,
- la tipologia del compito,
- la libera esplorazione,
- la varietà di stimoli,
- il lavoro di gruppo.

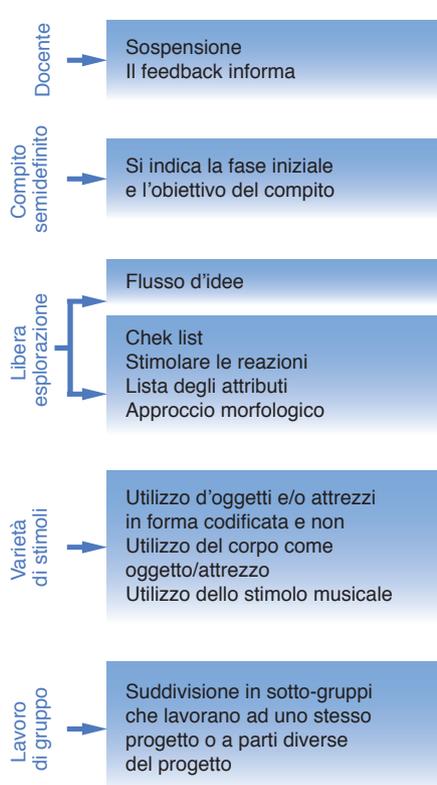


Figura 2 – Indicazioni metodologiche per lo sviluppo della creatività motoria.

Ruolo del docente

Sono stati compiuti molti studi per definire le caratteristiche più idonee. Dipendono, infatti, dall'insegnante il tipo di clima, di relazioni interpersonali e di programmi sviluppati all'interno dell'addestramento.

Le indagini hanno mostrato che gli insegnanti, in genere, considerano la creatività come qualcosa che dovrebbe essere sviluppata. Ma, ulteriori analisi hanno evidenziato che questo apprezzamento riguarda essenzialmente il processo, mentre spesso disapprovano i tratti di personalità associati con la creatività.

Tra le caratteristiche più salienti del comportamento docente in grado di stimolare la creatività, la ricerca (Cropley 1999) ha individuato che gli insegnanti in grado di svolgere questo ruolo forniscono un modello di comportamento creativo rinforzandolo anche negli allievi che sono, inoltre, protetti dalla pressione al conformismo e dalle critiche. Inoltre:

- sono molto sensibili ai bisogni e alle potenzialità degli studenti e quindi in grado di sostenere la loro individualità. Accolgono seriamente i loro suggerimenti e le domande;
- incoraggiano gli allievi all'auto-apprendimento, all'auto-valutazione ed all'auto-espressione. Li motivano all'acquisi-

zione della conoscenza di base necessaria per operare creativamente, stimolandoli all'esercizio e alla perseveranza. Li aiutano ad affrontare le frustrazioni e il fallimento, così che sviluppino il coraggio di provare il nuovo e l'inusuale;

- presentano un comportamento cooperativo e uno stile d'insegnamento che produce la tolleranza e l'integrazione sociale. Il loro ruolo è quello di facilitatori, quindi dirigono il processo, proteggono le idee e forniscono una grande varietà di materiali restando fuori dai contenuti affinché gli allievi possano trovare in modo autonomo la risposta più efficace. Inoltre, utilizzano una forma di *feedback* che è profondamente diversa da quella utilizzata nell'insegnamento prescrittivo. Nell'insegnamento prescrittivo il *feedback controlla*: gli incentivi o le ricompense servono a limitare la scelta dei comportamenti, inibendo così la creatività.

Nell'insegnamento euristico il *feedback informa*: gli incentivi o le ricompense non sono altro che degli stimoli che forniscono alternative utilizzabili, idee o direzioni rilevanti. In questo modo, anche la creatività viene stimolata.

Sospensione del giudizio

Per creare il giusto clima, la sospensione del giudizio è lo strumento elettivo di tutte le metodologie applicate allo sviluppo della creatività. In un processo di ricerca di soluzioni innovative, dove sia le procedure che le risposte possono essere molto diverse, non avrebbe alcun senso parlare di comportamenti giusti o sbagliati. Inoltre, un processo di ricerca che si fonda sul superamento dell'ovvio non potrebbe che essere limitato da un giudizio affrettato. Infine, la sospensione del giudizio implica non solo la libertà dalle reazioni degli altri ma anche lo sviluppo nell'individuo della capacità di difendere il proprio operato durante il processo di ricerca.

Sospendere il giudizio significa, anche, superare i blocchi sia interni che esterni. Un esempio è rappresentato dai blocchi culturali che inducono al conformismo per la paura delle conseguenze che un comportamento "diverso" può generare. Oppure i blocchi emotivi che determinano delle croniche manifestazioni d'insicurezza e ansietà tra le quali possiamo indicare la paura di fallire e del giudizio, la timidezza, l'incerta autostima.

Per quanto riguarda i blocchi esterni, la sospensione del giudizio crea condizioni ambientali ricettive che incoraggiano e sostengono il funzionamento creativo. Infatti, è stato notato che non solo il giudizio palese, ma anche le parole impulsive,

i toni di voce, e la gestualità, per quanto inconsapevoli, possono produrre un clima che impedisce lo sviluppo di comportamenti innovativi.

Tipologia del compito motorio

Un aspetto cruciale della metodologia è la forma dei compiti proposti. Abbiamo in precedenza illustrato la differenza tra compiti ben strutturati e mal strutturati. In questa metodologia il tipo di compito si situa in una posizione intermedia ed è indicato come semi-definito. Per *compito semi-definito* s'intende una condizione in cui la fase iniziale e l'obiettivo del compito sono chiaramente esplicitati, come nel caso dei compiti ben strutturati, mentre è totalmente assente la procedura per raggiungere l'obiettivo e non è prevista un'unica risposta corretta, come nel caso di quelli mal definiti. Questa particolare condizione sembra facilitare il processo creativo (Bertsch 1983), in quanto da una parte, si escludono le difficoltà legate alla comprensione del compito e del suo obiettivo, dall'altra, proprio la presenza dell'obiettivo stimola il processo creativo fornendo un tema intorno a cui coagulare gli sforzi.

Anche se è possibile prevedere dei compiti con livelli crescenti di difficoltà in funzione dell'età e del livello di capacità, la struttura semi-definita consente di non variare necessariamente il compito perché automaticamente varieranno i processi di soluzione e il tipo di risposte, in funzione delle variabili suddette. L'aspetto che invece deve essere adattato in funzione dell'età è la forma con cui questi sono presentati. Con i bambini si privilegia una comunicazione basata sull'uso delle favole, delle metafore o di situazioni della vita reale. Il lavoro è presentato sotto forma di gioco simbolico, che nasce quando azioni di routine e gli oggetti quotidiani sono usati in maniera atipica e giocosa. Con gli adulti, nonostante, l'uso di parole che possono evocare delle analogie, i compiti sono presentati in modo scarno, sottolineando l'importanza di essere molto concentrati e focalizzati sulle percezioni stimolate dall'esperienza. Essenziale nella presentazione dei compiti non fornire nessun tipo di esempio, per non correre il rischio che gli allievi limitino la loro ricerca, focalizzandosi su quanto proposto.

Libera esplorazione

Le caratteristiche dello spazio dei problemi creativi determinano la necessità di attuare un processo di ricerca fondato sull'esplorazione flessibile in completa libertà e sicurezza. Acquisire questa procedura significa rivedere le nostre abituali modalità di

apprendimento e di risposta che possono limitare la creazione di nuove possibilità. Questo tipo di processo consente di muoversi a largo raggio nello spazio delle possibilità senza fermarsi in nessun luogo, di scoprire indizi nascosti e di evitare di limitare la ricerca per un motivo qualsiasi. Nella fase esplorativa è fondamentale imparare il valore "dell'inibizione dell'impulso", che consente di non fermarsi pigramente alla prima idea. Inizialmente, questa fase prevede l'utilizzo del movimento spontaneo che facilita l'emersione di una risposta motoria non stereotipata e l'esperienza del contenuto emotivo ed espressivo del movimento.

Il processo d'esplorazione può essere realizzato secondo due modalità differenti, ma non alternative l'una rispetto all'altra. Alcune procedure puntano a lasciare fluire i comportamenti così come si presentano, in modo analogo a quando si apre un rubinetto e si consente all'acqua di scorrere. Ad esempio, immaginando di volere lavorare sulla percezione dello spazio, sulla sua organizzazione e sull'orientamento, indichiamo agli allievi come compito semi-definito la realizzazione di una mappa. Scelto un punto di partenza, ogni allievo descrive liberamente nello spazio un percorso con il corpo. Il percorso può avere varie dimensioni, può contenere forme diverse e luoghi particolari e ha ben definito il punto di partenza che deve coincidere ogni volta con il punto d'arrivo. Si ripete il percorso fino a quando si è certi di averlo ben memorizzato. La procedura che punta a lasciar fluire i comportamenti è attivata richiedendo agli allievi di procedere lungo il percorso, sia utilizzando il maggior numero di modalità di spostamento sia curando la ricerca di quelle meno usuali.

Altre procedure, invece, tendono ad incrementare ed accelerare questo flusso, aiutando l'allontanamento da alcune modalità abituali di comportamento e aumentando la possibilità di generare nuove connessioni. Alcune di queste procedure sono:



- **Checklist:** che consiste in un elenco di verbi e/o aggettivi che sono scelti e applicati al compito.
Ad esempio, sempre rispetto alla mappa, possiamo richiedere di eseguire gli spostamenti associandoli a concetti quali la leggerezza, la stanchezza o la pericolosità oppure ad azioni quali l'esagerare, il ridurre o il riarrangiare.
- **Forced relationship** (Stimolare le relazioni): che crea delle connessioni tra uno stimolo sensoriale qualsiasi ed il compito. Ad esempio, si può richiedere di procedere lungo il percorso ad occhi chiusi, in modo da attivare maggiormente gli altri sensi; si possono porre lungo il percorso alcuni oggetti e/o persone con cui l'allievo deve entrare in relazione. Relazione che può prevedere sia la manipolazione concreta dell'oggetto sia l'uso di questo come fonte d'ispirazione del movimento senza coinvolgerlo direttamente; si può scegliere un brano musicale e richiedere, sulla base delle sensazioni suscitate dalla musica, di ricercare modalità di spostamento diverse.
- **Attribute listing** (Lista di attributi): che prevede di selezionare un aspetto specifico del compito e quindi di focalizzarsi in modo particolare su di esso, individuandone degli attributi. Quindi, agli attributi si possono applicare le procedure precedenti per variarli o connetterli con uno stimolo remoto. Ad esempio, se si prende in considerazione il corpo si potrebbe scegliere di procedere lungo il percorso solo con una parte di esso (dorso, ginocchia, ecc.), mentre rispetto alla mappa si potrebbe selezionare solo una forma (linea retta, curva, ecc.) la direzione o la fronte e rispetto al movimento una categoria di movimenti o un particolare parametro esecutivo (velocità, ampiezza, ecc.). Quindi, all'attributo scelto si applica un termine, come nel caso della *Checklist*, per cui al lavoro sul dorso posso associare la qualità della stanchezza o l'azione di strisciare. Oppure uno stimolo remoto, come previsto nella procedura delle *Forced relationship*, tipo la musica, un'immagine come dorso-cucchiaino o un significato come dorso-sconosciuto.
- **Morphological approach** (Approccio morfologico): che prevede l'utilizzo della procedura della lista di attributi (*Attribute listing*) applicata al compito nel suo complesso e non solo a parte di esso. Nella nostra esperienza della mappa, possiamo elencare alcuni dei seguenti attributi: il corpo, il movimento, il tipo di percorso, gli effetti speciali. Sotto ogni sezione

potremmo elencare un certo numero di alternative. Ad esempio, sotto *corpo* potremmo elencare le varie parti (dorso, ginocchia, etc.) e le sue qualità (grasso, rigido, ecc.). Sotto il *movimento* potremmo elencare le diverse categorie di movimento (salti, lanci, ecc.), e i diversi parametri esecutivi (velocità, ampiezza, ecc.). Sotto il *tipo di percorso* potremmo elencare le diverse forme (linea retta, linea curva, ecc.), la direzione, la fronte. Sotto *effetti speciali* potremmo elencare la musica, gli oggetti, le persone, gli odori, la luce. Quindi l'allievo potrebbe prendere casualmente degli elementi da ognuna delle liste e collegarli tra loro in una nuova idea di mappa. Ad esempio, potrebbe selezionare il dorso, strisciare, linea curva e la musica come elementi casuali, uno da ogni lista di attributi, per poi metterli insieme o adattarli in modi differenti.

