



# **Analisi Biomeccanica della tecnica di partenza negli sprint brevi nel calcio**

**Francini Lorenzo e Castagna Carlo**

# **Analisi Biomeccanica della tecnica di partenza negli sprint brevi nel calcio**

**Francini Lorenzo e Castagna Carlo**

**Scuola Regionale dello Sport delle Marche, Ancona;**

**Laboratorio di Metodologia e Biomeccanica Applicata al Calcio, Settore Tecnico FIGC, Coverciano (Firenze).**

## **Abstract**

La capacità di accelerare in brevi distanze è una caratteristica di fondamentale importanza in molti sport (1,2). Dalla posizione eretta è possibile iniziare uno sprint in avanti tramite lo spostamento del baricentro nella direzione di corsa. Questo aggiustamento biomeccanico prima dell'inizio del movimento, determina varie strategie che possono essere intraprese per iniziare uno sprint in avanti. In 10 calciatori in attività (età  $23 \pm 1,56$  anni; altezza  $177 \pm 2,71$  cm; massa  $67 \pm 1,68$  kg) è stata effettuata una analisi biomeccanica per varie strategie di partenza da una posizione frontale (split start, parallel start, back start), laterale (incrociata, orientata, contromovimento) e dopo una fase di volo (salto verticale, caduta da plinto). La tecnica Parallel start ha fatto registrare tempi sui 5 metri significativamente maggiori ( $p < 0.05$ ) rispetto alle altre tecniche. Il tempo di moto della partenza back-step è risultato significativamente maggiore ( $p < 0.0001$ ) rispetto alle altre tecniche analizzate. La tecnica con caduta da plinto ha registrato una lunghezza del primo passo significativamente minore ( $p < 0.001$ ) rispetto alle altre tecniche. I tempi di contatto del secondo e terzo appoggio non hanno fatto registrare differenze significative tra le varie strategie di partenza. Il principale risultato di questo progetto di ricerca è stato la verifica di un pratico svantaggio dell'impiego della partenza con passo indietro nella prestazione di sprint sui 5m. Lo svantaggio viene determinato principalmente da un tempo di moto significativamente maggiore in questa tecnica di partenza.

**Parole chiave: Potenza, Forza Esplosiva, Allenamento, Capacità di Accelerazione**

## **Introduzione**

La capacità di accelerare in brevi distanze è una caratteristica di fondamentale importanza in molti sport (1,2). Alcuni ricercatori hanno studiato i parametri biomeccanici e cinematici della partenza dai blocchi per determinare un miglioramento nella prestazione (3,4,5,6). I risultati ottenuti da queste ricerche non possono però trovare applicazioni pratiche negli sport di squadra dove gli atleti compiono partenze da posizione eretta (2, 7).

Per iniziare un movimento in avanti dalla posizione eretta stazionaria, la proiezione sul terreno del baricentro del soggetto deve essere posta anteriormente alla base di appoggio formata dai piedi (8). Quest'aggiustamento biomeccanico può essere effettuato tramite due modalità: una rotazione del corpo all'angolo della caviglia con conseguente spostamento in avanti del baricentro o uno spostamento indietro della base di appoggio (anche con lo spostamento di un solo piede) (8). Le varie tecniche di partenza che un soggetto effettua durante la prestazione sono caratteristiche del rispettivo sport (9).

Da una posizione iniziale che prevede il posizionamento dei piedi paralleli (Parallel Start, PS), un atleta può scegliere di iniziare il movimento dal baricentro (rotazione all'articolazione della caviglia e primo passo avanti - Parallel Start) o dall'appoggio dei piedi (sfalsamento dei piedi - Back Start e Split Start). Comparando le tecniche di partenza da posizione eretta Kraan e collaboratori (7) hanno mostrato che la partenza che prevedeva un passo indietro, prima di iniziare il movimento avanti, risultava significativamente la migliore per quanto riguarda la forza orizzontale e la potenza espressa del contatto del piede al suolo. Tramite questo risultato gli autori citati conclusero che la partenza probabilmente più veloce era quella che prevedeva un paradossale passo indietro (Back Start), senza tuttavia un supporto empirico sul tempo di sprint fatto registrare dalle varie tecniche. Frost e collaboratori (11) hanno studiato le varie tecniche di partenza da posizione eretta statica, prendendo come parametro di riferimento il tempo registrato nei vari sprint. In questo studio i soggetti dovevano reagire nel minor tempo possibile a uno

