

# Feedback e controllo motorio

Claudio Mantovani<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tecnico Nazionale Federazione Italiana Baseball Softball, Comitato Olimpico Nazionale Italiano, Roma.  
Corrispondenza: mancla@iol.it

## Abstract

Uno degli aspetti più importanti riguardo le problematiche del controllo motorio e quindi dell'apprendimento delle abilità è senz'altro quello legato ai fenomeni che riguardano il feedback. Per feedback si intende l'insieme delle informazioni che il soggetto che esegue un movimento ha la possibilità di ricevere ed elaborare e che gli permettono di controllare quel movimento ed eseguirlo con maggiore efficacia.

In questo lavoro viene illustrato il programma motorio di R.A. Schmidt.

Mantovani C. Feedback and motor control systems.

Ital J Sport Sci 2004; 11: 23-27

*One of the most important issues in motor control systems and in learning motor abilities is feedback. By feedback, we mean the burden of information received and elaborated by a subject executing a specific movement, which let a maximized efficient/effective movement control. This work shows the motor protocol by R.A. Schmidt.*

Key words: motor control, feedback.

Uno degli aspetti più importanti riguardo le problematiche del controllo motorio e quindi dell'apprendimento delle abilità è senz'altro quello legato ai fenomeni che riguardano il feedback. Per feedback si intende l'insieme delle informazioni che il soggetto che esegue un movimento ha la possibilità di ricevere ed elaborare e che gli permettono di controllare quel movimento ed eseguirlo con maggiore efficacia.

Per meglio analizzare e comprendere il valore ed il significato di feedback è opportuno risalire alla teoria dello schema di R. A. Schmidt. Alla base di questa teoria ci sono due elementi fondamentali:

- il programma motorio generalizzato
- lo schema motorio

Il programma motorio generalizzato è visto da Schmidt come una rappresentazione nella memoria di una classe di azioni, cioè di un gruppo di movimenti che hanno in comune delle caratteristiche strutturali generali: E' il superamento del concetto di programma motorio visto come la rappresentazione mentale di un singolo movimento, modello che non spiegava esaurientemente il problema dello stoccaggio di enormi quantità di informazioni e non risolveva il fenomeno dell'esecuzione di movimenti mai eseguiti prima.

Il programma motorio generalizzato possiede quindi delle caratteristiche generali che rimangono uguali anche per movimenti diversi appartenenti però alla stessa classe di azioni che è sotto il controllo di quel programma.

Queste caratteristiche, che definiscono la forma base del movimento, sono dette caratteristiche invarianti e sono rappresentate da:

- la sequenza dei movimenti (la successione delle azioni determinate anche da diverse contrazioni muscolari)
- il tempo relativo o phasing (la proporzione del tempo dedicato ad ogni singolo elemento del movimento che rimane costante indipendentemente dal tempo totale)
- la forza relativa (la proporzione della forza espressa nelle varie contrazioni muscolari che rimane costante indipendentemente dalla forza complessiva).

Queste caratteristiche ci permettono di identificare quali movimenti appartengono ad una stessa classe e quindi sono controllati da uno stesso programma motorio generalizzato.

Per poter eseguire un singolo movimento che rispon-

da alle varie richieste delle diverse situazioni si dovranno modificare alcune caratteristiche del programma in modo tale da poter ottenere una risposta efficace.

Queste caratteristiche sono dette caratteristiche di superficie, o parametri del movimento che riguardano la forza complessiva, il tempo complessivo e l'individuazione dei muscoli implicati nel movimento.

La selezione delle caratteristiche di superficie è compito dello schema motorio, l'altro elemento fondamentale della teoria di Schmidt.

L'apprendimento delle abilità avviene quindi presumibilmente attraverso l'integrazione tra l'idea del programma motorio generalizzato e il concetto di schema.

Lo schema può essere definito come una generalizzazione astratta di regole e relazioni che si instaurano tra le informazioni che riceve il soggetto che esegue il movimento.