- **Analogies** (Analogie): con questo metodo è sollecitata la capacità dei soggetti di rappresentare il compito utilizzando analogie e metafore. L'associazione non stereotipata, può riguardare un'analogia tra il corpo e un oggetto, una persona, un'emozione, uno spazio familiare, considerando che ciò che è significativo nelle analogie, non è la somiglianza nei contenuti quanto la corrispondenza tra i sistemi strutturali di relazione (Gentner 1983, in Sternberg 1996). Ad esempio, posso spostarmi lungo il percorso "come se" fossi una palla, un elastico tirato da qualcuno, un tronco di legno, un bambino piccolo, una persona anziana, un animale, o fossi arrabbiato. Oppure la mappa può rappresentare un luogo conosciuto (la casa, una stanza, un giardino, una strada, il percorso quotidiano verso la scuola, ecc.) a cui si possono associare dei gesti e dei movimenti collegati a quel luogo.

Varietà di stimoli

Il carburante necessario per i nostri meccanismi associativi è rappresentato, dalle informazioni immagazzinate in memoria e dalle impressioni sensoriali che arrivano al nostro cervello dalle fonti più svariate. Più informazioni forniamo al nostro cervello maggiore sarà la probabilità di creare delle correlazioni tra loro. Senza mai dimenticare che la qualità delle associazioni dipende sia dalla quantità sia dalla ricchezza degli stimoli. Si tratta, quindi, di fornire molti materiali diversi da manipolare, infatti, più le associazioni sembrano remote più è probabile la produzione di un'idea originale. Nel nostro dominio le fonti di stimolo più immediate sono da una parte, l'utilizzo dei grandi e piccoli attrezzi, codificati e

non e del corpo come oggetto dello studio. Questi rappresentano una fonte di sempre nuove possibilità di movimento per il fatto che i diversi attrezzi sollecitano differenti caratteristiche motorie ed emotive. E dall'altra, una scelta accurata del brano musicale che, dal punto di vista ritmico, melodico ed armonico, deve corrispondere esattamente agli obiettivi di ordine tecnico, emotivo ed espressivo che intendiamo sviluppare.

Dal punto di vista cognitivo, l'esperienza con gli oggetti consente di lavorare anche sull'eliminazione della fissità funzionale, definita dalla psicologia cognitiva come la fissazione su una particolare funzione dell'oggetto per cui non si è in grado di vedere in esso la possibilità di svolgere altre funzioni. Le vecchie abitudini interferiscono con le nuove percezioni, mentre la creatività coinvolge la trasformazione mentale, la percezione di nuovi significati, nuove combinazioni e relazioni che derivano dal superamento delle barriere percettive.

Lavoro di gruppo

Uno strumento metodologico il cui valore educativo è già stato ampiamente documentato è il lavoro di gruppo, dove ogni persona è sollecitata a fornire un contributo attivo alla ricerca creativa. Questa è una condizione molto stimolante per la quantità e qualità di contributi diversi che è in grado di generare, consentendo, inoltre, di raggiungere l'obiettivo anche nel caso di livelli di abilità motorie notevolmente diversificati. Inoltre, il gruppo supera le barriere esterne legate all'autorità e a una organizzazione gerarchica. Infatti, questo tipo di struttura invece di considerare il valore delle attitudini individuali e stimolare la loro applicazione, tende a rinforzare gli automatismi, il conformismo, la non assunzione di rischi e di responsabilità, attraverso il meccanismo dei premi e delle punizioni. In tal senso, riteniamo che il lavoro di gruppo, fondato sull'assunzione di pari responsabilità e sulla elaborazione autonoma e condivisione delle scelte tra i membri del gruppo, sia la condizione più idonea per l'emersione di comportamenti creativi. D'altronde, il gruppo si trova nella condizione in cui il comportamento creativo non solo è accettato, ma anche auspicato, aumentando così la probabilità che esso si presenti.

Il lavoro creativo svolto individualmente è più difficile proprio per l'assenza dell'azione stimolante e di sostegno che può arrivare dall'esterno e in genere si realizza successivamente quando la persona è in grado di replicare da sola i processi appresi con l'attività di gruppo. Anche se, non

bisogna dimenticare che esistono atteggiamenti individuali che fanno preferire l'uno rispetto all'altro.

Per amplificare gli effetti appena illustrati, si può suddividere il gruppo in vari sotto-gruppi che operano lavorando su soluzioni alternative. I sotto-gruppi possono lavorare ad uno stesso progetto o a progetti diversi, ma indipendentemente l'uno dall'altro, per poi confrontarsi ed apprezzare le analogie e le differenze. L'importante è fare attenzione al clima che si crea tra i gruppi, evitando l'instaurarsi di situazioni competitive, per le ricadute che potrebbero avere a livello dei singoli, delle relazioni interpersonali e sulla prestazione creativa. Le indicazioni metodologiche che abbiamo appena illustrato potrebbero essere un punto di partenza nel lavoro sulla creatività motoria. Resta ancora aperta la ricerca sull'identificazione delle abilità creative in particolare rispetto ai microdomini motori e, problema ancora più aperto, sui sistemi di valutazione.

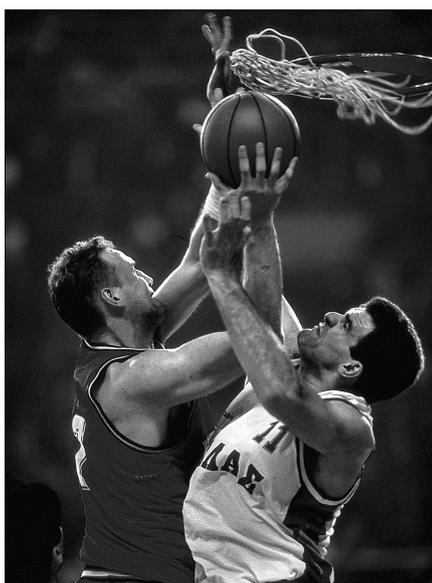


Foto Calzetti & Marucci Editori

Per concludere... un aneddoto

James A. Naismith, passato alla storia come l'inventore della pallacanestro, partì dall'esigenza di creare un'attività sportiva che si potesse svolgere al chiuso, visto che nei mesi invernali a Springfield era impossibile svolgere le attività all'aperto, nei campi pieni di neve. Così, con i suoi studenti iniziò un periodo di sperimentazione e di ricerca di un nuovo gioco. Immediatamente si accorsero che il football al chiuso era troppo violento. Era necessario creare un gioco che minimizzasse la violenza e lo scontro (possibile in spazi aperti). Da qui derivano le regole della pallacanestro che vietano ai giocatori di toccarsi o correre tenendo la palla, che a sua volta può essere toccata solo con le mani. " ...Niente mazze o

bastoni – usare attrezzi simili in palestra sarebbe stato cercare guai!..." (Goleman et al. 1992).

Naismith ed i suoi studenti attraverso un processo per tentativi ed errori perfezionarono le regole del gioco. Unico problema: ogni volta che veniva segnato un canestro la partita si doveva interrompere per togliere la palla dal cesto di frutta. Ma anche questo fu risolto.

Indirizzo degli Autori: Nicoletta Tocci, Patrizia Scibinetti, IUSM, Dipartimento di Scienze della formazione per le attività motorie e lo sport, Piazza Lauro de Bosis n°15, 00194, Roma.
nicolettatocci@tiscali.it
patriziascibini@tiscali.it

Note

⁽¹⁾ Il pensiero divergente è il pensiero creativo, alternativo e originale. È sollecitato da situazioni aperte, come quelle sociali, e che ammettono più soluzioni alternative. Secondo Guilford il pensiero divergente è misurato da tre indici:
fluidità: parametro quantitativo basato sull'abbondanza delle idee prodotte;
flessibilità: capacità di cambiare strategia ed elasticità nel passare da un compito ad un altro che richiede un diverso approccio;
originalità: capacità di formulare soluzioni uniche e personali che si discostano dalla maggioranza.

Bibliografia

- Aglioti S. M., Facchini S., Il cervello motorio, in: Spinelli D. (a cura di), Psicologia dello sport e del movimento umano, Bologna, Zanichelli, 2002, 39-60.
- Andolfi M., Giovannini F., Laterza E., Per stare bene, Bologna, Zanichelli, 2003, 77.
- Antonelli F., Salvini A., Psicologia dello sport, Roma, Lombardo ed., 1978.
- Baer J., Kaufman J. C., Bridging generality and specificity: the model Amusement Park Theoretical (APT) model of creativity, Roper review, 27, 2005, 158-163.
- Barnett S. M., Ceci S. J., When and where do we apply what we learn? A taxonomy of far transfer, Psychological Bulletin, 128, 2002, 612-637.
- Bertsch J., La créativité motrice. 1. Son evaluation et son optimisation dans la pédagogie des situations motrices a l'école. 2. Manuel de tests, Parigi, Insep, 1983.
- Brennan M. A., Dance creativity measures: a reliability study, Research Quarterly for exercise and sport, 3, 1983, 293-295.
- Caprara G. V., Pastorelli C., Le motivazioni, in: Spinelli D. (a cura di), Psicologia dello sport e del movimento umano, Bologna, Zanichelli, 2002, 63-79.
- Cropley A. J., Education, in: Runco M. A., Pritzer S. R. (a cura di), Encyclopedia of creativity, San Diego California, Academic Press, 1999, Vol. I, 629.
- Csikszentmihalyi M., Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention, New York, Harper/Collins, 1996.
- Gardner H., Frames of mind: the theory of multiple intelligences, New York, Basic Books, 1983 (traduzione italiana, Formae mentis. Saggio sulla pluralità dell'intelligenza, Milano, Feltrinelli).
- Goleman D., Ray M., Kaufman P., The creative spirit, Alvin H. Perlmutter, 1992 (traduzione italiana a cura di I. Blum, Lo spirito creativo, Milano, Bur, 2001).
- Guilford J.P., The nature of human intelligence, New York, McGraw, 1967.
- Lubin E., Sherrill C., Motor creativity of preschool deaf children, Ph.D dissertation Texas' Women University, 1979, 296.
- Meinel K., Bewegungslehre, Berlino, Volk und Wissen Verlag, 1977 (traduzione italiana a cura di M. Gulinelli, Teoria del movimento, Roma, Società Stampa Sportiva, 1984, 216-218).
- Pesce C., Insegnamento prescrittivo o apprendimento euristico ?, SDS-Scuola dello Sport, 21, 2002, 55, 10-18.
- Philips J. A., Comparison of motor creativity with verbal and figural creativity, and selected motor skills, Research Quarterly, 40, 1969, 1, 163-173.
- Pluncker J. A., Runco, M. A., Enhancement of creativity, in: Runco M. A., Pritzer S. R. (a cura di), Encyclopedia of creativity, San Diego California, Academic Press, 1999, Vol. I, 669.
- Rathunde K., Systems approach, in: Runco M. A., Pritzer S. R. (a cura di), Encyclopedia of creativity, San Diego California, Academic Press, 1999, Vol. II, 605.
- Rowe P., Motor creativity of mentally retarded children, Unpublished doctoral dissertation, Texas Woman's University, Denton, Dissertation Abstracts International, 37/07, 4216A, 1976.
- Sherrill C., Lubin E., Routon L., Observation and rating of motor creativity, in: Sherrill C. (a cura di), Creative arts for the severely handicapped, Springfield, Ill., Charles C. Thomas, 1979, 205-213.
- Spinelli D., Zoccoletti P., Percezione e azione, in Spinelli D. (a cura di), Psicologia dello sport e del movimento umano, Bologna, Zanichelli, 2002, 3-38.
- Sternberg R. J., Cognitive Psychology, Holt, Rinehart and Winston, 1996, (traduzione italiana a cura di Baffone A., Olivetti Belardinelli M. (a cura di) Psicologia cognitiva, Padova, Piccin Nuova Libreria, 2000).
- Saibene F., Rossi B., Cortili G., Fisiologia e psicologia degli sport, Milano, Arnoldo Mondadori, 1986, 40.
- Schmidt R. A., Wrisberg C.A., Motor learning and performance, Champaign, Ill., Human Kinetics, 2000, (traduzione italiana a cura di Pesce C., Capranica L., Apprendimento motorio e prestazione, Roma, Società Stampa Sportiva, 2000).
- Stroup, Pielstick, Motor ability and creativity, Perceptual and motor skills, 20, 1965, 1, 76-78.
- Tocci N., Scibinetti P., Essere creativi è utile? Studi sulla creatività motoria, Sds-Scuola dello Sport, 23, 2003, 58-59, 69-73.
- Torrance E.P., Torrance test of creative thinking, scholastic testing Service inc., Bensenville Ill., 1988, (traduzione italiana a cura di Sprini G., Tomasello S., Test di pensiero creativo, Firenze, O.S. Organizzazioni Speciali, 1989).
- Truan J. C. F., Benjumea J. M. C., Instrumento para evaluar la creatividad motriz del alumnado de educación física en primaria, Revista Digital, Buenos Aires, 10, 2004, 71.
- Wyrick W., The development of a test of motor creativity, Research Quarterly, 39, 1968, 756-765.