stimolo acustico che determinava l'avvio per il timing dello sprint. Lo studio fallisce la giustificazione per l'eliminazione del passo indietro per effettuare uno sprint in avanti infatti, la partenza con un paradossale passo indietro non presenta delle differenze significative su distanze maggiori di 2,5 metri (11). Purtroppo in questo studio il tempo di reazione allo stimolo sonoro costituisce un vizio del disegno di ricerca e data la sua natura riduce l'applicabilità dei dati raccolti agli sport di squadra (validità ecologica). Infatti rimuovendo il rumore sperimentale costituito dal tempo di reazione e considerando il tempo di inizio soggettivo del movimento, pertinente agli sport di squadra, è possibile che la tecnica di partenza operi un effetto specifico sulla durata totale dell'azione di sprint. Questa intesa come inizio (tempo di moto) e successo (tempo di sprint) del movimento.

Per meglio studiare le potenzialità applicative della tecnica di partenza nello sprint breve (<10m) sarebbe pertanto utile esaminare le varie tipologie di movimento considerando condizioni indipendenti dal tempo di latenza motorio (tempo di reazione allo stimolo). Condizione questa individuale e non associabile al comportamento biomeccanico successivamente prodotto (5).

Negli sport di squadra come il calcio la maggior parte degli sprint avviene su distanze molto brevi spesso inferiori ai 10 m nel corso dei quali grande importanza, data la loro ridotta estensione temporale, rivestono le fasi iniziali ovvero quelle relative all'avvio del movimento di sprint. Infatti in questi frangenti temporali il calciatore deve esprimere al massimo le sue potenzialità accelerative di modo da vincere nel più breve tempo possibile l'inerzia del proprio corpo. Risultano pertanto di interesse possibili strategie (tecniche) atte a vincere l'inerzia costituita dalla propria massa corporea e quindi provvedere una velocità iniziale la più elevata possibile (fase di partenza). Pertanto si reputano chiave per la buona riuscita di uno sprint breve (<10m) i primi due-tre passi successivamente a una congrua azione di partenza. Data la frequenza di azioni con discretizzazione non superiore ai 5m risulterebbero di estrema utilità pratica studi esaminanti la tecnica di partenza e il suo effetto sulla cinematica e dinamica per sprint di questa estensione. Purtroppo in letteratura non sono presenti studi che hanno esaminato l'effetto della tecnica di partenza in calciatori effettuanti sprint brevissimi (<5). Lo scopo di questo studio è stato quindi quello di studiare l'effetto della tecnica di partenza nello sprint breve da posizione statica (<5m) in un gruppo di calciatori. Questo considerando come variabili dipendenti il tempo di sprint e di moto nonché quale fonte delle variabili indipendenti la possibile variazione dei parametri biomeccanici nel corso dei primi tre passi di uno sprint di 5m. L'esistenza di un effetto negativo sul tempo totale di sprint operato dalla partenza utilizzando azione paradossale (Back Start) è stata considerata come ipotesi soggettiva di lavoro.



Fig1- Split start



Fig2 - Parallel Start



Fig3 - Back Start



Fig4 - Orientata



Fig5 - Incrociata



Fig6 - Contromovimento

## Metodi

### Approccio sperimentale

Lo studio in oggetto ha seguito le procedure previste per la realizzazione di uno studio descrittivo meccanicistico comparativo. La comparazione è stata realizzata assumendo come costrutti paradigmi di sprint utilizzando azioni di partenza evinte dalla pratica calcistica agonistica (validità logica oggettivata) e dalla letteratura scientifica esistente. Quale distanza di sprint è stata scelta quella dei 5 metri in linea ritenuta come maggiormente praticata dai calciatori nelle azioni di gioco senza palla e maggiormente influenzabile dalle strategie di partenza scelte (effetto decrescente sulla performance). Recentemente Faude e coll. (2012) hanno dimostrato che la maggior parte delle marcature nel calcio di élite sono conseguenza di sprint in linea con e senza palla sia da parte del realizzatore che dell'appoggiante. Le tecniche di partenza considerate evinte dalla letteratura sono state la Back Start, Split Start e Parallel Start. Inoltre sono state esaminate partenze con calciatore con spalle parallele alla direzione di sprint (partenza laterale) e partenza dall'atterraggio (simulazione reazione dopo una contesa aerea durante il gioco). Lo studio ha quindi esaminato dal punto di vista biomeccanico tre categorie di partenza: Frontale, con spalle perpendicolari alla direzione di corsa; Laterali, con spalle parallele alla direzione di corsa e dopo atterraggio da precedente salto (vedi figure 1-6).