Le quattro fonti di informazioni che alla fine di un movimento vengono trattenute dalla memoria sono:

- le condizioni iniziali (informazioni sullo stato di contrazione e tensione muscolare, sulla posizione dei vari segmenti del corpo, sulle condizioni esterne ambientali)
- le caratteristiche di superficie (i parametri di forza, direzione, velocità adeguati alla situazione)
- i risultati del movimento (informazioni sui risultati ottenuti dal soggetto che esegue)
- le conseguenze sensoriali del movimento (informazioni sul feedback sensoriale durante ed alla fine del movimento).

Dopo il movimento queste 4 tipi di informazioni vengono mantenuti in memoria il tempo necessario per analizzare alcune loro relazioni che andranno a costituire e poi rafforzare lo schema motorio.

Lo schema motorio dopo ogni esecuzione di un movimento della stessa classe di azioni, cioè controllato dal medesimo programma, viene aggiornato e rafforzato a causa di una maggiore accuratezza del feedback della risposta divenendo sempre più chiaro e preciso ed in grado di essere utilizzato anche per movimenti mai eseguiti prima, ma che appartengono alla stessa classe di azioni.

Come avviene l'aggiornamento ed il rafforzamento dello schema? Come è possibile una scelta dei parametri del movimento sempre più adeguata alla situazione? Lo schema si distinguono due stati di memoria:

- lo schema di richiamo
- lo schema di riconoscimento.

Il primo, di richiamo, è responsabile della produzione del movimento e cioè stabilisce i parametri per dare

l'avvio al movimento; il secondo, di riconoscimento, serve per valutare l'adeguatezza del movimento.

#### *Lo schema di richiamo:*

Durante le prove di movimenti della stessa classe (governati quindi dallo stesso programma motorio) il soggetto è messo in grado di stabilire la relazione che esiste tra i parametri utilizzati in ogni singola prova e i risultati ottenuti: più prove sono eseguite più la relazione tra i due fattori sarà chiara.

Ma nell'avviare un movimento un ruolo importante è svolto dalle condizioni iniziali in cui il soggetto si trova prima del movimento stesso, quindi lo schema di richiamo deve analizzare la relazione che si instaura tra tre fonti di informazioni:

- le condizioni iniziali
- i parametri del movimento
- i risultati del movimento.

La scelta di un certo parametro per avviare il movimento sarà in funzione del risultato ottenuto in una data condizione iniziale

Nello schema non vengono immagazzinati i dati assoluti del movimento, ma le relazioni che si instaurano tra i dati; quando il soggetto dovrà rieseguire quel movimento o uno simile dovrà ritrovare nella memoria le regole che governano la classe di movimenti cui appartiene il movimento da eseguire.

#### *Lo schema di riconoscimento*

Anche lo schema di riconoscimento funziona in modo analogo: le relazioni analizzate sono tra

- le condizioni iniziali
- i risultati dei movimenti
- le conseguenze sensoriali.

Prima della risposta il soggetto seleziona il risultato del movimento e determina le condizioni iniziali, quindi con lo schema di riconoscimento è in grado di stimare le conseguenze sensoriali che sentirebbe se il movimento si eseguisse. Queste conseguenze sensoriali rappresentano il feedback atteso, cioè le sensazioni motorie che il soggetto si aspetta di sentire durante l'esecuzione e sono alla base della valutazione del movimento. Si possono distinguere due tipi di feedback:

- feedback intrinseco (si riferisce alle informazioni derivanti dal sistema sensoriale di chi esegue il movimento)
- feedback estrinseco (si riferisce alle informazioni che provengono da fonti esterne a chi esegue il movimento).

Il feedback intrinseco è quindi relativo alle informazioni conseguenti al proprio movimento e che il sog-

getto è in grado di ricevere ed elaborare grazie ai propri analizzatori: visivo, cinestetico tattile, acustico e vestibolare.

Il feedback estrinseco è invece relativo alle informazioni provenienti da fonti esterne, per esempio l'allenatore (informazioni verbali e non verbali) o la visione di un videotape: gli analizzatori utilizzati sono pertanto solo quello acustico e quello visivo.