Trainer's digest

Sollevamento pesi con i giovanissimi?

a cura di Mario Gulinelli



Da anni l'allenamento con i pesi con i giovanissimi e in particolare la pratica giovanile del sollevamento pesi sono oggetto di discussione e non mancano coloro che sostengono che ambedue dovrebbero essere evitati fino alla completa maturazione. Il problema è stato affrontato dagli statunitensi Pierce, Byrd, Stone in una presa di posizione e una rassegna della letteratura pubblicata nel numero d'autunno 2006 della rivista del Comitato olimpico statunitense *Olympic Coach* (Kyle C. Pierce, Ronald J. Byrd, Michael H. Stone, *Position statement and literature review: Youth weightlifting*, *Olympic Coach*, 18, 2006, 3, 10-12). Negli Stati Uniti, l'allenamento con i pesi con i bambini e soprattutto la pratica giovanile del sollevamento pesi sono stati oggetto di controversie e incomprensioni, iniziate con una presa di posizione dell'*America Academy of Pediatrics* (AAP) del 1983 secondo la quale il sollevamento pesi presentava una percentuale elevata di infortuni e per questo ne andava evitata la pratica da parte degli adolescenti, e continuate con un'ulteriore presa di posizione una, del 1990 – nella quale si ammetteva una allenamento della forza con i giovanissimi purché condotto da sotto la supervisione di adulti ben preparati, ma si sconsigliava la pratica del sollevamento pesi, del *power lifting* e del *body building* – e un'altra del 2001, che riaffermava tale posizione, malgrado alcuni Autori avessero già messo in rilievo l'inesistenza di prove scientifiche sufficienti di traumi potenziali legati ad un allenamento con i pesi in età prepuberale e alla pratica del sollevamento pesi. Nel 1998, l'*American College of Sports Medicine* ammetteva la possibilità di un allenamento con i pesi da parte di pre-adolescenti e adolescenti, ma non con pesi massimali, per cui la sua posizione poteva essere interpretata come contraria alla pratica competitiva del sollevamento pesi. Nel 1996, la NSCA (*National Strength and Conditioning Association*), con una ampia rassegna della letteratura e una presa di posizione si dichiarava a favore di un allenamento con i pesi con bambini e adolescenti, se realizzato con programmi appropriati e supervisionato da allenatori professionisti. Ma in essa, anche se non vi era un riferimento specifico alla pratica del sollevamento pesi, si sconsigliavano "competizioni interindividuali" e quindi indirettamente la pratica di questo sport. Tale pratica e i movimenti balistici ad essa associati erano oggetto di critica per l'elevato numero di traumi ad essi collegati. Ma, secondo Pierce, Byrd, Stone, vi sarebbero scarse prove oggettive a supporto di tali critiche: rassegne e studi sul tipo e la percentuale di traumi associati al sollevamento pesi indicano che sono inferiori a quelli riscontrabili in altri sport (football americano, pallacanestro, ginnastica artistica, calcio rugby). Come in altri sport le cause dei traumi vanno ricercate in carenze o difetti nella tecnica, nel sovraccarico eccessivo, nella fatica, in attrezzi inadatti e, soprattutto, nella mancanza di una supervisione qualificata. È ovvio che, quando si parla di bambini gli aspetti controversi del sollevamento pesi e le incomprensioni si moltiplicano, ma secondo Pierce, Byrd, Stone esiste una certa quantità di informazioni che indicano che, sotto appropriata supervisione, questa attività è meno dannosa di altri sport. Inoltre, il tasso di traumi negli esercizi che prevedono il sollevamento di pesi sembra minore che in altre forme di allenamento della forza. Vi sono ricerche che permettono di affermare che vi sono meno rischi di quanto si creda, specialmente se allenamento e gare sono adattate alle varie fasce d'età e adeguatamente supervisionate. Pierce, Byrd, Stone sottolineano che tale conclusione deve essere vista nell'ottica di un approccio scientifico all'allenamento e alle gare: l'allenamento con i pesi o la pratica del sollevamento pesi possono essere adatti a bambini e adolescenti

solo se sono adeguati alle particolarità delle varie età, ma ciò vale per qualsiasi sport dove programmi di allenamento e forme di competizione inadatti possono aumentare il rischio di danni. Se si allenano bambini e adolescenti è essenziale tenere conto dei fattori legati allo sviluppo. Secondo i canadesi Bayli e Hamilton ad un atleta di talento sono necessari da otto a dodici anni per arrivare all'alto livello. Un processo che secondo Pierce, Byrd, Stone è naturale nella pallacanestro o nel football americano, dove negli Usa prima di arrivare al professionismo un atleta li pratica tre anni nella scuola media, quattro nelle scuole superiori e da quattro a cinque anni a livello di *College*, mentre nel sollevamento pesi (come in molti altri sport) spesso si tende ad accelerare questo processo. Per quanto concerne l'età d'inizio dell'allenamento nel sollevamento pesi, gli ungheresi Aján (Presidente della Federazione internazionale di sollevamento pesi) e Baroga sostengono che il suo stadio iniziale dovrebbe trovarsi in una età dagli 11 ai 16 anni. Se si inizia a 11-12 anni l'obiettivo centrale dell'allenamento deve essere la preparazione fisica generale comprendente vari esercizi dinamici e esercizi diretti a sviluppare le abitudini motorie necessarie allo sviluppo sia fisico che sportivo, e un allenamento specializzato non superiore al 40% del tempo globale. Oltre agli esercizi con il bilanciere, nell'allenamento dovrebbero essere integrate attività di atletica leggera, ginnastica, giochi sportivi (pallacanestro, pallavolo) e il nuoto. Gli obiettivi del secondo anno di allenamento (da 12 a 13 anni d'età) sarebbero lo sviluppo fisico generale (50% del tempo di allenamento) e nella preparazione speciale l'accento dovrebbe essere posto sulle "corrette abitudini esecutive" nell'apprendimento delle tecniche degli esercizi di gara. Negli anni successivi si introdurrà gradualmente un allenamento più specializzato, tenendo presente il principio che per ottenere elevati risultati a lungo termine, ogni fase dell'allenamento deve essere costruita su quella precedente e porre le basi per la successiva. In Bulgaria, paese che ha ottenuto grandi successi nel sollevamento pesi, l'età consigliata per iniziare l'allenamento in questo sport è 10 anni, con un piano di allenamento costruito in modo tale da armonizzarlo con lo sviluppo. L'accento è posto su quello sviluppo fisico generale compatibile con le qualità fisiche che saranno necessarie successivamente, per cui l'allenamento comprende esercizi di irrobustimento generale di tutto il corpo (allenamento con sovraccarichi, ginnastica, acrobatica), esercizi diretti allo sviluppo della resistenza e della capacità cardiovascolare, esercizi di destrezza e di sviluppo della mobilità articolare, evitando un accento sullo sviluppo della resistenza cardiovascolare che comprenda esercizi tipicamente aerobici (corsa prolungata, ciclismo, nuoto su lunghe distanze, ecc.) in quanto limitano l'adattamento all'allenamento alla forza e alla forza rapida. A conclusione del loro lavoro, Pierce, Byrd, Stone osservano che, come in ogni altro sport, l'allenamento e le competizioni di sollevamento pesi dovrebbero essere realizzate mettendo in atto le opportune misure di sicurezza: in una pratica normale sottoposta alla necessaria supervisione il potenziale di traumi è notevolmente basso, anche se si tratta di un problema che richiede ulteriori ricerche scientifiche, dirette a chiarire le differenze tra dati ricavati dalla pratica e ipotesi che riguardano potenziali traumi. Per cui, non esisterebbero dubbi che una pratica competitiva del sollevamento pesi può essere adatta per ragazzi e adolescenti che siano seguiti da allenatori qualificati che conoscono e comprendono le scienze dello sport, specialmente per quegli aspetti che riguardano i vari stadi dello sviluppo fisico e psicologico e siano capaci di applicarle nella loro attività.

Giuseppe Musolino, *Facoltà di Medicina e chirurgia, Università di Messina*

La ricarica dei carboidrati

Disamina storica, illustrazione e confronto tra i vari metodi di ricarica del glicogeno

63

Foto VISION

Il metodo della ricarica dei carboidrati è attuato da molti anni dagli atleti di varie discipline sportive, soprattutto degli sport di resistenza. Il lavoro parte da una disamina storica per sviluppare, attraverso il confronto, un'analisi critica dei diversi metodi utilizzati sino ad oggi. Infine viene esposta la metodica impiegata nel body building, basata sul consumo di sodio-carico di potassio, con relativa descrizione della tecnica, dei possibili vantaggi e della potenziale pericolosità.

Le tecniche ed i consigli riportati in questo articolo esprimono solo le esperienze dell'Autore e quelle di altri studi ed hanno perciò uno scopo puramente informativo. È sconsigliato l'utilizzo di una qualsiasi di queste metodiche senza aver prima consultato il parere del proprio medico.

Generalità

Il carico di carboidrati, detto anche rimbalzo *glucidico*, *rebound* o ancora *carbining up*, è una metodica complessa, utilizzata solo prima delle gare, per supercompensare i muscoli di glicogeno. Maggiori riserve di glicogeno equivalgono, almeno in certi sport, a miglior *performance*. È indicato, infatti, per prove di lunga durata, come la maratona, lo sci di fondo, il ciclismo, il nuoto di fondo, il calcio.



FOTO CALZETTI & MARIUCCI EDITORI

In generale, dunque, è adatto per attività di resistenza, con durata maggiore a 90 min, mantenute al 70-90% del $\dot{V}O_2\max$.

