

William A. Sands, Comitato olimpico degli Stati Uniti, Colorado Springs
Michael H. Stone, Università statale dell'East Tennessee, Johnson City

Come si fa a sapere se migliorano

Come interpretare i risultati
dei test di controllo
dell'allenamento



L'esecuzione periodica di test diretti a controllare come gli atleti reagiscono all'allenamento rappresenta un'esigenza fondamentale per ogni allenatore. Una volta iniziato a eseguire test e controlli periodici sorge però il problema di come l'allenatore possa interpretare i loro dati per valutare se il programma di allenamento applicato sta dando i risultati previsti, e cosa debba fare quando si trova di fronte ai valori, ai numeri che si ottengono dai test e dai controlli periodici. Dopo avere illustrato i problemi legati al processo di misurazione e all'interpretazione dei numeri, si espone come utilizzare i valori numerici e la loro rappresentazione grafica per interpretare i dati, a lungo termine, per individuare tendenze, o immediatamente per individuare cambiamenti improvvisi che meritano un intervento quando si presentano.

Introduzione

L'allenamento è stato duro e faticoso, spesso gli atleti sono visibilmente stanchi, ma sembra anche che migliorino. Il programma di allenamento proposto apparentemente funziona, anche se mancano alcuni mesi alle gare. Come si fa allora a sapere se si è sulla strada giusta?

Un allenatore che conosciamo da anni ci ha raccontato che per l'allenamento della forza dei suoi atleti aveva utilizzato il *Mini-Gyms*TM, un attrezzatura isocinetica che allora era considerata all'avanguardia per lo sviluppo della condizione fisica. L'allenatore sottoponeva a test gli atleti all'inizio e poi alla fine del periodo di allenamento (cioè del periodo di preparazione), appena prima dell'inizio dei Campionati nazionali (cioè del periodo di gara), e fu per lui una sgradita sorpresa scoprire che, in base ai risultati dei test, gli atleti non mostravano miglioramenti. Anche se, indubbiamente, l'allenatore deve essere lodato per avere eseguito i test, ci dobbiamo chiedere, però, cosa non abbia funzionato.

È ovvio che non si dovrebbe attendere la fine di un ciclo d'allenamento (macro-ciclo), lasciare passare una intera stagione, per scoprire che si è commesso un grave errore nella pianificazione dell'allenamento. L'allenatore dovrebbe capire molto prima che c'è qualcosa che non funziona. Il problema può essere risolto eseguendo periodicamente test e controlli dell'allenamento. Se l'allenatore del quale abbiamo parlato avesse realizzato più frequentemente i suoi controlli e i suoi test avrebbe scoperto che il programma di preparazione fisica che aveva improntato non stava dando i risultati sperati.

Ma, una volta iniziati test e controlli periodici, chiediamoci:

1. come l'allenatore possa accorgersi se qualcosa sta andando per il verso giusto o meno;
2. e cosa debba fare quando si trova realmente di fronte ai valori, ai numeri, che sono il risultato dei controlli e dei test periodici.

Questo lavoro si pone lo scopo di suggerire come utilizzare i valori numerici ottenuti dai test e dai controlli.

La misurazione

La misurazione è il processo con il quale il fenomeno da misurare è messo in relazione con una o più grandezze direttamente misurabili: in sintesi, misurare significa attribuire un valore cioè un numero a qualcosa. È importante che l'allenatore conosca i problemi collegati a tale proces-

so, perché potrebbe non interpretare correttamente i risultati dei test o potrebbe affidarsi eccessivamente ad essi, compiendo di conseguenza una diagnosi sbagliata sulla condizione dell'atleta, che lo porterà a prescrivere un allenamento che si rivelerà insufficiente. Ad esempio, quando si misura l'altezza di un salto verticale con un test di salto si assegna un valore numerico all'altezza di salto raggiunta dall'atleta. Tale altezza, che può essere determinata attraverso un segno tracciato su una parete, lo spostamento di una sbarretta fissata in alto su un'asta, il tempo di volo o un'analisi biomeccanica è semplicemente un numero assegnato ad essa da chi esegue il test – allenatore o ricercatore esperto di scienza dello sport – sulla base di un protocollo di misurazione, cioè di attribuzione di un valore numerico.

L'altezza del salto verticale varia in base a come è misurata. Quasi sempre, ad esempio, le altezze misurate considerando il segno su una parete (test di Sargent), fanno registrare valori maggiori rispetto alle rilevazioni che si basano sul tempo di volo. Anche se possiamo pensare che ormai sappiamo con certezza come si misura l'altezza di salto, di fatto le misurazioni che si eseguono e i valori che si ottengono dipendono, in larga misura, dalla nostra definizione del concetto "salto verticale", indipendentemente dal test che lo registra o dalla variabile che si analizza. Le teorie classiche dei test (Safrit 1976) indicano che la misura osservata (ovvero il valore che risulta dal test) è costituita sia da una misura vera sia da una componente d'errore – errore sistematico o casuale. Si può dunque formulare questa equazione:

$$\text{Misura osservata} = \text{misura vera} + \text{errore}$$

Questa semplice equazione stabilisce che ciò che si legge su un metro a nastro, su un cronometro, su un monitor nel quale compare la frequenza cardiaca, ecc., fornisce una misura osservata, composta da una misura vera e un errore che può essere sistematico o casuale. La misura vera è quella che rappresenta il valore che l'atleta otterrà, ossia quello che rispecchia la sua misura reale/vera/attuale/assoluta. Gli errori sistematici o casuali sono invece dovuti ad una serie di fattori: variabili dipendenti dall'atleta, come ad esempio l'influenza della componente motivazionale o della stanchezza e problemi relativi al test o alla misurazione, come la lettura non corretta di uno strumento, la registrazione errata dei dati (errori di battitura) o l'utilizzo di uno strumento impreciso o tarato male. Se ne ricava che quando si