Il feedback estrinseco ha quindi bisogno di essere in qualche modo "tradotto" in un linguaggio motorio, cioè le informazioni visive ed acustiche debbono integrarsi con quelle vestibolari e propriocettive del feedback intrinseco.

Da qui la necessità da parte dell'allenatore/insegnante di far riferire i propri feedback esterni ai feedback interni dell'allievo e di trovare quindi gesti e parole che facilitino questa comunicazione mettendo in grado l'allievo di collegare le istruzioni verbali dell'allenatore con le proprie sensazioni motorie.

Il feedback estrinseco si può suddividere ulteriormente in due tipi:

- feedback sul risultato (informa il soggetto se il proprio movimento ha raggiunto l'obiettivo prefissato)
- feedback sulla prestazione (relativo alle modalità di esecuzione del movimento).

L'allenatore può quindi informare l'allievo sul raggiungimento o meno degli obiettivi mediante il feedback sul risultato (il tiro era poco teso), oppure informarlo sulle caratteristiche del movimento che hanno prodotto quel risultato (devi flettere di più il busto per tirare più teso).

Secondo Magill (1980) il feedback estrinseco dell'allenatore svolge sempre una duplice funzione:

- la funzione informativa
- la funzione di rinforzo.

La funzione informativa riguarda quanto già si è detto circa le informazioni che l'allenatore rende disponibili per l'allievo affinché questi possa collegarle alle proprie informazioni interne per meglio controllare i propri movimenti e raggiungere livelli di efficacia del gesto sempre maggiori.

La funzione di rinforzo invece riguarda l'effetto che qualsiasi feedback dell'allenatore produce sulla sfera emotiva dell'allievo. Ogni azione dell'allenatore comporta una ricaduta sulla motivazione, sulla disponibilità ad agire e sull'autostima dell'allievo.

Pur potendo mettere l'accento su l'uno o sull'altro dei due aspetti, quello informativo e quello di rinforzo, non è possibile per l'allenatore operare una netta distinzione: ogni suo intervento ha in sé ognuna delle due funzioni; ogni feedback che da informazioni sul

movimento contiene comunque degli elementi di rinforzo psicologico, ed al contrario ogni feedback di rinforzo da delle informazioni su come l'allenatore ha visto il movimento e di conseguenza, anche involontariamente esprime un proprio giudizio sull'operato dell'allievo.

Per questo motivo i feedback, come tutti i processi comunicativi, producono effetti sul piano relazionale, cioè influenzano il rapporto allenatore/allievo: questo effetto assume un particolare rilievo quando il feedback viene utilizzato a seguito di errori dell'allievo, e nella pratica è il caso più frequente; qui il feedback rappresenta una reazione dell'allenatore a qualcosa di negativo commesso dall'allievo.

Questi tipi di feedback quando sono ripetuti nel tempo, possono passare dal piano oggettivo della correzione dell'errore al piano soggettivo e relazionale: l'allievo può interpretare gli interventi correttivi come una critica alla sua persona, o alla sua personalità, e valutare l'atteggiamento dell'allenatore come espressione di scarsa stima nei suoi confronti.

Quindi è opportuno valutare sempre la duplice funzione del feedback (informativa e di rinforzo) e dosare opportunamente le istruzioni che hanno un valore negativo con quelle che hanno un significato positivo, tenendo conto che i messaggi che si inviano agli allievi possono essere anche di natura non verbale.

Molte ricerche hanno indagato, anche se con risultati non sempre concordi, su alcune caratteristiche molto importanti del feedback, quali:

- la frequenza
- la precisione
- il momento.

La frequenza con cui l'allenatore deve inviare i propri feedback dipende innanzitutto dal livello motorio dell'allievo; man mano che l'allievo diventa più abile, i feedback saranno sempre più intervallati per permettere all'allievo di utilizzare le informazioni esterne e collegarle a quelle interne sensoriali.

Durante l'evoluzione tecnica dell'allievo anche la funzione del feedback dovrebbe passare da quella prevalentemente di rinforzo a quella più orientata sull'informazione.