È da precisare, comunque, che la ricarica dei carboidrati non ha effetti sulla forza, sulla resistenza o sul $\dot{V}O_2\max$: essa aumenta solo la capacità di protrarre un'attività fisica condotta a *tasso aerobico massimo*. Ciò significa reggere un ritmo di gara sostenuto e comunque non inferiore a quello abituale, altrimenti l'effetto del "nuovo" glicogeno incorporato sarà solo quello di produrre un precoce affaticamento, con serie possibilità di non riuscire a portare a termine la prova (Colgan 1993). Inoltre, al momento di valutare un possibile inserimento di tale strategia nutrizionale nell'ambito della preparazione di un atleta, oltre a verificarne l'effettiva utilità nello sport in questione, occorre tenere sempre in considerazione un fattore pratico: come vedremo, queste tecniche tendono a portare l'atleta, in breve tempo, da una diminuzione del proprio peso corporeo (nella fase di svuotamento) ad un aumento dello stesso (nella successiva fase di replezione). Tale variazione ponderale può avere un riscontro psicologico negativo sull'atleta, che potrebbe in tal modo (sebbene precedentemente messo in guardia) avvertire un fallimento.

Il metodo Åstrand

Il metodo della ricarica dei carboidrati fu ideato nel 1967 dai ricercatori svedesi Bergstrom e Hultman (Bergstrom, Hultman 1967), che, insieme ad altri ricercatori, ne sperimentarono per primi una tecnica, chiamata anche "metodo classico", o "metodo Åstrand", in onore al famoso fisiologo.

Esso si basa su alcuni principi:

1. in condizioni normali, la concentrazione di glicogeno varia tra 1,5 e 2 g per ogni 100 g di tessuto muscolare;
2. in seguito a dieta ipoglicidica, come dimostrato da Bergstrom, Hultman (1967), la concentrazione scende a 0,6 g;
3. facendo quindi seguire a questa fase una dieta iperglicidica per tre giorni, il livello sale da 2 fino a 3,5 g;
4. se, però, durante la fase ipoglicidica, i livelli di glicogeno vengono depleti attraverso attività fisiche prolungate, la successiva ricarica può portare la concentrazione a 4 g e anche più per ogni 100 g di massa magra (Bergstrom, Hultman 1967, figura 1).

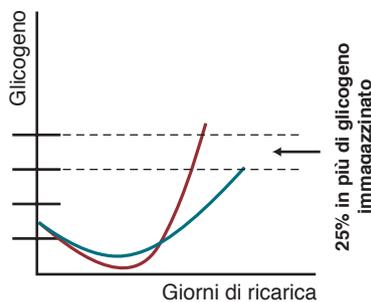


Figura 1 – Concentrazioni di glicogeno muscolare dopo scarica dei depositi a 0,6 g (linea azzurra) e quasi a zero (linea rossa).

Con tale metodica, l'atleta, ottenuta la deplezione del glicogeno in seguito a lavoro prolungato e a esaurimento, rimane a riposo nei sei giorni precedenti la prova.

Contemporaneamente, dal sesto al quarto giorno, l'apporto glucidico sarà solo del 10 % delle calorie totali, mentre nei restanti tre giorni raggiungerà il 90%. Con questa tecnica si raggiungono concentrazioni di glicogeno pari a 2,2 g/100 g di tessuto muscolare.

Il metodo presenta, però, delle grandi insidie.

1. Durante la fase di deplezione, la dieta ipoglicidica porta il corpo ad utilizzare altre fonti per ottenere energia, cioè i grassi e le proteine (neoglucogenesi): ma, soprattutto se l'apporto di proteine alimentari è insufficiente, l'organismo non esiterà a "cannibalizzare" gli aminoacidi dei muscoli. Tutto ciò porta ad una con-

dizione nota come acidosi metabolica, o *chetosi*.

La chetosi consiste nell'aumento di alcuni metaboliti (corpi chetonici e acidi amminici) nel sangue. Questi si formano appunto durante i processi di degradazione degli acidi grassi e degli aminoacidi, per contemporanea limitata disponibilità di glucosio. In presenza di carboidrati, sono a loro volta degradati fino alla completa combustione, con relativa produzione di molta energia.

La chetosi è caratterizzata da una costellazione di sintomi (debolezza muscolare, fatica, nausea, emicrania, vertigini, confusione, irritabilità, ansia), i quali, oltre ad essere un pericolo per la salute, facilmente conducono ad un declino della resa atletica. Con l'unica eccezione del *body building* (in cui anzi un certo grado di chetosi, per breve tempo, è auspicabile), è una condizione da evitare accuratamente.

2. Lo stress ipoglicemico iperattiva il sistema nervoso ortosimpatico: se, infatti, la glicemia si abbassa fino a 20-30 mg/100 ml, aumentano considerevolmente sia le catecolamine (in particolar modo l'adrenalina), sia i glucocorticoidi (specie il cortisolo), sia gli ormoni iperglicemizzanti, come il glucagone, con il chiaro fine di compensare l'ipoglicemia attraverso meccanismi neoglucogenetici.

3. Il cervello, che non utilizza acidi grassi, ma solo glucosio, necessita giornalmente di circa 120 g di zuccheri. È evidente, quindi, che spesso una dieta ipoglicidica non soddisfa tali esigenze, per cui il corpo è costretto a rivolgersi ancora una volta ad operazioni neoglucogenetiche per assicurare l'omeostasi.

4. Ogni grammo di glicogeno viene immagazzinato insieme a 2,7 g di acqua (Kreitzman 1992). Portando perciò, in seguito a replezione dei carboidrati, la concentrazione di glicogeno a 3-4 g per ogni 100 g di massa magra, aumenterà di conseguenza il peso totale dell'individuo. Considerando un atleta con 50 kg (500 etti) di massa magra, potremmo avere:

$$\begin{aligned} 500 \text{ etti} \times 3 \text{ g} &= 1500 \text{ g} \\ (\text{glicogeno totale immagazzinato}) \\ 1500 \text{ g} \times 2,7 \text{ g} &= 4050 \text{ g} \\ (\text{peso totale acquisito}) \end{aligned}$$

Il soggetto in questione sarà dunque aumentato di 4,05 kg al termine della ricarica e questo spiega i motivi per i quali la ricarica non è adatta per attività brevi ed anaerobiche:

- non c'è abbastanza tempo per consumare il glicogeno in eccesso;
- l'aumento di peso rappresenterebbe un'inutile zavorra da portare dietro durante la prova.

Questo meccanismo di "traino" dei carboidrati nei confronti dell'acqua, si verifica, in senso inverso, anche nel momento in cui il glicogeno viene utilizzato, allorché l'acqua verrà espulsa nella stessa misura (2,7 g di acqua per ogni grammo di glicogeno utilizzato).

Comprendere questi meccanismi fisiologici è indispensabile per gli atleti, soprattutto per quelli che devono stare attenti al proprio peso corporeo.

Per inciso, inoltre, è utile far notare come molte diete "moderne" sfruttino quest'ultimo fenomeno, basandosi su bassi apporti glucidici, che svuotano le riserve di glicogeno. Questa perdita, abbiamo visto, si accompagna a quella dell'acqua: di conseguenza, il peso corporeo diminuisce anche rapidamente, cosa confusa da molti come una perdita di grasso corporeo. Ecco perché in una o due settimane chi segue questo tipo di diete perde anche diversi chilogrammi, riacquistati, per contro, ancor più rapidamente (spesso quasi in una notte!).

Il metodo Sherman-Costill

Alla luce di queste obiezioni sollevate al metodo Åstrand, Sherman e Costill (1981) hanno promosso un altro metodo di ricarica, che, pur non raggiungendo i livelli di glicogeno del metodo "classico" (Costill è d'accordo che la resintesi sia collegata al grado di deplezione), ha però il merito di mantenere l'atleta in condizioni decisamente migliori (Sherman 1981). Con questa tecnica, dal sesto al quarto giorno precedente la gara si seguirà un'alimentazione in cui l'apporto di carboidrati corrisponderà al 50-60% delle calorie totali. In questo stesso frangente, l'allenamento passerà dall'80% al 60% e poi al 40%. Nei restanti tre giorni i carboidrati verranno aumentati al 70% e l'allenamento continuerà a scemare, finché il giorno prima della prova si sospenderà totalmente (tabella 1).

Il metodo Sherman-Costill può apportare circa 2,05 g di glicogeno ogni 100 g di muscolo.

Tuttavia, anche al metodo Sherman-Costill devono essere mosse alcune critiche.

1. Un'alimentazione iperglucidica sarà tanto efficace, sotto il profilo della ricarica, quanto più la fase di svuotamento avrà abbassato la concentrazioni dei depositi di glicogeno. La metodica di Costill, invece, non propone assolutamente una drastica deplezione, che dovrebbe avvenire al fine di stimolare l'attività della *glicogeno-sintetasi*, l'enzima addetto all'operazione di immagazzinaggio del glicogeno, senza il quale è molto probabile che i carboidrati in eccesso diventino grasso corporeo

Giorni dalla gara	Metodo Astrand		Metodo Sherman-Costill	
	Allenamento	Carboidrati	Allenamento	Carboidrati
6	Nulla	0-10%	80% \times 90'	50-60%
5	Nulla	0-10%	60% \times 40'	50-60%
4	Nulla	0-10%	40% \times 40'	50-60%
3	Nulla	80-90%	30% \times 20'	70%
2	Nulla	80-90%	20% \times 20'	70%
1	Nulla	80-90%	Nulla	70%

Il metodo Sherman-Costill può apportare circa 2,05 g di glicogeno ogni 100 g di muscolo.

(Nielsen 2004; Christ-Roberts 2004; Sakamoto 2004).

2. Deplezione e ricarica avvengono solo nei muscoli allenati, anzi *esauriti*. Da esperimenti di Bergstrom, Hultman (1967) si dimostrò come, allenando una gamba sola fino all'esaurimento, in seguito a successiva alimentazione iperglucidica di tre giorni, i livelli di glicogeno in quell'arto aumentavano del doppio rispetto a quelli pre-esercizio. La concentrazione dell'altra gamba rimaneva invece invariata.

Nonostante ciò, Costill propone una diminuzione dell'allenamento fino al giorno della gara. Eppure è un punto determinante per la riuscita di una perfetta ricarica!

Gli atleti, da parte loro, effettuano quasi sempre lunghi e lenti esercizi aerobici, come il *tapis roulant* o la *cyclette*. Questo è un errore, perché si finirà per svuotare, e conseguentemente ricaricare, solo i muscoli impegnati dal tipo di attività svolto (nel caso dell'aerobica, quasi sempre le gambe). Gli altri gruppi muscolari non usufruiranno di un così alto livello di glicogeno e questo sarà un handicap, soprattutto in quegli sport, come la maratona, ad esempio, in cui vi è spesso l'esaurimento delle riserve di gruppi muscolari come braccia, spalle, nuca e schiena.

Inoltre, praticare l'attività aerobica allo scopo di svuotare i depositi di glicogeno non è l'ideale, in quanto, in successiva fase di ricarica, essa mostra un basso tasso di resintesi (2-8 mmol/kg/ora), superata in questo dall'allenamento con i pesi (1,3-11 mmol/kg/ora) e dall'allenamento allo scatto nella corsa (15-33,6 mmol/kg/ora). E poiché l'allenamento con i pesi attiva praticamente tutti i distretti muscolari, è proprio questa l'attività da prediligere attraverso serie lunghe ed estenuanti (Colgan 1993).

Bisogna semmai porre attenzione all'intensità dell'esercizio (Goforth 2003), che, se da una parte valorizza lo svuotamento, dall'altra potrebbe essere causa di dolore muscolare, che interferirebbe con il rendimento in gara (in particolare, l'allenamento eccentrico potrebbe rallentare la resintesi anche del 25%).

Il Regime dissociato scandinavo

Un'ulteriore metodica di ricarica dei carboidrati è rappresentata dal Regime dissociato scandinavo, che si svolge in due fasi:

Fase I (svuotamento)

Dal sesto al quarto giorno antecedente la gara, l'allenamento sarà intenso e esaurimento, ma riguarderà solo i gruppi muscolari impegnati in gara.