valutano i risultati di un test, si deve essere consapevoli che la misura osservata è solo uno dei valori possibili e che prevede un margine di errore in positivo o in negativo. Gli errori possono essere dovuti a imprecisione dello strumento di misurazione, come nel caso di difetti di fabbrica del metro a nastro o di un cronometro guasto, che non rileva il tempo in modo corretto (errori sistematici, che si ripetono costantemente). Ma gli errori possono essere dovuti anche a variazioni umane durante il test. Per quanto ci possa piacere pensare che gli esseri umani possano essere costanti nelle loro prestazioni, l'esperienza ci insegna che le capacità degli atleti variano non soltanto da un giorno all'altro, ma anche da una prova all'altra. Naturalmente vorremmo eliminare quanto più possibile il grado di errore o la sua variabilità. Per farlo è necessario garantire che le procedure applicate siano ben controllate e che gli strumenti utilizzati siano calibrati periodicamente. Finora l'approccio migliore per quanto riguarda un atleta si è rivelato quello di far eseguire, se possibile, lo stesso test più volte, garantendo al massimo che le condizioni della sua esecuzione siano identiche, e registrare il valore medio dei vari tentativi (Henry 1950, 1967; Kroll 1967). La pratica comune di determinare il risultato del test attraverso il migliore risultato ottenuto dall'atleta in più prove non fornisce risultati attendibili e deve essere sostituita dall'introduzione della media o del risultato medio. Se, però, è piuttosto semplice far ripetere a poca distanza di tempo test di tipo esplosivo, test che devono essere eseguiti fino ad esaurimento, come il test di Bosco di 60 s, o quello per la rilevazione del $\dot{V}O_2\text{max}$, di solito non vengono ripetuti senza prevedere alcuni giorni di recupero.

Il problema della valutazione dell'errore può essere importante sia per l'allenatore sia per l'atleta, dal momento in cui la consapevolezza dell'esistenza dell'errore quando si eseguono test può aiutare entrambi a farsi un'idea della fiducia che possono riporre in un test come indicatore di cosa stia facendo l'atleta. Consideriamo, ad esempio, la composizione corporea e gli errori che potrebbero presentarsi nella determinazione della percentuale di massa grassa di un individuo. Ignorando, per il momento, l'uso di alcune tecnologie più moderne, consideriamo la misura dello spessore delle pliche cutanee. Si tratta di un tipo di misurazione che sono comunemente utilizzate nell'ambiente sportivo come mezzo per determinare la composizione corporea e per seguire i suoi cambiamenti. In molti sport è stata stabilita una composizione corporea ottimale, codificata come percentuale dei valori di massa grassa e/o come rapporto tra

massa grassa e massa magra. Le equazioni per la misurazione dello spessore delle pliche cutanee che ne convertono lo spessore in una percentuale di grasso, si basano su misure ottenute attraverso pesatura idrostatica (pesatura sottacqua), che fanno riferimento a loro volta ad un modello del corpo a due compartimenti (massa grassa e massa magra o priva di grasso). Questo modello per la rilevazione della massa corporea si basa sul presupposto che tutta la massa grassa abbia la stessa densità e che lo stesso avvenga per la massa magra, cioè che tutta sia della stessa densità. Si tratta, chiaramente, di un assunto importante, che in molti casi è semplicemente sbagliato. È evidente, infatti, che le ossa non hanno la stessa densità dei muscoli. Se ci si riferisce alla pesatura idrostatica, se supponiamo che la densità di tutto (massa magra e massa grassa) il corpo sia di 1,07 g/ml, e un atleta viene pesato in acqua e il valore che otteniamo è 12,6% di massa grassa (utilizzando l'equazione di Siri (Siri 1956)), ma poi troviamo che la densità della massa magra di questo atleta è in realtà 1,12 g/ml invece dei presunti 1,07 g/ml, allora la percentuale reale di grasso corporeo si avvicinerà a 19,1%. Naturalmente, le prescrizioni d'allenamento potrebbero essere abbastanza diverse nel caso di una massa grassa pari al 12,6% o al 19,1%. Un'applicazione rigida dell'equazione per la conversione della densità corporea (in questo caso della pesatura idrostatica) senza altre informazioni, quindi, può portare ad un margine d'errore abbastanza ampio tale da alterare l'allenamento che dovrà essere prescritto. Le equazioni per il rilevamento della composizione corporea sono strettamente correlate alla popolazione, alla razza e al sesso (Sands et al. 1992). Se, ad esempio, si utilizzano equazioni per determinare la percentuale di grasso che non sono specifiche per la popolazione esaminata, il margine d'errore può oscillare tra il 2 e il 4 per cento (Clarys et al. 1987; Martin, Drinkwater 1991). Se si tratta di anziani e di bambini, l'errore può arrivare al 5-10 per cento (Lohman 1982). Ora, al vertice di questi errori del metodo di riferimento (*gold standard*) della pesatura idrostatica c'è il problema che le equazioni per la misura dello spessore delle pliche cutanee che convertono tale spessore in percentuale di grasso si basano sulla pesatura idrostatica. Così, si può vedere che agli errori di misurazione delle pliche cutanee si aggiungereanno gli errori della pesatura idrostatica. Questa combinazione può soltanto ampliare il margine d'errore e rendere le prescrizioni d'allenamento basate sulle pliche cutanee ancora meno attendibili. Ciò può spiegare, in parte, perché gli scienziati dello sport australiani hanno completamente smesso