### Procedure

Allo studio hanno partecipato 10 calciatori in attività (età  $23 \pm 1,56$  anni; altezza  $177 \pm 2,71$  cm; massa  $67 \pm 1,68$  kg). A ogni soggetto era chiesto di effettuare delle prove di sprint massimale con una tecnica di partenza diversa per ogni rilevazione. Le tecniche di partenza erano suddivise in tre gruppi: Partenze Frontali, con le spalle perpendicolari alla direzione di corsa; Partenza Laterali, con le spalle parallele o sulla stessa linea di corsa; Partenza da atterraggio, nelle quali il soggetto doveva sprintare dopo un atterraggio da un precedente movimento.

Tra le partenze frontali sono state studiate le tecniche Parallel (fig. 1) che prevedeva il posizionamento dei piedi paralleli subito dietro la linea di partenza, Split (fig. 2) che prevedeva uno sfalsamento dell'appoggio dei piedi sul piano sagittale, Back-Step (fig. 3) che prevedeva il posizionamento dei piedi come nella prima tecnica ma con l'esecuzione veloce di un passo indietro prima di iniziare l'azione di sprint in avanti.

Tra le tecniche laterali sono state studiate le tecniche: Orientata (fig. 4) che prevedeva una rotazione nella direzione di corsa del piede più vicino alla linea di partenza, Incrociata (fig. 5) che prevedeva un'azione di slancio dell'arto lontano dalla linea di partenza, e con contromovimento (fig. 6) la quale prevedeva un'azione di slancio del busto nella direzione opposta rispetto a quella di corsa (arretramento paradossale).

Tra le partenze da atterraggio sono state analizzate due tecniche, una non standardizzata cioè dopo un salto verticale (massimale a discrezione del soggetto) dove non veniva registrata l'altezza di salto e una standardizzata cioè dopo una caduta da una altezza di 50 cm. Per ogni tecnica venivano effettuate tre prove e registrato il tempo sulla distanza di 5 metri tramite fotocellule (Racetime2 Light Radio - Microgate, Bolzano). L'analisi biomeccanica delle varie condizioni di partenza è stata realizzata mediante un sistema optoelettronico multicamera (BTS Smart - BTS Bioengineering, Garbagnate Milanese MI). Mediante questo sistema è stato calcolato il tempo di moto (spostamento di entrambi i piedi per l'inizio del movimento in avanti), la lunghezza dei primi tre passi e il tempo di contatto dei primi tre appoggi. Ogni soggetto sceglieva in maniera autonoma la prima tecnica di partenza e solo successivamente venivano spiegate e vincolate le altre due tecniche. Sia per la partenza "familiare" che per le partenze "vincolate" venivano effettuate degli sprint di prova per familiarizzare i soggetti.

I dati presentati sono espressi in media e deviazione standard. La differenza tra le variabili di interesse è stata realizzata mediante l'analisi della varianza per misure ripetute. La differenza tra i confronti multipli è stata valutata mediante il test LSD di Fisher. La significatività è stata posta al 5% ( $p < 0.05$ ).

## Risultati

I risultati delle prove realizzate in questo studio sono riportate nella tabella 1. La tecnica Parallel ha fatto registrare tempi sui 5 metri e tempi di contatto al primo appoggio significativamente maggiori ( $p < 0.05$ ) rispetto alle altre tecniche. Nelle partenze da posizione frontale, la tecnica con piedi paralleli ( $1,182 \pm 0,041s$ ) è risultata quindi la peggiore (split  $1,093 \pm 0,071s$ ; back  $1,109 \pm 0,050s$ ) considerando il tempo sui 5 metri. La differenza percentuale tra la tecnica parallel e le altre tecniche frontali è tra il 6-8 % (parallel v split 7.5%; parallel v back 6.1%). Le partenze con incrocio, dopo salto verticale e caduta da plinto hanno fatto registrare tempi sui 5 metri significativamente maggiori ( $p < 0,05$ ) rispetto alla partenza orientata. E' stata registrata una differenza del 6% tra la tecnica orientata e la tecnica con incrocio ( $1,115 \pm 0,051s$  v  $1,052 \pm 0,059s$ ). Per ogni tecnica di partenza è stato analizzato il tempo di moto, da considerarsi come il tempo fisiologico nel quale il soggetto inizia il movimento di sprint. Tramite questo parametro è possibile non considerare la capacità di reazione a uno stimolo esterno, capacità sicuramente diversa tra soggetti. Tuttavia la tecnica con passo indietro ha fatto registrare un tempo di moto significativamente maggiore rispetto alle altre tecniche (back  $0,653 \pm 0,173s$ ; split  $0,218 \pm 0,028s$ ; parallel  $0,229 \pm 0,034s$ ,  $p < 0.0001$ ) con una differenza percentuale di circa il 65%. Nessuna differenza significativa è stata fatta registrare nei parametri riguardanti le partenze da atterraggio (salto  $1,121 \pm 0,046s$  v caduta  $1,156 \pm 0,052s$ ).