L'alimentazione sarà ipoglucidica, iperproteica, iperlipidica, ma normocalorica.

Fase II (arricchimento)

Nei tre giorni precedenti l'evento, il lavoro muscolare si ridurrà ad un prolungato riscaldamento e l'alimentazione diventerà iperglucidica, anche se sempre normocalorica.

Le modalità di ricarica

Innanzitutto va calcolata la quantità di carboidrati da caricare. Sull'esempio di prima, ricordando che ogni 100 g di muscolo possono arrivare a trattenere fino a 4 g di glicogeno, un soggetto con 50 kg di massa magra dovrà assumere in totale 2 kg di glucidi (500 etti \times 4 g = 2000 g), da ripartire nei giorni di ricarica.

Come ripartire questa quantità? Esistono tre possibilità.

1. Carboidrati crescenti

Il giorno della prova (giorno 0) si dovrebbe raggiungere la quota massima di carboidrati da ricaricare (esempio 80% delle calorie totali) (tabella 2).

Giorni dalla gara	Carboidrati
3	65%
2	70%
1	75%
0	80%

Tabella 2 – Esempio di ricarica con carboidrati crescenti.

Oltre a presentare l'insidia di potenziali problemi gastrointestinali (flatulenze, meteorismi, aerofagie, ecc.), il problema principale di questo tipo di ricarica è di natura pratica, in quanto è materialmente difficile introdurre tutti i carboidrati previsti il giorno della gara, soprattutto se la prova si svolge al mattino. Inoltre, dopo i primi giorni di ricarica, verso il terzo giorno sopravviene spesso un senso di nausea, che rende difficoltoso portare a termine il programma. Agendo in questo modo, si rispetterebbe forse il corpo, riabituandolo gradualmente a digerire i carboidrati (anche se quel 65% del primo giorno di reintroduzione è già una "bella botta" per un organismo privato da giorni), ma occorre ricordare che, come vedremo, la velocità di ricarica diminuisce una volta che questa è iniziata e si rischierebbe solo di "far uscire l'acqua dal vaso".

2. Carboidrati decrescenti

Il percorso da seguire è inverso a quello succitato (tabella 3).

Giorni dalla gara	Carboidrati
3	80%
2	75%
1	70%
0	65%

Tabella 3 – Esempio di ricarica con carboidrati decrescenti.

Questa tecnica riempie subito le riserve di glicogeno per poi adattare la quota glucidica nei giorni seguenti, ma presenta quell'80% di carboidrati al primo giorno, che, ancor più di quella sopra esposta, costituisce un quasi certo problema digestivo per l'organismo.

3. Schema a diamante

È un programma in cui la quota glucidica va in crescendo fino al giorno precedente la gara, per poi diminuire il giorno stesso della prova (tabella 4).

Giorni dalla gara	Carboidrati
3	65%
2	75%
1	80%
0	65%

Tabella 4 – Esempio di ricarica "a diamante".

È una buona via di mezzo tra le altre due metodiche, di cui prende i vantaggi (reintroduzione graduale dei carboidrati e quindi minor "ingolfo" digestivo) ed evita alcuni aspetti negativi (problemi gastrointestinali, nausea, difficoltà di alimentarsi il

giorno della prova). Il problema potrebbe essere rappresentato dal fatto che non si asseonderebbe la fisiologica increzione della glicogeno-sintetasi e non si "sfamerebbero" da subito le cellule a digiuno da giorni.

Da notare che tre giorni di ricarica fin qui proposti sono solamente indicativi: questi dipendono infatti da vari fattori, primo fra tutti la percentuale di massa magra, che determina la quantità di glicogeno immagazzinabile.

Dieci regole d'oro

A questo punto, al fine di operare un'ottimale programma di ricarica, è opportuno ricordare il rispetto di alcune regole fondamentali.

1. Assicurarsi di svuotare le riserve, attraverso esercizi ai pesi lunghi e a esaurimento, che coinvolgano tutto il corpo. Contemporaneamente, come sopra osservato, è preferibile non scendere al di sotto dei 120-100 g di carboidrati al giorno, al fine di mantenere il carburante minimo per il cervello.
2. Iniziare a reintrodurre i carboidrati immediatamente dopo la fine dell'ultimo allenamento in fase ipoglicemica. La tempestività è un elemento determinante: alcuni studi hanno infatti dimostrato che un ritardo di anche solo due ore riduce l'efficacia della ricarica (Jentjens 2003).
3. Nelle prime 24 ore di ricarica, assumere fino a 25-30 g di carboidrati per ogni kg di massa magra: stimando in 75 g/h la velocità massima di assorbimento (Kochan 1979), il soggetto con 50 kg di massa magra finora preso in esame, dovrà consumare circa 100-130 g ogni due ore.
4. Nelle successive 24 ore la velocità di resintesi diminuisce e quindi è necessario adeguare l'apporto glucidico a circa 15 g/kg di massa magra (dosi da circa 60 g ogni due ore).
5. Altro problema: quali carboidrati assumere? Contravvenendo all'opinione comune, sarebbe meglio prediligere i carboidrati semplici nelle prime 24 ore (Lambert 2004), preferibilmente sotto forma di bevande. La maggior quantità di glicogeno è infatti immagazzinabile nelle prime dieci ore ed è proprio in questo momento che le cellule, "affamate" da giorni di digiuno glucidico, sono più recettive (Nielsen 2003). Una buona idea è quella di iniziare il reintegro glucidico con una bevanda composta da 200-250 g di maltodestrine e glucosio (da sorseggiare in 3-4 tempi a distanza di 15-20 min): così facendo si governerà anche del reintegro importantissimo dell'acqua.

Per ovviare al problema del digiuno notturno, poi, è possibile consumare nell'ultimo pasto della giornata la quantità totale di carboidrati (questa volta complessi e magari insieme ad una piccola quantità di proteine, grassi e fibre, così da rallentare la digestione e permettere un rilascio stabile di glucosio nel sangue) che si dovrebbe assumere durante la notte, in modo da continuare a mantenere attiva la resintesi del glicogeno anche in questo periodo.

6. Nelle seconde 24 ore preferire i carboidrati complessi (amidi), con basso indice glicemico, che tendono a stabilizzare i livelli glicemici ed insulinemici.
7. Il giorno prima della gara ripetere quanto fatto il giorno prima ancora (tabella 5).

Giorni dalla gara	Carboidrati
6	2-3 g/kg FFM
5	—
4	—
3	25-30 g/kg FFM
2	15 g/kg FFM
1	—

Tabella 5 – Quantità di carboidrati da assumere in scarica ed in ricarica per ogni kg di massa magra (FFM: free fat mass).

8. Mantenere l'apporto idrico come d'abitudine nei giorni di alimentazione ipoglicidica (è anzi preferibile aumentare un po' tale quantità, al fine di scongiurare ogni pericolo di disidratazione, che, oltre a costituire un rischio per la salute, comprometterebbe la resintesi successiva). Nei giorni di ricarica, calibrare i liquidi con i carboidrati, al fine di sfruttare il già osservato potere trainante di quest'ultimi nei confronti dell'acqua. Il giorno della gara bere fino a 20-30 minuti prima dell'inizio della prova (in modo da avere il tempo di svuotare la vescica).
9. Durante la fase di ricarica, sfruttare la capacità dell'insulina di trasportare nella cellula elementi fondamentali come il potassio, integrando, se necessario, l'alimentazione con supplementi. Ma attenzione, perchè la condizione di acidosi in cui ci si trova in scarica (e perciò anche a inizio ricarica), avrà causato iperkaliemia e perciò il reintegro del potassio non va mai intrapreso a inizio ricarica, ma solo quando, corretta l'acidosi col reintegro glucidico, sarà rientrato nelle cellule.
10. Concludere la ricarica come si è iniziata: 200-250 g di carboidrati (bevanda a base di maltodestrine, senza glucosio stavolta) da tre a un'ora prima della prova.

La ricarica dei maratoneti

I maratoneti sono stati i primi atleti ad applicare il metodo della ricarica dei carboidrati. Essi sono effettivamente quelli più avvantaggiati da tale dieta anche per il fatto che hanno più difficoltà, rispetto ad altri atleti, ad assumere glucosio durante la prova.

Il primo in assoluto fu il britannico Ron Hill, che nell'occasione vinse i Campionati Europei di Atene del 1969, raggiungendo e staccando nel finale il belga Gaston Roelants, il favorito.

Subito dopo qualcuno lesse i lavori svedesi e pensò di utilizzare quel metodo anche per i maratoneti italiani. È da tenere presente, però, che i soggetti su cui erano state fatte le ricerche in quel tempo si allenavano meno di quanto fanno oggi i nostri amatori. Negli anni, poi, questi atleti ridussero via via i giorni di dieta ipoglicidica, arrivando a fare un solo pasto ipoglicidico (quello serale del quart'ultimo giorno), seguito dai tre di ricarica.

Come sopra esposto, tra i fattori che fanno aumentare il contenuto di glicogeno nei muscoli, oltre alla dieta, c'è l'allenamento. Nonostante ciò, i maratoneti di oggi nell'ultima settimana precedente la competizione si allenano con quantità limitate di lavoro; contemporaneamente qualcuno di loro effettua un giorno di dieta ipoglicidica prima di effettuare i tre giorni di alimentazione iperglicidica, mentre la maggior parte compie soltanto gli ultimi tre giorni di carica.



FOTO CALZETTI E MARIUCCI EDITORI

Un caso speciale: la ricarica nel body building

I *body builders* sono l'unica categoria di atleti che non utilizzano la ricarica per scopi prettamente ergogenici, ma per valorizzare doti estetiche, quali la pienezza ed il volume muscolare, in modo da dare al fisico un aspetto più pieno, ma contemporaneamente più magro.

Non essendo per loro un problema (ma anzi spesso un vantaggio) l'aumento di peso conseguente a replezione dei carboidrati, possono spingere la ricarica fino al limite.

I culturisti, inoltre, aggiungono un'altra strategia, chiamata *consumo di sodio-carico di potassio*, molto delicata e potenzialmente pericolosa, perché, manipolando elementi quali l'acqua corporea, gli elettroliti ed il glicogeno, tende ad alterare il naturale equilibrio cellulare e, più in generale, l'omeostasi dell'organismo. Anche con questo tipo di metodica si comincia sei giorni prima della gara, abbassando la razione glucidica al 20% del totale delle calorie giornaliere. Contemporaneamente, a salvaguardia del patrimonio proteico muscolare, si aumenterà l'apporto protidico (Lambert 2004), in modo da coprire il 60-70% del totale calorico. I lipidi colmeranno la restante percentuale calorica (10-20%) con la presenza di una relativa quota di acidi grassi essenziali.

L'assunzione di acqua verrà aumentata del 150%, così come quella del sodio. Tale aumento del sodio è utile in quanto provocherà la secrezione dell'ormone antidiu-

retico, che tratterrà più potassio nelle cellule. L'apporto di potassio verrà per ora mantenuto nella media del fabbisogno quotidiano.

L'allenamento si baserà su alte ripetizioni portate all'esaurimento e sarà di lunga durata, ma di bassa intensità (Goforth 2003).

Il quinto e il quarto giorno precedente la gara si ripeterà esattamente quanto fatto nel sesto giorno. La chetosi sarà ora aumentata, come dimostrerà una serie di sensazioni, quali fatica, stanchezza, irritabilità e dolore muscolare (Dorchy 2002).

Il terzo giorno antecedente la manifestazione, subito dopo l'allenamento (preferibilmente svolto al mattino, in modo da avere più tempo per "ricaricare") si inizierà il reintegro dei carboidrati.