FOTO CALZETTI E MARIUCCI EDITORI



FOTO CALZETTI E MARIUCCI EDITORI

di rilevare la percentuale globale di grasso e attualmente misurano soltanto la somma delle pliche cutanee e perché Katch raccomandasse di fare lo stesso già più di venti anni fa (Katch 1984). La lezione che se ne ricava è che, nella migliore delle situazioni, si può supporre che la valutazione della composizione corporea sia soggetta ad un errore compreso tra il 2 e il 4%. Di conseguenza, se una prima misurazione della massa corporea di un/una atleta fa registrare il 10% di massa grassa e una seconda misurazione l'8%, non possiamo stabilire con certezza che abbia perso massa grassa, in quanto il valore di un eventuale calo rientrerebbe nel margine d'errore. Gli allenatori perciò non dovrebbero presumere né che il loro allenamento o la dieta utilizzata abbiano dato come risultato una riduzione del grasso, né il contrario. È interessante, invece, che da sola la somma degli spessori della pliche cutanee presenti minori errori di misurazione e una più elevata riproducibilità rispetto al calcolo delle percentuali di grasso (Norton et al. 2000; Sands et al. 1992; Sands, Major 1991).

Quanto detto sopra potrebbe far sembrare che la composizione corporea sia inutile, ma non è vero. Allenatori, atleti e ricercatori hanno solo la necessità di sapere quanta fiducia possano riporre nei valori misurati. Infine, a coloro che studiano la composizione corporea si deve raccomandare di descrivere minuziosamente gli errori di misurazione perché questa informazione aiuta a prendere decisioni più ponderate. Il processo di misurazione implica che i risultati siano espressi in un forma dotata di un significato, che di solito consiste semplicemente in una serie di numeri. I numeri che si ottengono con un test, cioè con una misurazione, però, possono assumere significati diversi e possono essere interpretati in almeno quattro modi:

1. I numeri possono essere interpretati come etichette: in questo caso vengono definiti *variabili nominali*. Ad esempio, le cifre che si trovano sulle maglie dei giocatori sono sì dei numeri, ma in realtà sostituiscono i nomi. I numeri sulle maglie non implicano che sono misure. Non si può, ad esempio, sottrarre un difensore (un numero 2) da un'ala sinistra (un numero 11) ed ottenere un centravanti (un numero 9). Si può invece assegnare agli atleti un numero a scopo identificativo: in questo caso i numeri sono solo un sostituto più breve dei nomi.
2. I numeri possono essere interpretati come se implicassero un ordine variabile. Così, ad esempio, si può stilare una graduatoria (*ranking*) in base all'idea che si ha della capacità degli atleti nell'eseguire una certa abilità tecnica come una proiezione nella lotta. Gli atleti, così, possono essere ordinati dal primo all'ultimo sulla base del giudizio sulla loro abilità nell'eseguire questa tecnica. Se si stila una graduatoria dei primi dieci atleti sulla base della loro valutazione (con il 10 che indica il migliore), si può sostenere con certezza che l'atleta 8 è migliore del 4, ma non che sia due volte più bravo. I numeri ordinali, infatti, stabiliscono solo una graduatoria delle unità, ma non implicano che gli intervalli tra i numeri siano uguali.
3. I numeri possono essere interpretati come unità separate da intervalli uguali e sono chiamati *variabili d'intervallo*. La maggior parte delle misurazioni fisiche sono di questo tipo. Per esempio, grazie alla riconosciuta uguaglianza degli intervalli di temperatura possiamo supporre che il cambiamento della quantità di energia calorica sia lo stesso quando la temperatura s'innalza da 10 a 11 gradi e da 25 a 26 gradi. Le scale Celsius e Fahrenheit, tuttavia, non hanno un

vero punto zero (zero assoluto): quando si parla di zero gradi, infatti, non si indica l'assenza di calore. Soltanto la scala Kelvin ha uno zero assoluto.

4. I numeri possono essere interpretati come unità separate da intervalli uguali e aventi un reale punto zero. Questi numeri vengono chiamati *variabili di rapporto*. Oltre a possedere tutte le proprietà dei numeri di intervallo, hanno anche un punto zero non arbitrario (cioè nel punto zero il fenomeno non esiste, n.d.t.). Quando si misura una distanza, quindi, 0 cm indica che non esiste una distanza.

Sapere come interpretare i numeri è importante, perché gli allenatori e gli atleti dovrebbero essere in grado di valutare in modo adeguato i calcoli eseguiti su numeri non appropriati. Ad esempio, non ha molto senso calcolare la media dei numeri ordinali, mentre lo ha calcolare la media dei numeri di intervallo o di rapporto. Pertanto, quando si rappresentano i risultati numerici di una prestazione in una serie di numeri si deve tenere a mente quanto essi abbiano significato.

Una situazione tipica in cui si pone il problema dell'interpretazione dei numeri è quando gli allenatori utilizzano scale del tipo "scala di Likert"¹. Risposte di questo tipo vengono comunemente codificate in termini numerici e poi su di essi si eseguono ulteriori calcoli. Però il tipo di calcoli che si può legittimamente eseguire su questi numeri è potenzialmente limitato. L'interpretazione di questo tipo di valori richiede procedure molto più complesse rispetto al semplice calcolo delle medie o dei valori medi.

È importante che gli allenatori, gli atleti e gli scienziati dello sport considerino la provenienza dei valori e ne sappiano valutare l'attendibilità. Se non si mostra un minimo di cautela verso i risultati dei test, si corre il rischio di formulare un giudizio sbagliato sulla condizione attuale di un atleta, con conseguenti errori sulla prescrizione degli allenamenti futuri.