Un feedback risulta essere molto più efficace quando l'allievo dimostra una richiesta, un bisogno di informazioni: l'allenatore non dovrà quindi bombardare di feedback gli allievi, ma dovrà promuovere in loro una ricerca di informazioni, stimolando una partecipazione attiva nell'apprendimento, cercando quindi di inviare istruzioni e suggerimenti quando riterrà che l'allievo ne abbia effettivo bisogno.

I ricercatori parlano di frequenza assoluta riferendosi al numero dei feedback forniti dall'allenatore, mentre

per frequenza relativa si intende la proporzione tra il numero delle prove che l'allievo esegue ed il numero dei feedback che riceve.

Winstein e Schmidt (1990) hanno dimostrato come una alta frequenza relativa porti ad un miglioramento immediato della prestazione, ma ad uno scadimento dell'apprendimento (valutato con un retest senza feedback dopo un certo tempo). Anche Magill (1989) sostiene che con una frequenza relativa del 100% (un feedback per ogni prova) si ottengono scadenti livelli di apprendimento. Tutto ciò sembra far supporre una certa dipendenza dal feedback che impedisce all'allievo di migliorare quei processi propri di autovalutazione del movimento che sono fondamentali per l'apprendimento.

Sherwood (1988) per evitare la dipendenza del feedback propone un metodo chiamato feedback bandwidth (larghezza di banda): l'allenatore fornisce feedback soltanto quando la prestazione dell'allievo cade fuori da un range prestabilito, questo metodo permette di dare molti feedback all'inizio per poi diradarli man mano che l'allievo esegue più efficacemente il compito.

Un altro metodo per evitare gli effetti dannosi del feedback troppo frequente è rappresentato dal feedback sommativo: l'istruttore fornisce informazioni sul movimento solo dopo un certo numero di prove di quel movimento. Lavery e Suddon (1962) hanno dimostrato come allievi che ricevevano informazioni dopo ogni tentativo presentavano immediati miglioramenti nella prestazione, al contrario allievi con informazioni sommative presentavano scarse prestazioni immediate; ma quest'ultimi, valutati a distanza di tempo e senza nessun feedback presentavano i livelli di apprendimento migliori; Un terzo gruppo a cui venivano forniti tutte due i tipi di feedback (ad ogni prova e dopo un certo numero di prove) presentava risultati del tutto simili al gruppo con alta frequenza di feedback. Ciò parrebbe dimostrare come i buoni livelli di apprendimento siano condizionati non tanto dalla presenza di informazioni di tipo sommativo, ma piuttosto dall'assenza di feedback troppo ridondanti.

Il numero delle prove dopo il quale dovrebbe essere fornito il feedback sommativo sembra essere in funzione della complessità del compito: con un compito molto semplice il feedback può essere dato anche dopo 15-20 prove, mentre per compiti più difficili la frequenza dovrebbe aumentare. Schmidt, Lange e Young (1990) stabilirono che, per quanto riguarda la battuta nel baseball, il numero ideale delle prove fosse 5.

Per precisione del feedback si intende il genere di informazioni specifiche che l'allenatore fornisce all'allievo riguardo al risultato ottenuto. Si possono distinguere due dimensioni, una qualitativa, l'altra

quantitativa: la prima è rappresentata da informazioni del tipo: "il lancio era troppo lento", "il tiro è sbagliato"; la seconda fornisce informazioni di tipo numerico sugli errori commessi: "l'hai mancato di 5 cm".

Magill e Wood (1986), Rogers (1974) hanno dimostrato che sia la prestazione che l'apprendimento aumentano a seguito di informazioni precise e dettagliate, tuttavia esiste un limite di precisione oltre il quale si presenta uno scadimento dei risultati. Newell e Kennedy (1978) ritengono che questo limite sia influenzato dall'età, con la crescita aumenta la capacità di utilizzare al meglio informazioni sempre più precise. Un ultimo aspetto da tener presente è il momento più opportuno per intervenire con un feedback.

Il feedback estrinseco ha come obiettivo il facilitare nell'allievo il riconoscimento del feedback intrinseco, cioè l'aumento delle capacità di discriminare le varie sensazioni motorie; quindi l'allenatore non deve dare troppo presto il proprio feedback perché altrimenti interferirebbe con le informazioni sensoriali, ma neanche troppo tardi perché altrimenti gli allievi potrebbero perdere la possibilità di collegare i due tipi di informazione.