Ipotizzando un regime con carboidrati "decrementi", si potrà cominciare allora con 1,2 g/kg/ora di carboidrati rapidamente disponibili (es. polimeri del glucosio), fino a coprire le prime quattro ore, ripartendo il tutto in più somministrazioni ad intervalli di 30 minuti (Lambert 2004). Successivamente, si proseguirà con dosi dimezzate di carboidrati ogni due ore (Ivy 1998), fino a coprire l'80% delle calorie totali, mentre le proteine si ridurranno al 10% dell'introito calorico totale.

L'apporto di sodio in questo giorno verrà ancora mantenuto alto, in modo da trattenerne l'acqua indistintamente sia nel comparto intracellulare, che in quello extracellulare. Questa metodica farà apparire i muscoli ancora "lisci" e gonfi a tre giorni dalla gara (rischiando di diventare fattore

Giorni dalla gara	Carboidrati	Allenamento	Chetosi	Acqua	Sodio	Potassio
6	20%	Sì	NO	150%	150%	fabbisogno
5	20%	Sì	Sì	150%	150%	fabbisogno
4	20%	Sì	Sì	150%	150%	fabbisogno
3	80%	Sì	NO	-4 g/carbs	150%	>
2	75%	Pose	NO	-4 g/carbs	NO	>>
1	70%	Pose	NO	-4 g/carbs	NO	>>>
0	65%	Pose	NO	-4 g/carbs	NO	>>>

Tabella 6 – Schema riepilogativo del percorso di scarica e ricarica utilizzato nel body building.

di preoccupazione per l'atleta), ma non è un problema, perché, eliminando il sodio successivamente e con il potassio a livelli più alti, l'acqua verrà indirizzata direttamente nella cellula. Molti atleti eliminano il sodio dalla dieta troppo a lungo, sbagliando, perché l'omeostasi determinerà, tramite l'aldosterone, una ritenzione ancora maggiore, con effetti opposti a quelli sperati.

La chetosi, intanto, in conseguenza del reintegro glucidico, dovrebbe essere rientrata.

Da questo momento, l'acqua da assumere andrà calcolata considerando 2,7 g per ogni grammo di carboidrato ingerito, comprendendo a tale scopo anche l'acqua utilizzata eventualmente per cucinare i cibi e quella cosiddetta "metabolica", cioè quella che si forma durante la digestione degli alimenti, per ossidazione dell'idrogeno in essi contenuto:

100 g di glucidi originano 55 g di acqua
 100 g di protidi originano 41 g di acqua
 100 g di lipidi originano 108 g di acqua

In realtà, comunque, poiché parte dell'acqua viene anche destinata dall'organismo alle sue funzioni vitali (plasma, termoregolazione, ecc.) è buona norma considerare un apporto idrico extra, portando quei 2,7 g a 3-4 g per ogni g di carboidrato ingerito.

Spesso si nota l'inutile pratica di molti *body builder* di ricorrere all'acqua distillata, nella convinzione di non assumere così sodio. In verità, l'acqua "normale" ha quantitativi di sodio marginali, per cui va benissimo allo scopo. Se necessario (ma spesso è una necessità meramente psicologica), si può ridurre il quantitativo di acqua nelle dodici ore precedenti la prova, ma occorre ritornare a bere, secondo il bisogno individuale, durante il pompaggio.

Nei due giorni precedenti la gara verrà mantenuto un apporto glucidico un po' più basso (75-70%), a causa della già osservata diminuzione della velocità metabolica di ricarica.

Contemporaneamente si provvederà a reintegrare gradualmente il potassio. L'attività fisica in fase di ricarica consisterà in 30-60 minuti di allenamento isometrico (pose), che migliorerà la separazione muscolare e la capacità di reggere i confronti sul palco, senza causare eccessivi dispendi energetici che interferirebbero con i processi di resintesi del glicogeno. Il sodio verrà ora eliminato e la chetosi dovrà essere scomparsa. Se effettuata in questo modo, la ricarica eliminerà tutta l'acqua extracellulare, senza bisogno di ricorrere a pratiche inutili e pericolose, come l'uso di diuretici (tabella 6).

Conclusioni

A distanza di quasi quattro decenni dalla sua ideazione, la ricarica dei carboidrati resta ancora un metodo valido per ottenere modificazioni delle *performance* atletiche. Tuttavia, l'aumento del peso corporeo, i metodi di deplezione glucidica, i tempi e i modi di reintroduzione, il tipo di competizione e la condotta di gara, sono tutti fattori potenzialmente influenti sulla buona riuscita di un programma di carico.

Occorrono quindi una buona conoscenza dei meccanismi fisiologici ed una grande esperienza tecnica per poter applicarla nel modo corretto, pena un peggioramento della prestazione, oltre che, cosa ancora più importante, un possibile danno alla salute dell'atleta.

L'Autore: Giuseppe Musolino, laureato in dietistica, diplomato Isef, è stato quattro volte Campione italiano di body building e vanta quindici anni d'esperienza come praticante e allenatore nel campo del fitness.
 musolino.press@email.it

Bibliografia

- Bergstrom J., Hermansen L., Hultman E., Saltin B., Diet, muscle glycogen and physical performance, *Acta Physiol. Scand.*, 71, 1967, 2, 140-150.
- Bergstrom J., Hultman E., Muscle glycogen synthesis after exercise: an enhancing factor localized to the muscle cells in man, *Nature*, 1967, 210, 309-310.
- Christ-Roberts C. Y., Mandarino L. J., Glycogen synthase: key effect of exercise on insulin action, *Exerc. Sport Sci. Rev.*, 32, 2004, 3, 90-94.
- Colgan M., Optimum sports nutrition, New York, ed. Advanced Research Press, 1993, 102.
- Dorchy H., Sports and type I diabetes: personal experience, *Rev. Med. Brux.*, 23 2002, 4, A211-7.
- Hultman E., Hermansen L., Saltin B., Muscle glycogen during prolonged severe exercise, *Acta Physiol. Scand.*, 71, 1967, 334-346.
- Ivy J. L., Glycogen resynthesis after exercise: effect of carbohydrate intake, *Int. J. Sports Med.*, 1998, 19, S142-145.
- Kochan R. G., Lamb D. R., Lutz S. A., Perrill C. V., Reimann E. M., Schlender K. K., Glycogen synthase activation in human skeletal muscle: effects of diet and exercise, *Am. J. Physiol.*, 236, 1979, E660-E666.
- Jentjens R., Jeukendrup A., Determinants of post-exercise glycogen synthesis during short-term recovery, *Sports Med.*, 33, 2003, 2, 117-144.
- Goforth H. W. Jr, Laurent D., Prusaczyk W. K., Schneider K. E., Petersen K. F., Shulman G. I., Effects of depletion exercise and light training on muscle glycogen supercompensation in men, *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, 285, 2003, 6, E1304-311.
- Kreitzman S. N., Coxon A. Y., Szaz K. F., Glycogen storage: illusions of easy weight loss, excessive weight regain, and distortions in estimates of body composition, *Am. J. Clin. Nutr.*, 56, 1992, 292S-293S.
- Lambert C. P., Frank L. L., Evans W. J., Macronutrient considerations for the sport of bodybuilding, *Sports Med.*, 34, 2004, 5, 317-327.
- Nielsen J. N., Richter E. A., Regulation of glycogen synthase in skeletal muscle during exercise, *Acta Physiol. Scand.*, 178, 2003, 4, 309-319.
- Nielsen J. N., Wojtaszewski J. F., Regulation of glycogen synthase activity and phosphorylation by exercise, *Proc. Nutr. Soc.*, 63 2004, 2, 233-237.
- Sakamoto K., Arnolds D. E., Ekberg I., Thorell A., Goodyear L. J., Exercise regulates akt and glycogen synthase kinase-3 activities in human skeletal muscle, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 25, 2004, 319, 2, 419-425.
- Sherman W. M., Costill D. L., Fink W. J., Miller J. M., Effect of exercise - diet manipulation on muscle glycogen and its subsequent utilization during performance, *Int. Journal of Sports Med.*, 2, 1981, 114-118.
- Sherman W. M., Costill D., The marathon: dietary manipulation to optimize performance, *Am. Journal Sports Med.*, 1984, 12, 44, 1984.
- Zachwieja J. J., Costill D. L., Pascoe D. D., Robergs R. A., Fink W. J., Influence of muscle glycogen depletion on the rate of resynthesis, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 1991, 23, 44-48.

Trainer's digest



Foto Calzetti & Mariucci Entora

L'allenamento della forza e della resistenza dei giocatori di calcio professionisti

La bravura di un giocatore di calcio dipende da varie componenti, comunemente identificate nella tecnica, nella tattica e nelle capacità organico-muscolari. Determinare quale sia l'importanza relativa di una di queste componenti nella capacità di gioco di un calciatore, specialmente delle prime due è molto difficile. Ma, comunque, si può affermare che, per quanto riguarda i fattori organico-muscolari, la forza e la prestazione muscolare siano capacità che determinano la prestazione del calciatore in misura quasi simile alla resistenza fisica. J. Hoff, N. Kähler, e J. Helgerud della Facoltà medica dell'Università norvegese per la scienza e la tecnica di Trondheim, sia per riuscire a valutare la prestazione nel gioco del calcio sia per cercare di elaborare metodi efficaci e indicazioni per l'allenamento basati su tale valutazione, in un loro articolo di *review*, pubblicato nella rivista tedesca di medicina dello sport, hanno descritto l'allenamento, i principali parametri e le modalità di test della capacità di resistenza e di forza di giocatori professionisti di calcio (Hoff J., Kähler N., Helgerud J., *Training sowie Ausdauer- und Krafttests von professionellen Fussballspielern*, Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 57, 2006, 5, 116-124). Gli Autori, all'inizio del loro articolo ricordano che, secondo Bangsbø (1994) l'intensità media di lavoro di un giocatore di calcio durante i 90 min della partita si trova in prossimità della soglia del lattato (T_{lac}) o secondo Reilly all'80-90% (1990) della FC_{max} . A causa dell'accumulo di lattato che si produce nelle fasi nelle quali l'intensità di lavoro è superiore alla media – va ricordato che durante una partita di calcio, questi periodi di massima intensità spesso rappresentano i momenti più interessanti del gioco – è fisiologicamente impossibile mantenere un'intensità adeguatamente elevata per un lungo periodo. Per cui durante una partita fasi di lavoro d'intensità elevata sono seguite da fasi di intensità minore durante le quali il lattato accumulato viene demolito. Un giocatore di calcio, idealmente, dovrebbe essere in grado di mantenere la stessa intensità di gioco per tutti i 90 min della partita. Numerose ricerche dimostrano, però, che, nel secondo tempo, si osservano una riduzione della frequenza cardiaca media, del glucosio ematico e del tasso di lattato, che indicano una minore attività dei giocatori durante il secondo tempo stesso. Come è noto, il fattore più importante che determina la prestazione nelle capacità di resistenza è rappresentato dal $\dot{V}O_2max$. Il valore medio del $\dot{V}O_2max$ di giocatori

professionisti di livello internazionale è tra i 55 e i 68 ml · kg · min, con valori di picco individuale maggiori di 70 ml · kg · min. Tali valori, simili a quelli di altri sport di squadra, sono largamente minori di quelli di atleti di vertice degli sport di resistenza nei quali sono stati misurati valori che arrivano a 90 ml · kg · min. Quei giocatori che posseggono un $\dot{V}O_2max$ elevato dispongono di maggiori riserve di glicogeno che li mettono in grado di mobilitare quantità maggiori di energia durante sprint e altre prestazioni impegnative di gioco e presentano anche una maggiore velocità di recupero (Ekblom 1986; Bangsbø, Mizuno 1988). Si tratta anche dei giocatori che eseguono il numero maggiore di sprint e che più frequentemente partecipano alle situazioni decisive di gioco. Poiché le riserve di glicogeno durante la partita diminuiscono, le fonti di energia alle quali si deve fare ricorso sono gli acidi grassi: i giocatori con un $\dot{V}O_2max$ elevato utilizzano queste fonti secondarie di energia in modo più efficace, risparmiando in questo modo le riserve di glicogeno come fonte rapida di energia per situazioni di gioco più intensive e faticose. Per questa ragione riescono a correre più a lungo a intensità elevata prima che il loro rendimento diminuisca a causa della diminuzione del glicogeno e l'accumulo di lattato. Normalmente, in questi giocatori la diminuzione della prestazione che si osserva nel secondo tempo o è assente o è presente in misura molto limitata rispetto ad altri giocatori. Altri importanti fattori della prestazione aerobica, secondo gli Autori, sono la soglia del lattato e l'economia di corsa (definita normalmente come spesa energetica ($\dot{V}O_2$) rilevata nel corso di un test standard (velocità prefissata) al nastro trasportatore o come $\dot{V}O_2$ per metro durante la corsa). Si tratta di due fattori dei quali si deve tenere conto, insieme al $\dot{V}O_2max$, quando si programma un allenamento per il miglioramento delle capacità di resistenza. Per quanto riguarda l'allenamento di queste capacità gli Autori citano ricerche condotte da Helgerud et al., anche essi dell'Università norvegese di scienza e tecnologia (Helgerud et al. 2001) sull'efficacia di un allenamento ad intervalli 4 x 4 min al 90-95% della massima frequenza cardiaca, in una squadra di calciatori juniores d'alto livello, metà della quale si allenava secondo questo principio per otto settimane, due volte alla settimana, mentre l'altra serviva da gruppo di controllo, proseguendo il suo allenamento abituale. Rispetto al gruppo di controllo, nel gruppo che applicava il programma di