Interpretare i dati longitudinali

Se le misurazioni sono corrette (ovvero affidabili e valide) e si ottengono numeri ad intervalli regolari e facilmente accessibili, l'attenzione si sposterà su come interpretarli nel modo più diretto possibile, cioè su come fare in modo che "raccontino" una storia che consenta di vedere più chiaramente la situazione del programma di allenamento che viene applicato e quale è la condizione di ciascun atleta. Una volta ottenuti i valori da esaminare c'è bisogno solo di pochi schemi per accertare cosa

stia avvenendo per quanto riguarda la preparazione dell'atleta.

Analisi dei dati longitudinali

Il nostro compito è quello di interpretare uno o più dati longitudinali ottenuti attraverso il controllo di uno o più atleti. La cosa più importante che si vuole accertare è il cambiamento. Per farlo si deve partire dall'ipotesi che prima del cambiamento qualcosa fosse stabile. Per questa ragione, prima di tentare di formulare un giudizio che riguarda l'interpretazione dei dati occorre disporre di una lunga serie di dati

(*CJ*, *countermovement jump*), e in un salto in basso con rimbalzo (*DJ*, *drop jump*) rilevati per un anno ogni due settimane in una squadra femminile di atletica leggera. Ciò che dovrebbe essere immediatamente evidente è che il tasso di sviluppo della forza sembra riflettere miglioramenti solo quando è misurato con il salto in basso. Negli altri due salti non sembra riflettere una tendenza generale al miglioramento. Si può notare, però, che esso tende ad essere elevato dopo un *CJ* subito prima dei due impegni di gara più importanti della squadra (*Conference Meet*, *Indoor National*) (figura 1).

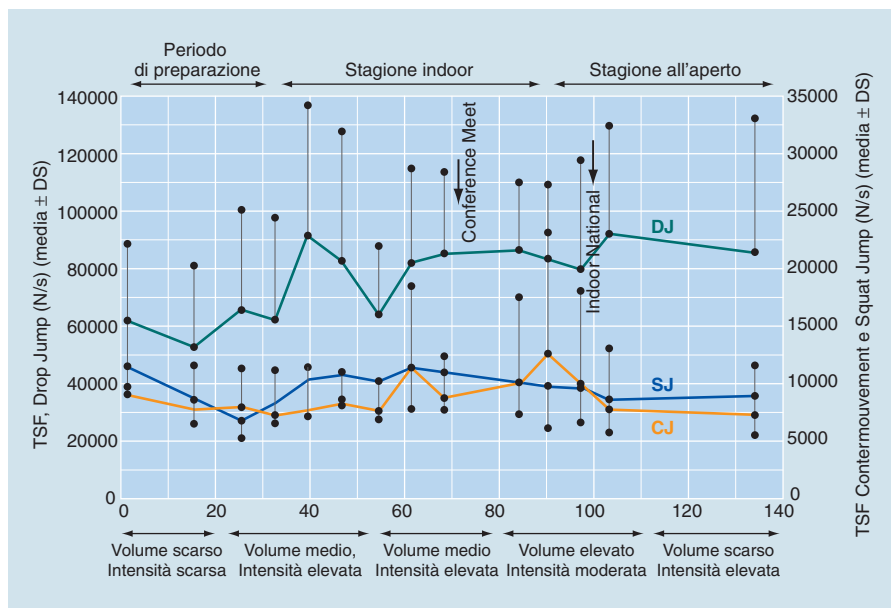


Figura 1 – Tasso di sviluppo della forza, TSF (dati longitudinali) in una squadra femminile di atletica leggera durante un anno. Si noti la tendenza al miglioramento nel salto in basso.

(Barkow 1984), e normalmente ciò è facile che avvenga nello sport, dove gli atleti si allenano quotidianamente. Prima di cercare di formulare qualsiasi giudizio, come regola generale, è probabile che si debbano raccogliere i dati di almeno una settimana di lavoro.

Fare sempre l'analisi grafica dei dati

Di solito i numeri da soli sono poco intelligibili. Se si realizza un grafico con i dati relativi al tempo (ad esempio, i giorni della settimana o le date) le quantità diventano immediatamente visibili. Dal punto di vista dell'allenatore un grafico dei dati può fornirgli tutte le informazioni che gli sono necessarie senza bisogno di ricorrere alla statistica. Nella figura 1, ad esempio, sono mostrati i risultati del tasso di sviluppo della forza in un salto verticale da fermo dalla semi-accosciata (*SJ*, *squat jump*), in un salto verticale con contromovimento

Nella figura 2 è esposto un secondo esempio di dati longitudinali inseriti in un grafico (figura 2), nel quale sono mostrati i risultati di un test di Bosco 60 s, eseguito con cadenza più o meno mensile. Ogni linea rappresenta una ginnasta che è stata titolare della Squadra olimpica statunitense nei Giochi olimpici del 2000. Si noti che quattro delle sette atlete hanno fatto registrare un aumento della potenza media; una atleta praticamente non ha registrato cambiamenti, mentre due atlete hanno fatto registrare un calo nella potenza media con l'avvicinarsi dei Giochi olimpici.

Anche se non è stato sempre possibile rilevare i dati con continuità, a causa di infortuni e di trasferte internazionali, da questi dati si può rilevare che, sulla base di controlli longitudinali, due delle atlete meritavano un controllo attento per determinare quali fossero le ragioni della diminuzione della potenza media.