Secondo Pohlman (1979) e Rockmann-Ruger (1986) il feedback andrebbe fornito circa 5-10 secondi dopo la fine dell'esercizio.

Swinnen, Schimdt, Nicholson e Shapiro (1990) dimostrarono come allievi a cui furono forniti feedback immediati presentavano risultati più scarsi di allievi con feedback ritardati, sia per quanto riguarda la prestazione immediata che per l'apprendimento. Gli stessi ricercatori però sostengono che non sia molto importante il tempo che intercorre tra la fine del movimento ed il feedback, ma che durante questo tempo l'allievo non sia impegnato in attività diverse dal compito eseguito.

Per quanto riguarda il tempo che intercorre tra il feedback e la prossima esecuzione del movimento, Thorhauer e Rockman-Ruger stabilirono che non dovessero passare più di 20 secondi, ma successive ricerche di Magill e Lee non trovarono correlazioni dirette tra questo tempo e l'efficacia dell'apprendimento.

Molti ricercatori sostengono che miglioramenti nella prestazione sono ottenibili con ritardi superiori a 5 secondi e che comunque questo sia un aspetto del tutto trascurabile nel determinare efficaci apprendimenti.

## Bibliografia

Bortoli L, Robazza C, Teoria dello schema ed apprendimento motorio, SdS Rivista di cultura sportiva, 21, 63-70, 1991.

- Carbonaro G, Gulinelli M, Se l'atleta sbaglia, SdS Rivista di Cultura Sportiva, 22, 54-60, 1991.
- Farfel' VS, Il controllo dei movimenti nello sport (trad. it. A cura di M. Gulinelli) Società Stampa Sportiva, Roma, 1985.
- Lavery JJ, Suddon FH, Retention of a simple motor skills as a function of the number of trials by wich KR is delayed, *Perceptual and Motor Skills*, 15, 231-237, 1962.
- Madella A, Cei A, Londoni M, Aquili N, Metodologia dell'insegnamento sportivo, SdS Dispense. Roma, 1997.
- Magill RA, Motor learning, Dubuque, 1980.
- Magill RA, Wood CA, Knowledge of results precision as a learning variable in motor skill acquisition, *Research Quarterly*, 47, 277-291, 1986.
- Magill RA, Lee TD, Effects of duration and activity during the post-KR interval in motor learning, *Psychological Research*, 49, 237-242, 1987.
- Manno R, Fondamenti dell'allenamento sportivo, Nicola Zanichelli Editore, Bologna, 1989.
- Moser T, Senza feedback non c'è apprendimento, SdS Rivista di Cultura Sportiva, 22, 61-65, 1991.
- Newell KM, Corcos DM, Variability and motor control, Human Kinetics, Champaign, Illinois, USA, 1993.
- Pöhlmann R, Trainingsmethodisch relevante Zeitstrukturen der Informationsgebung, *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 28, 207-211, 1979.
- Rockmann-Ruger U, Zur zeitlichen Strukturierung von feedbacktraining beim sensomotorischen lernen im Sport, *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 33, 114-132, 1986.
- Rogers CA, Feedback precision and postfeedback interval duration, *Journal of Experimental Psychology*, 102, 604-608, 1974.
- Schmidt RA, A schema theory of discrete motor skill learning, *Psychological Review*, 82, 225-260, 1976.
- Schmidt RA, Motor control and learning: a behavioral emphasis (2nd ed.) Human Kinetics, Champaign, Illinois, USA, 1988.
- Schmidt RA, Lange C, Young DE, Optimizing summary knowledge of results for skill learning, *Human movement science*, Amsterdam 9, 3-5, 325-348, 1990.
- Thorhauer HA, Zur Zeitstruktur der objektiv ergänzenden Schnellinformation, *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 20, 389-396, 1971.
- Winstein CJ, Schmidt RA, Frequency and scheduling of information feedback for skill acquisition, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 12, 220-245, 1990.