Foto CAZZINI E MARUCCO ENTORI

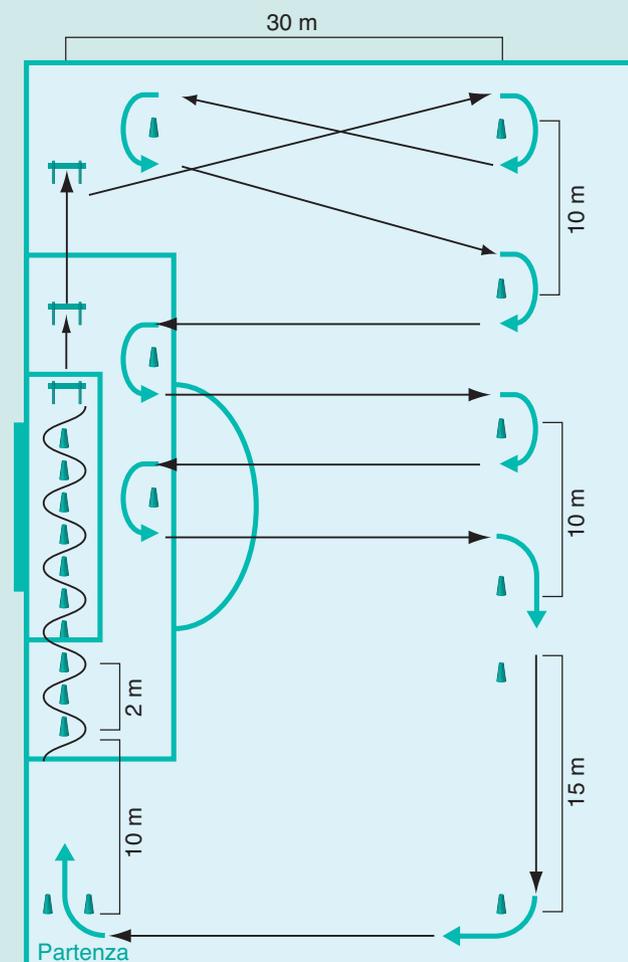


Figura 1 – Percorso specifico per l'allenamento ad intervalli d'intensità elevata e la misurazione del $\dot{V}O_2\max$. Il percorso segue le frecce e viene eseguito conducendo la palla (correndo all'indietro tra i punti A e B). Per l'allenamento il percorso viene coperto 4 x 4 volte ad una frequenza del 90-95% della FCmax con 3 minuti di recupero attivo al 70% della FCmax per la riduzione del lattato, mentre per misurazione del $\dot{V}O_2\max$ i giocatori debbono aumentare gradualmente l'intensità in modo tale che raggiungono il loro $\dot{V}O_2\max$ dopo 6 min.

allenamento ad intervalli, monitorato attraverso videoanalisi di due incontri, uno precedente e uno successivo all'allenamento, fu osservato un aumento medio del $\dot{V}O_2\max$ di $6 \text{ ml} \cdot \text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$, un aumento della distanza di corsa percorsa di 1700 m, un aumento del 24% dei contatti con la palla, un numero doppio di sprint rispetto al gruppo di controllo, e un aumento dell'intensità media di lavoro durante la partita, misurata come percentuale della FCmax, mentre, durante il periodo di allenamento, rimanevano invariati, senza peggioramenti, l'altezza media di salto, la forza, la velocità di sprint, la velocità e la precisione nel calciare e la qualità dei passaggi. Lo stesso tipo di allenamento fu applicato, sempre da Helgerud et al. (Helgerud, Kemi, Hoff, 2003), su una squadra della *European Champions League* arrivando agli stessi risultati. Mentre Helgerud per le loro ricerche avevano utilizzato come mezzo di allenamento corsa in salita e corsa su ergometro a nastro con aumento della pendenza, Hoff et al. (Hoff, Wisløff, Kemi, Helgerud 2002) hanno dimostrato che lo stesso risultato si poteva ottenere con un percorso d'allenamento (figura 1) nel quale veniva utilizzato un pallone. Inoltre fu osservato che il gioco su un campo di gioco di dimensioni minori, con certi presupposti può avere lo stesso effetto sul $\dot{V}O_2\max$, ma con un limite fino a circa $65 \text{ ml} \cdot \text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$. Il mantenimento di un maggiore $\dot{V}O_2\max$ dipende da un minimo di una-due unità di allenamento specifico alla settimana.

In base a queste ricerche gli Autori raccomandano, per l'allenamento diretto all'aumento del $\dot{V}O_2\max$, un programma che prevede un allenamento ad intervalli di 4 x 4 min al 90-95% della FCmax, con fasi di 3 min di recupero attivo al 70% della FCmax per la riduzione del tasso di lattato. I mezzi di allenamento consigliati sono corsa in salita, allenamento sull'ergometro a nastro o un allenamento con il pallone su un percorso specifico (figura 1). Per quanto riguarda la misurazione dei parametri della capacità di resistenza, gli Autori ricordano che, con lo sviluppo di nuovi strumenti di misura portatili e di dimensioni ridotte per il rilievo dei parametri metabolici, attualmente è possibile misurare direttamente il consumo d'ossigeno durante test specifici e raccomandano la misurazione diretta del $\dot{V}O_2$ su un ergometro a nastro o mentre si corre su un percorso speciale. Il test dovrebbe essere integrato dalla determinazione dell'economia di corsa. Per quanto riguarda le capacità di forza, in una partita di 90 min, secondo Reilly, Thomas (1976) in media ogni 90 s si produce un'azione di sprint, che dura da 2 a 4 s e gli sprint rappresentano circa dall'1 all'11 % della distanza corsa in una partita, che corrisponde dallo 0,3 al 3,0% del tempo effettivo di gioco con il pallone. Inoltre un giocatore di calcio professionista durante una partita esegue oltre cinquanta cambiamenti di direzione che richiedono un notevole lavoro di forza muscolare per mantenere l'equilibrio e il controllo del pallone. Per questa ragione, secondo gli Autori, per quanto riguarda le capacità fisiologiche fondamentali necessarie in una partita di calcio, la forza e la potenza hanno un ruolo della stessa importanza della resistenza e la forza massima è un parametro fondamentale che influisce sulla prestazione, il cui incremento, normalmente è in stretto rapporto con l'aumento della forza relativa. Già nel 1977 Bührle, Schmidbleicher sono riusciti a stabilire l'esistenza di una relazione significativa tra forza massima della muscolatura degli arti inferiori – misurata come carico massimo in una ripetizione (1 RM) di un mezzo squat – l'accelerazione e la velocità di locomozione. Questo rapporto è stato confermato recentemente da una ricerca di Wisløff U. et al. (Wisløff, Castagna Helgerud, Jones, Hoff 2004) condotta su diciassette giocatori professionisti di alto livello nei quali è stata analizzata la relazione tra la forza massima nella semi-accosciata, la capacità di sprint (su 10 m, 30 m, corsa a navetta 10 m) e il salto verticale (figura 2).

Attraverso l'aumento della forza della contrazione muscolare nei muscoli interessati si possono migliorare sia la capacità di accelerazione, sia possibilità tecniche come cambiamenti di direzione, scatti e controllo dei cambiamenti di velocità (Bangsbø 1991).

Come noto, secondo la letteratura, la forza muscolare dipende dalla sezione trasversale del muscolo. Ma è ipotizzabile che, nello sviluppo della forza muscolare, un ruolo notevole venga svolto dall'adattamento nervoso, sebbene secondo la letteratura esso si limiterebbe solo alle sei-otto settimane della fase iniziale dell'allenamento della forza. Hoff et al. (Hoff, Berdhal, Bråten 2001) però hanno osservato miglioramenti analoghi in una squadra di Coppa del mondo di salto con gli sci, che per dieci anni aveva svolto un

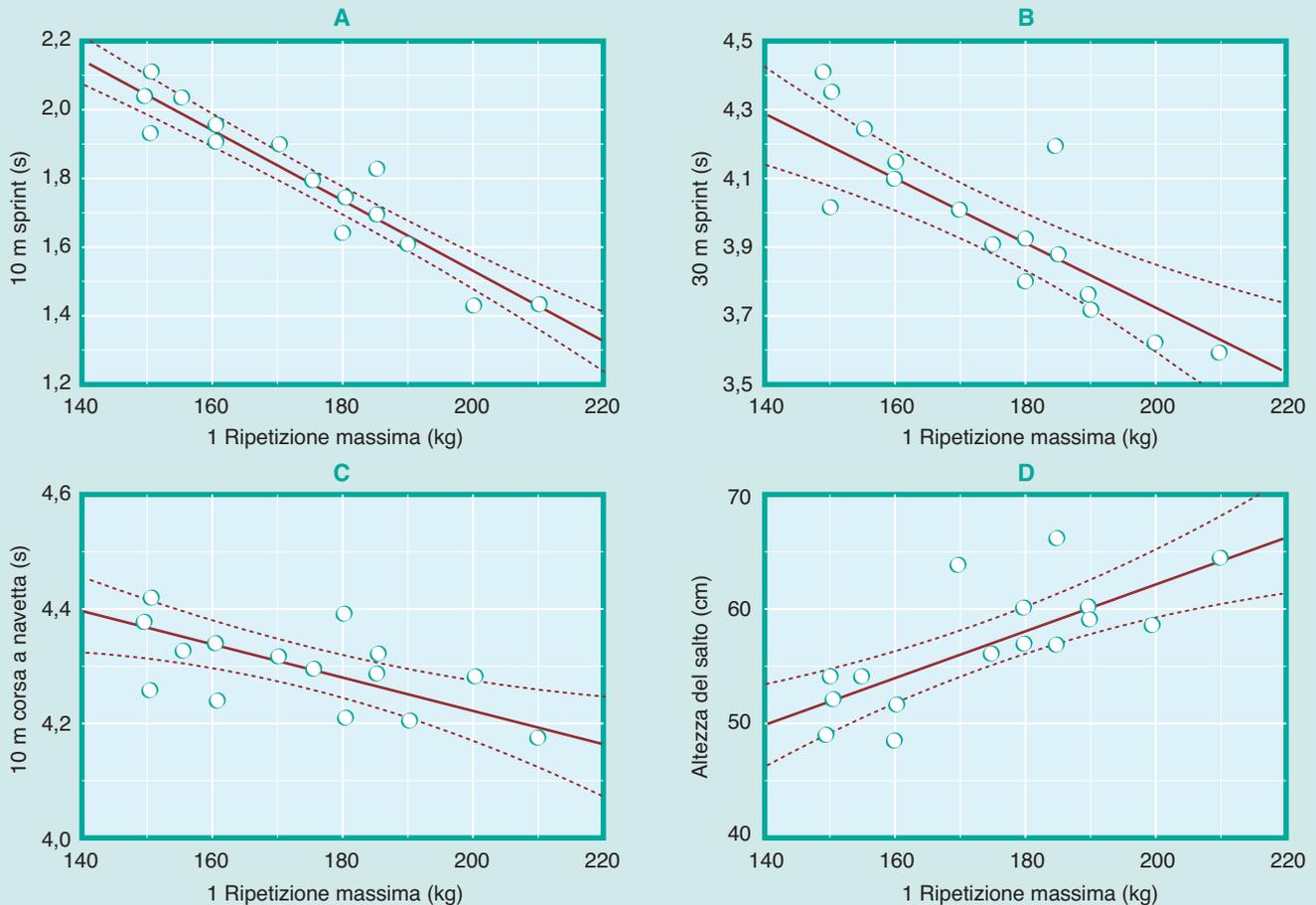


Figura 2 – Correlazione tra 1RM, prestazioni di sprint e di salto in giocatori professionisti di calcio (Wisloff et al. 2004).