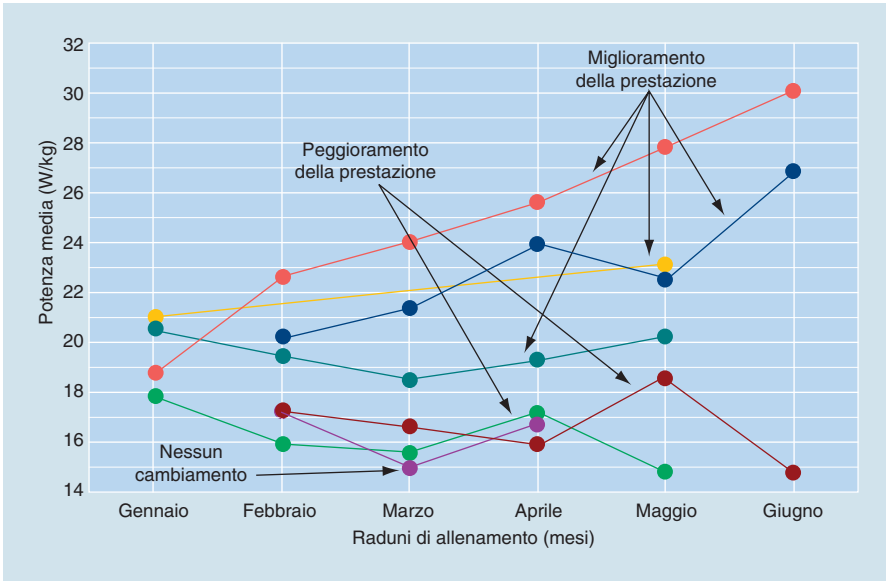


Figura 2 – Trend del test di Bosco 60 s delle atlete della squadra nazionale femminile di ginnastica statunitense dei Giochi olimpici di Sydney del 2000.

Le figure 1 e 2 rappresentano tendenze. Quando sono presenti queste difficilmente possono essere ignorate. I *trend* possono essere individuati visivamente semplicemente tracciando una linea ideale tra i dati, che minimizzi la distanza tra i punti dei dati e la linea.

Individuare le tendenze

Un metodo che può essere utilizzato per rilevare tendenze dai dati grezzi di un singolo atleta è chiamato metodo *split middle*. La prima fase consiste nel dividere i dati in due parti uguali in base al fattore *tempo* (ad esempio, espresso in giorni). Si otterrà così un 50% "prima" e un 50% "dopo". Successivamente si determina la mediana dei dati del 50% "prima" e quella del 50% "dopo". La mediana è quel valore che bipartisce la distribuzione ordinata dei dati, per cui al primo gruppo apparterranno le osservazioni (i valori) inferiori o uguali alla mediana, al secondo gruppo le osservazioni (i valori) superiori o uguali alla stessa. Poi si segnano semplicemente queste mediane e si traccia una retta da mediana a mediana, estendendola da un'estremità all'altra in modo da comprendere l'intero periodo che interessa.

Nella figura 3 sono mostrati i valori della Scala Likert per i disturbi del sonno di una ginnasta di alto livello in un intero macrociclo. Si noti che nel periodo di gara la retta ha un andamento obliquo dal basso verso l'alto. Questa linea rappresenta lo *split middle* della somma dei disturbi del sonno rilevati. Malgrado la loro apparenza caotica i dati sui disturbi del sonno evidenziano una tendenza generale al loro

aumento, una informazione che dovrebbe mettere in allarme l'allenatore, indicandogli che questa atleta merita un'attenzione particolare.

Per sintetizzare in una retta la nube dei dati del controllo si può utilizzare un altro metodo che è quello della regressione.

Per ragioni pratiche il calcolo della *regressione* dovrebbero essere riservati a fogli elettronici o *software* specializzati e per realizzare questo tipo di analisi l'allenatore potrebbe dover consultare un ricercatore



Foto Calzetti & Marucco Editori

esperto in scienza dello sport. La figura 4 mostra i dati grezzi della frequenza cardiaca a riposo e del peso corporeo con le rette di regressione sovrapposte ai dati grezzi. I dati sulla frequenza cardiaca sono stati divisi in base a un esame visivo e la determinazione di quello che sembrava essere un punto di flesso o una curva nel disegno dei dati stessi. I disegni dei dati ovviamente non debbono essere tassativamente lineari, ma possono essere anche curvilinei. Di nuovo, l'allenatore potrebbe dover consultare un ricercatore esperto di scienza dello sport per potere essere sicuro sull'applicazione di questo tipo di