La tecnica con caduta da plinto ha registrato una lunghezza del primo passo significativamente minore ( $p < 0.001$ ) rispetto alle altre tecniche. Il secondo passo ha fatto registrare lunghezze significativamente maggiori ( $p < 0.05$ ) nella tecnica split rispetto alle tecniche con caduta e parallel, mentre il terzo passo ha fatto registrare lunghezze significativamente maggiori ( $p < 0,05$ ) nella tecnica orientato rispetto alla tecnica con caduta. Nessuna differenza significativa è stata registrata tra le altre tecniche. I tempi di contatto del secondo e terzo appoggio non hanno fatto registrare differenze significative tra le varie strategie di partenza. Per meglio caratterizzare la durata dello sprint nelle varie tecniche di partenza, è stato sommato il tempo sui 5 metri con il tempo di moto definendo così la durata totale del movimento. I risultati considerando questa variabile mostrano come la partenza con passo indietro sia meno efficace rispetto a tutte le altre tecniche. In questo ha un notevole effetto controproducente il maggiore tempo di moto nella partenza con passo indietro (vedi figura 7).

**Tabella 1. Risultati delle prove nelle varie condizioni di partenza.**

**CM= contromovimento.**

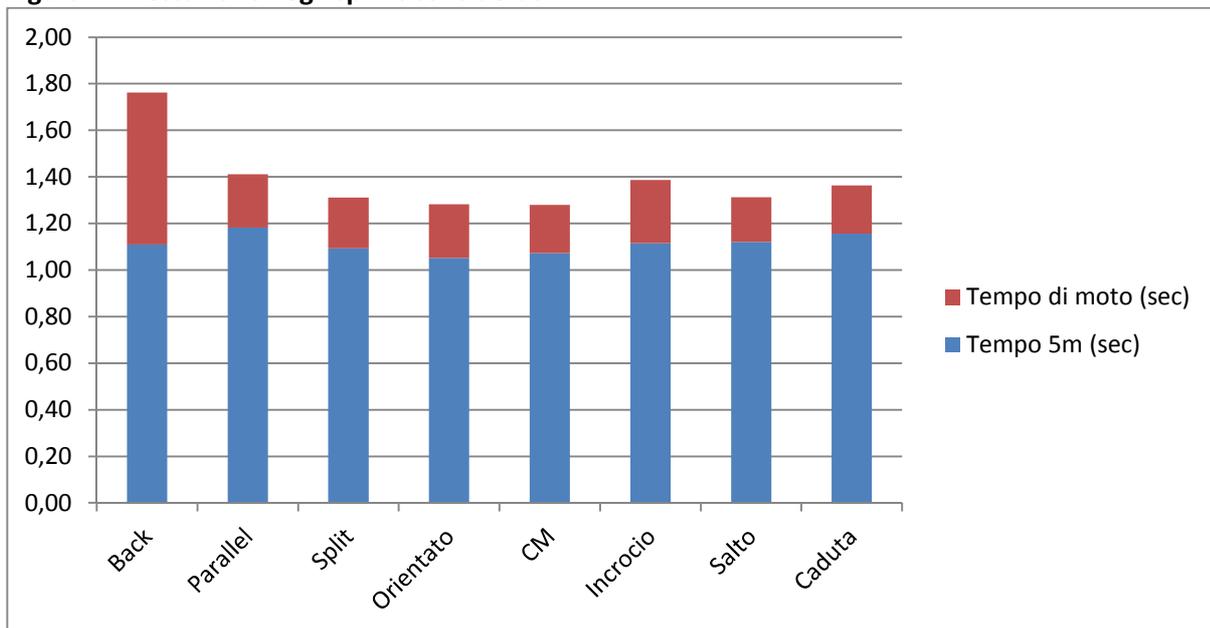
	Tempo 5m (sec)	Tempo di moto (sec)	Tempo totale (sec)
<b>Back</b>	$1,109 \pm 0,050$	$0,653 \pm 0,173^*$	$1,762 \pm 0,185$
<b>Parallel</b>	$1,182 \pm 0,041^*$	$0,229 \pm 0,034$	$1,411 \pm 0,053$
<b>Split</b>	$1,093 \pm 0,071$	$0,218 \pm 0,028$	$1,311 \pm 0,083$
<b>Orientato</b>	$1,052 \pm 0,059$	$0,230 \pm 0,023$	$1,282 \pm 0,055$
<b>CM</b>	$1,073 \pm 0,074$	$0,207 \pm 0,024$	$1,28 \pm 0,070$
<b>Incrocio</b>	$1,115 \pm 0,051^{\S}$	$0,271 \pm 0,130$	$1,386 \pm 0,164$
<b>Salto</b>	$1,121 \pm 0,046^{\S}$	$0,192 \pm 0,028$	$1,313 \pm 0,062$
<b>Caduta</b>	$1,156 \pm 0,052^{\text{E}}$	$0,207 \pm 0,033$	$1,364 \pm 0,071$