allenamento speciale di salto dall'accosciata, il che vorrebbe dire che l'adattamento nervoso, come tutti i processi fisiologici non si limita alla fase iniziale. Secondo Behm, Sale (Behm, Sale 1993) probabilmente la velocità di movimento che si vuole raggiungere ha un ruolo maggiore della velocità reale nel produrre il massimo effetto possibile nell'allenamento specifico della velocità e basano i loro consigli per il miglioramento dell'adattamento nervoso fondamentalmente su due principi: 1. scegliere resistenze o pesi elevati per allenare le unità motorie rapide, che sono quelle che sviluppano la forza maggiore, ricorrendo ad una resistenza o a un peso dall'85-95% di 1RM, per favorire la massima contrazione; 2. lavorare alla massima velocità possibile contro la resistenza o il peso scelti.

Il gruppo di lavoro di Hoff, Almaasback ha dimostrato che carichi elevati con l'accento sul massimo reclutamento della forza hanno effetti molto efficaci sull'aumento della velocità e della forza di movimenti di tiro, ad esempio su giocatrici di handball (Almaasback et al. 1996; Hoff 1995). Lo stesso programma di allenamento, basato su semiaccosciate, poche ripetizioni (4-5) e 4 serie con accento sulla massima mobilitazione contro la resistenza ha permesso di ottenere effetti molto buoni sulle capacità di sprint e di salto di giocatori di calcio, senza che il loro peso corporeo aumentasse (Hoff, Gran, Helgerud 2003). Per cui, dopo avere passato in rassegna numerose forme di allenamento per il miglioramento della capacità di sprint e della capacità di salto di giocatori professionisti di calcio, Hoff, Kähler, Helgerud, come metodo elettivo consigliano un programma di allenamento della forza con poche ripetizioni (quattro) contro resistenze elevate (85-95% di 1 RM), concentrato in modo specifico sulla massima mobilitazione (velocità di movimento) durante la fase concentrica. La resistenza e il peso andrebbero aumentati ad ogni nuova unità di allenamento. Per mantenere il livello di forza raggiunto basterebbe una unità di allenamento di questo tipo ogni una-due settimane. Con questo tipo di allenamento della forza si otterrebbe non soltanto un miglioramento della

capacità di sprint e di salto, ma anche della capacità di prestazione aerobica. Per quanto riguarda questo ultimo punto, gli Autori ricordano che finora esistono scarsi studi sull'effetto dell'allenamento della forza sulla prestazione aerobica. Se si considera che l'obiettivo primario dell'allenamento della forza precedentemente descritto è quello di migliorare gli adattamenti nervosi senza provocare ipertrofia, la tesi che l'allenamento della forza aumenta necessariamente il peso corporeo, per cui riduce la prestazione di resistenza, secondo loro non sarebbe più sostenibile. Inoltre è stato dimostrato che un allenamento della forza massima, come quello precedentemente descritto che prevede poche ripetizioni, numero non elevato di serie, sovraccarichi elevati e massima velocità di mobilitazione, aumenterebbe la resistenza aerobica. Questo tipo di allenamento in sciatori di fondo produceva un miglioramento dell'economia di lavoro attraverso la riduzione del consumo d'ossigeno (Hoff, Helgerud, Wisloff 1999; Hoff, Gran, Helgerud 2002) e migliorava l'economia di corsa del 4,7% (Helgerud, Kemi, Hoff 2003). Hoff et al. in ricerche su saltatori con gli sci (Hoff, Berdal, Braten 2001; Hoff, Helgerud, Wisloff 1999) hanno rilevato che questo tipo di allenamento produce risultati positivi anche sulla capacità di salto. Il miglioramento della prestazione aerobica va ricondotto a quello dell'economia di corsa. Venendo alla determinazione dei parametri della forza, gli Autori a conclusione della loro rassegna consigliano di rilevarli attraverso la determinazione della forza massima in una ripetizione (1 RM) dell'esercizio di semi-accosciata, il tempo di sprint sui 10 e sui 20-40 m e la misurazione dell'altezza di salto. Per una misurazione più precisa raccomandano, inoltre, di determinare l'andamento cronologico dell'incremento della forza su una piattaforma dinamometrica.

Mario Gulinelli

La bibliografia dell'articolo originale può essere consultata e scaricata da www.calzetti-mariucci.it

Summaries

72

Trainability and gender differences

Vladimir Issurin, Gilad Lustig

In elite sports the gap between the athletic achievements of women and men is narrowing constantly. Even so, many aspects of gender differences remain unclear and disputable. This review seeks to consider and shed light on gender differences in trainability, with special reference to the importance of various motor abilities in the corresponding sports disciplines.

The Match Analysis (part one)

Attilio Sacripanti

Situation sports are increasingly practised with the interests of the public in mind. Theory on training in these sports is a highly complex matter, going from physical training to the study of local and global strategies. Nowadays, technology designed to carry out match analysis can supply useful support to the trainer. This article explains the methodological and scientific foundations and technological implications of match analysis. The article will be developed in two parts, which are methodologically connected. The first part contains a general description of advanced technologies applied to match analysis, basically tied up with the identification of the athlete's movement, a survey of interactions with opponents and the scientific foundations of movement and interaction. The second part will attempt to link the results of match analysis with training theory, broken down into three operating levels: first level, athlete's physiological conditioning, second level, biomechanical improvement of technique and study of "competition invariant", third level, advanced training, connected with the study of local and global strategies.

Long-term regression of children's motor abilities

Bernadette Filippone, Claudio Vantini, Mario Bellucci, Avery D. Faigenbaum, Rita Casella, Caterina Pesce

The reduction in physical activity in industrial countries is a phenomenon affecting not just the adult population but also youngsters, and even pre-school children. The result is an alarming long-term trend regarding a regression in physical efficiency among children. The main interest of international literature centres on obesity and the loss of aerobic capacity, while studies on the involution of motor and coordination capacities are still few and geographically confined. This study seeks to ascertain the existence of long-term trends regarding the regression of motor capacities, especially coordinative capabilities, on a regional sample in Italy of over 1,000 pupils that entered secondary schooling during the period 1999-2004. We have attempted to provide an example of how scientifically relevant information can be extracted from data obtained from a long-term educational evaluation of the motor performance of schoolchildren, conducted

without a priori scientific research aims. The results of this study have shown that long-term involution relates to physical efficiency in its broadest sense, i.e. not limited to aerobic efficiency, but extended to the coordinative capacities of rapid control and stamina of the lower limbs and the torso. This long-term involution is the more worrying in that it appears to hamper the natural longitudinal improvement of performance during the age of development. The only performances that improved over the five-year period considered were those of oculo-manual coordination and highly technical rapid and explosive force. Even so, this does not appear to be a real long-term improvement, rather the accelerated exploitation of natural growth potential, which is reflected in a subsequent stagnation of the longitudinal development of performance. The results obtained give cause to reflect on the importance of a broad base of physical and coordinative efficiency, developed in an optimal manner to ensure the further growth of motor performance over time, and on the debatableness of the early learning of technical skills which, if not backed by a broad capacity base, may lead to a swift stagnation of performance. The final part of the article gives practical suggestions on efforts to develop a broad base of motor capacities, modulating in an integrated manner all parameters of physical activity, both quantitative (duration, intensity, frequency), whose modulation has direct effects on physical efficiency, and qualitative (variability of execution), whose modulation serves to enrich the base of motor abilities at the disposal of the heuristic and creative process involved in solving new motor tasks.

Intermittent training, science and practice

Roberto Colli, Antonio Buglione, Elisabetta Introini, Stefano D'Ottavio

The energy expenditure of shuttle running over distances such as 10 and 20 metres was measured directly using the Cosmed K4 metabolic measurement system and compared with energy expenditure measured during straight-line running. The equations needed to define the speeds and rhythms of a training schedule using the intermittent method were then formulated. For the purpose of opening a critical debate, disagreement is expressed as to the fact that speeds reached during the final step of the Léger test or the Yo-Yo endurance test are normally correlated to the $\dot{V}O_2$ max. In this case too the hypothesis put forward in the article is corroborated by the direct control of oxygen consumption during the performance of the test. Finally, a simple submaximal field test is proposed for team sports, using a shuttle run over 20/22 m using the 20 s/20 s interval test, used to assess the degree of aerobic fitness and whether the athlete in question requires extra metabolic work or possesses minimum aerobic capacities to meet the targets of the relative sports and physiological models of performance.

Jumping endurance (part one)

Gilles Cometti, Giampietro Alberti

The performance model for many sporting disciplines requires the repetition, often in rapid succession, of a large number of jumps or bounds performed in a cyclical manner or with different forms of impulse. To describe the ability to effectively perform these repeated motor actions in sequence, the term "jumping endurance" might be used, taken as the ability to maintain the efficiency of the athletic motion performed under plyometric conditions or as work of a plyometric nature despite fatigue. In the case of bounding actions carried out in intervals, as in volleyball, or in a cyclical form, as in some track athletics disciplines, the question was posed as to the mechanisms involved in restricting performance. To improve the ability to stave off fatigue and maintain the effectiveness of performance, the so-called aerobic qualities are usually called into play. Nowadays however we know that with this type of fatigue other factors are involved, belonging to the group of neuro-muscular characteristics, which the training method should take into account. The first part of this article analyses some researches that have looked at this question, using prolonged exertion, and subsequently studies centring on different types of performance, such as a sequence of 100 jumps and bounds performed under particular test conditions.

The usefulness of creativity

Nicoletta Tocci, Patrizia Scibinetti

Most methodologies to develop creativity focus on raising this ability by exerting control over one's thought processes, while there appear to have been few theoretical and experimental studies on motor creativity, on methodologies to increase creativity and on relative evaluations. The analysis of author-saccordingly looks first at the results of studies on thought processes, then compares them with researches conducted in the sphere of motor activities. In light of this comparison, some guidelines are proposed that might be useful for the design and application of a methodology for increasing motor creativity.

The loading of carbohydrates

Giovanni Musolino

Methods for recharging carbohydrate levels have been put into effect for many years by athletes in several sports. The article starts with an historical examination and, through comparison, develops a critical analysis on different methods used up to the present time. A separate chapter is devoted to the method used in body building, based on sodium consumption-potassium intake, with relative description of the technique, possible advantages and dangers.

Errata Corrigé

Nell'abstract *New eyes for coaches* pubblicato nel n° 71, il nome di uno degli autori è M. Besi, e non M. Basi, come erroneamente indicato. Ce ne scusiamo con l'interessato.