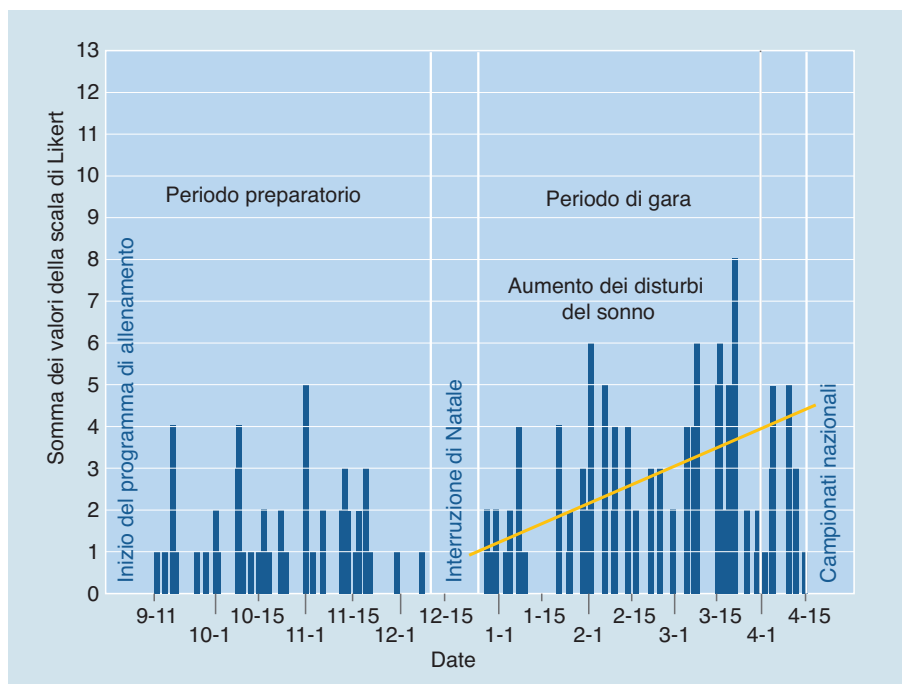


Figura 3 – Un esempio di split middle. Si noti la retta mostrata durante il periodo di gara, che indica una tendenza verso l'aumento nei disturbi del sonno in questa atleta.

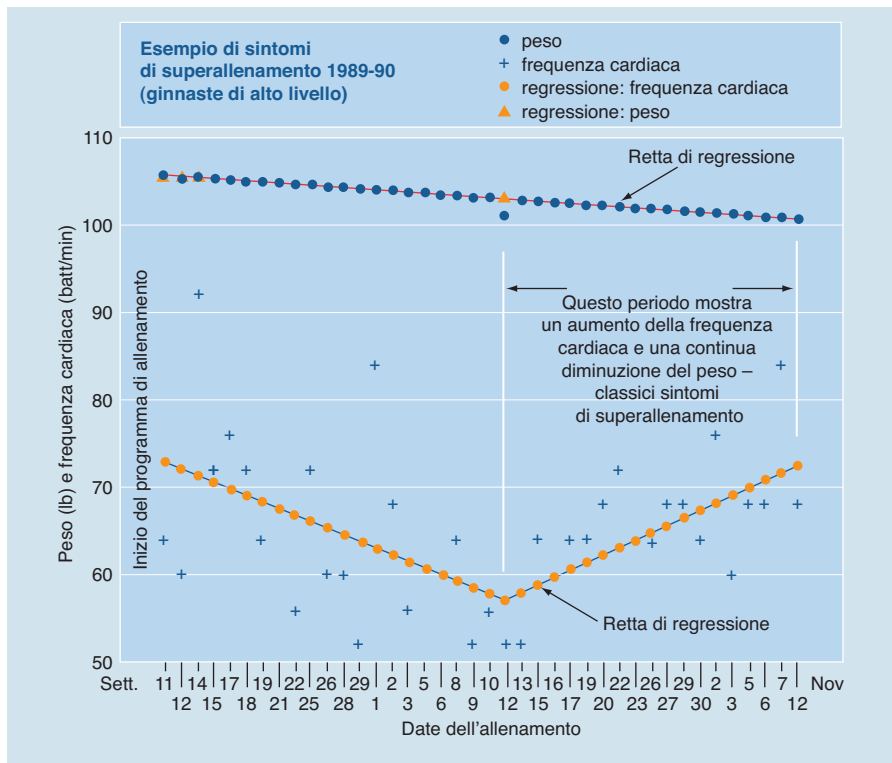


Figura 4 – Analisi della regressione del peso e della frequenza cardiaca a riposo. Si noti che questo tipo di regressione è lineare, ossia i dati possono essere sintetizzati con una singola retta che meglio si adatta ai valori esistenti.

analisi. Se il lettore vuole proseguire per suo conto può semplicemente selezionare "help" in Excel, poi scrivere "regression" nel campo di ricerca. Le informazioni ottenute lo guideranno attraverso il processo.

Individuare cambiamenti improvvisi

Mentre l'analisi delle tendenze è importante e rappresenta un gran numero dei grafici che sono fondamentali per l'allenatore, l'atleta e lo scienziato dello sport, ci sono casi nei quali il grafico è indicativo di cambiamenti recenti nello stato dell'atleta che possono causare preoccupazioni e richiedere interventi immediati. In altri termini, ciò avviene se il flusso dei dati che deriva dal controllo quotidiano mostra qualche spinta improvvisa al cambiamento che può riflettere un qualsiasi variazione recente che merita attenzione. Il problema che nasce è come sapere se il dato è talmente inabituale da non essere provocato dalle naturali variazioni quotidiane dei dati stessi. L'approccio fondamentale consiste nel considerare i propri dati sia in termini di distribuzione nel tempo sia come distribuzione di probabilità come in una distribuzione normale o Gaussiana.

Nella figura 5 è mostrato un esempio teorico di come si può presentare il flusso dei dati e come si possono considerare parte di una distribuzione normale. Questo

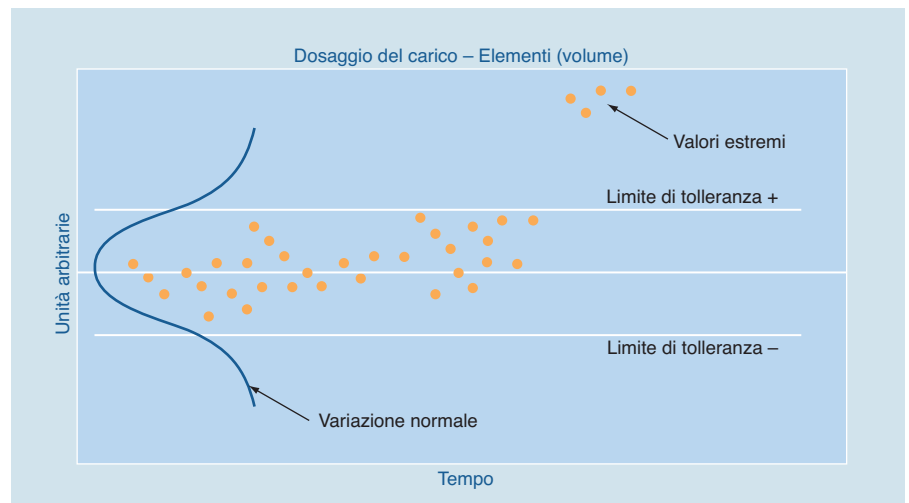


Figura 5 – Controllo statistico del processo applicato a dati ipotetici. I cerchi rappresentano dati arbitrari, come quelli che potrebbero derivare dal monitoraggio di una qualche caratteristica dell'atleta. La linea orizzontale al centro rappresenta la media o il valore medio del flusso dei dati. La curva normale, che nella figura ha il nome di "variazione normale", rappresenta la curva della distribuzione di probabilità con una media e una variazione standard. Per questi dati è stata calcolata anche la deviazione standard, mostrata con la dicitura Limite di Tolleranza + e Limite di Tolleranza -. I segni positivo e negativo indicano che ci si trova, rispettivamente, al di sopra o al di sotto della media. L'importanza di questi limiti è che ci permettono di affermare con certezza che circa il 70% dei valori osservati in questo ipotetico atleta rientrano nei limiti, o, al contrario, che c'è solo il 30% di possibilità che questi dati si trovino al di fuori di questi limiti. Se si raddoppiano i limiti di tolleranza osserviamo che quei dati che mostrano una discrepanza maggiore del doppio dei limiti di tolleranza hanno solo il 5% di probabilità di verificarsi. Se si trovano dati molto discrepanti, che si discostano notevolmente dalla media e sono superiori del doppio rispetto ai limiti di tolleranza o alla deviazione standard, allora si tratta di valori decisamente insoliti che, quando si presentano, meritano un'indagine più approfondita.

approccio deriva da un largo insieme di conoscenze globalmente definite *controllo statistico del processo (SPC, statistical process control)* (Grant 1988; Pitt 1994; Sands 2002; Shewhart 1986). L'SPC è uno strumento relativamente semplice per valutare quando i dati mostrano discrepanze tali da richiedere attenzione. L'SPC richiede alcune conoscenze di statistica che per fortuna sono estremamente semplici. Si deve sapere come calcolare una media o un risultato medio e la deviazione standard. Il vantaggio di questo metodo è che con due semplici calcoli è possibile costruire un quadro dei dati che mostra la grandezza della discrepanza di una variabile o di un segmento di dati. Si basa sulla probabilità di valori estremi fondata sulla distribuzione esistente dei dati che l'atleta ha già presentato.

I fogli di calcolo si rivelano molto utili per calcolare questo tipo di valori. Nella figura 6 è mostrato un esempio di utilizzazione di questo metodo per individuare la discrepanza dei dati della frequenza cardiaca a riposo in rapporto alla registrazione dei sintomi di malattia durante un intero macrociclo. Si noti che in tutti i casi in cui i valori della frequenza cardiaca a riposo hanno superato il limite di superiore di controllo (cioè il limite di tolleranza,

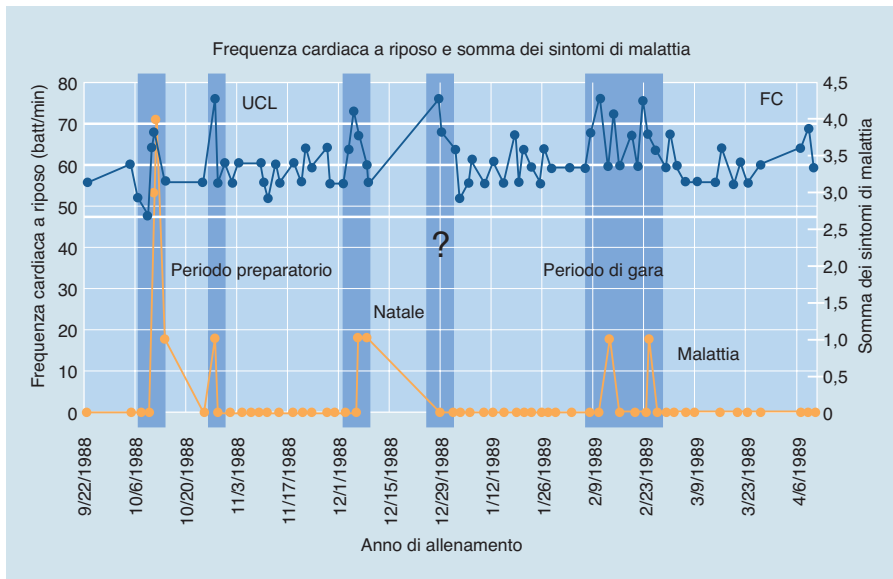


Figura 6 – Esempio di applicazione della SPC ai dati della frequenza cardiaca e dei sintomi di malattia. Notare che i tempi identificati da rettangoli mostrano quando la frequenza cardiaca ha superato il limite superiore di controllo (due deviazioni standard dalla media) e quindi meritano attenzione, come è confermato quando si traccia un grafico per mostrare quando si sono presentati anche i sintomi di malattia.

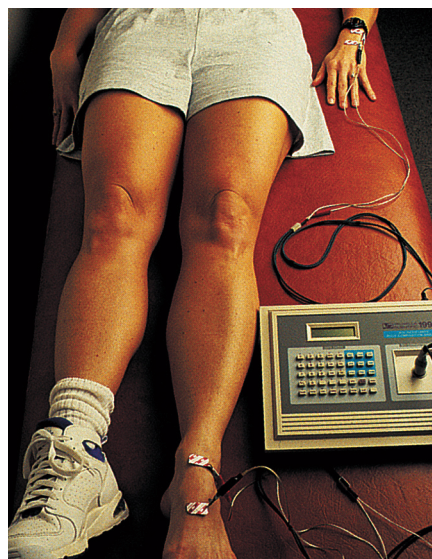


Foto CAZZATI & MARIUCCI EDITORI

il doppio della deviazione standard dei dati) si è verificata un aumento corrispondente nei sintomi di malattia. Si tratta di dati reali che evidenziano come, attraverso il calcolo della media e della deviazione standard, una semplice idea possa sostanzialmente rendere automatico l'intero processo di individuazione di dati anomali e trasferire a un computer l'elaborazione dei risultati del controllo. In questo modo, il software di un computer può dispensare l'allenatore del dovere dare la caccia a relazioni che possono fornire informazioni importanti su un/una atleta e la sua preparazione (Sands 1991; Sands, Shultz, Paine 1994; Sands, Shultz, Paine 1994).

Conclusioni

Nella figura 6 viene mostrato come il semplice controllo dei dati possa essere usato per avvertire l'allenatore che è cambiato qualcosa nella preparazione di un atleta. Se questo tipo di risposte fornite dai dati viene confrontato con le informazioni e i dati sul dosaggio dei carichi di allenamento, l'allenatore può essere messo in grado di individuare le possibili cause del problema e in futuro preservare l'atleta dai loro riproporsi. Inoltre, si possono sviluppare modelli individualizzati di allenamento che potranno essere utili nella preparazione futura di squadre e di singoli atleti.

Note

- 1) Una scala di Likert è una tecnica di *scaling* usata prevalentemente per rilevare gli atteggiamenti; si basa su una serie di affermazioni alle quali il soggetto deve indicare il suo grado di accordo: completamente d'accordo, d'accordo, incerto, in disaccordo, in completo disaccordo.

Traduzione di M. Gulinelli da Olympic Coach, 17, 2005, 4, 4-10.

Titolo originale: *Are your athletes progressing and how would you know?*

Bibliografia

Barlow D. H., Hersen M., Single case experimental designs: strategies for studying behaviour change, New York, Pergamon Press, 1984.
 Clarys J. P., Martin A. D., Drinkwater D. T., Marfell-Jones M. J., The skinfold: myth and reality, *Journal of Sports Sciences*, 5, 1987, 1, 3-33.
 Grant E. L., Leavenworth R. S., Statistical quality control, New York, McGraw-Hill, 1988.
 Henry F. M., The loss of precision from discarding discrepant data, *The Research Quarterly*, 21, 1950, 2, 145-152.
 Henry F. M., "Best" versus "Average" individual scores, *The Research Quarterly*, 38, 1967, 2, 317-320.
 Katch V. L., A reaction to laboratory methodology, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 16, 1984, 6, 604-605.
 Kroll W., Reliability theory and research decision in selection of a criterion score, *The Research Quarterly*, 38, 1967, 412-419.
 Lohman T. G., Body composition methodology in sports medicine, *The Physician and Sportsmedicine*, 10, 1982, 12, 47-58.
 Martin A. D., Drinkwater D. T., Variability in the measures of body fat, *Sports Medicine*, 11, 1991, 5, 277-288.
 Norton K., Marfell-Jones M., Whittingham N., Kerr D., Carter L., Saddington K. et al., Anthropometric assessment protocols, in: Gore C. J. (a cura di), *Physiological tests for elite athletes*, Champaign, IL, Human Kinetics, 2000, 66-85.
 Pitt H., SPC for the rest of us, ed. King of Prussia, PA, K.W.Tunnel Publishing Group, 1994.
 Safrit M. J., Reliability theory, Washington DC, American Alliance for Health, Physical Education, and Recreation, 1976.
 Sands W. A., Monitoring elite gymnastics athletes via rule based computer systems, *Masters of Innovation III*, Northbrook, IL, Zenith Data Systems, 1991, 92.
 Sands W. A., Monitoring the elite female gymnast, *National Strength and Conditioning Association Journal*, 13, 1991, 4, 66-71.
 Sands W. A., AI and athletics, *PC AI* 6, 1992, 1, 52-54.
 Sands W. A., Monitoring gymnastics training, 3èmes Journées Internationales d'Etude de l'AFRAGA, Lilla, AFRAGA 2002.
 Sands W. A., Irvin R. C., Major J. A., What the sport scientist can really tell about your percent fat and an alternative method for assessing body composition, in: McNitt-Gray J. L., Girandola R., Callaghan J. (a cura di), 1992 USGF Sport Science Congress Proceedings, Indianapolis, IN, USGF Publications, 1992, 54-62.
 Sands W. A., Major J. A., The time course of fitness acquisition in women's gymnastics, FIG, Scientific-Medical Symposium Proceedings 1, 1991, 9-13.
 Sands W. A., Shultz B. B., Paine D. D., Gymnastics performance characterization by piezoelectric sensors and neural networks, *Technique*, 13, 1993, 2, 33-38.
 Sands W. A., Shultz B. B., Paine D. D., Neural nets and gymnastics: recognizing errors in athletic performance, *PC AI*, 8, 1994, 1, 42-43.
 Shewhart W. A., Statistical method from the viewpoint of quality control, New York, NY, Dover, 1986.
 Siri W. E., Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods, ed. University of California, University of California Radiation Laboratory Report UCRL no. 3349, 1956.