\*significativamente maggiore ( $p < 0.05$ ) rispetto alle altre tecniche

<sup>§</sup>significativamente maggiore ( $p < 0.05$ ) rispetto a orientato

<sup>E</sup>significativamente maggiore ( $p < 0.02$ ) rispetto a split, orientato e CM

**Figura 7. Prestazione negli sprint considerati**



## Discussione

Questo è il primo studio che si è interessato di analizzare l'effetto della tecnica di partenza sulla prestazione di sprint breve nel calcio. I risultati di questo studio descrittivo meccanicistico hanno evidenziato come vi sia un significativo effetto della tecnica di sprint sull'efficacia temporale dell'azione globale intesa questa come indipendente dal tempo di attivazione soggettiva al movimento. Di particolare interesse pratico è stata la verifica di un marcato effetto negativo delle azioni paradossali (contromovimento) sulla prestazione nello sprint breve nei calciatori studiati.

Negli sport di squadra viene considerata come efficace la disposizione del giocatore a piedi paralleli (power position) per rendersi pre-attivato a possibili azioni a variabilità istantanea. Tuttavia la letteratura disponibile in questo senso ha messo in discussione questo assunto fornendo evidenza su una superiore efficacia delle partenze effettuate in back-start o split (10, 11) nel caso che si consideri il tempo di sprint al netto o meno del tempo di moto. Infatti i dati del nostro studio hanno evidenziato che ogni azione di sprint coinvolgente un contromovimento o un movimento paradossale come un passo all'indietro, se anche costituiscono una strategia per influenzare la velocità iniziale dello sprint ritardano di fatto l'azione globale sul tempo di meta. Quindi le azioni "paradossali" risultano efficaci solamente nel caso non sia di rilievo il tempo totale dello sprint e utile in quelle condizioni che richiedono un economico avvio al movimento alla massima intensità riducendo la distanza necessaria per raggiungere la massima accelerazione.

Possiamo affermare in conclusione che la tecnica di partenza con passo indietro non risulta la più efficace sulla distanza di 5 metri in quanto richiede un tempo di moto molto superiore rispetto alle altre tecniche. La tecnica con piedi sfalsati (split) e le tecniche con passo orientato e con contro-movimento sono risultate le più efficaci sulla distanza di 5 metri considerando il tempo di moto come parametro fondamentale per il raggiungimento della meta.

Il principale risultato di questo progetto di ricerca è stato la verifica di un pratico svantaggio dell'impiego della partenza paradossale nella prestazione di sprint sui 5m. Questo confermando l'ipotesi di lavoro assunta in questo studio.

Ai fini pratici della metodologia dell'allenamento è consigliabile modificare la tecnica di partenza di uno sprint nei calciatori che eseguono movimenti paradossali sia nelle partenze da posizione frontale che nelle

partenze da posizione laterale. Questo al fine di evitare i movimenti, che come mostrato, possono ritardare il tempo di raggiungimento di un obiettivo prefissato.

## **Bibliografia**

1. Baker, D and Nance, S. The relation between running speed and measures of strength and power in professional rugby league players. *J Strength Cond Res* 13: 230-235, 1999
2. Murphy, AJ, Lockie, RG and Coutts, AJ. Kinematic determinants of early acceleration in field sport athletes. *J Sport Sci Med* 2:144-150, 2003
3. Mero A, Komi PV. Reaction time and electromyography activity during a sprint start. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1990;61(1-2):73-80.
4. Mero A, Kuitunen S, Harland M, Kyröläinen H, Komi PV. Effects of muscle-tendon length on joint moment and power during sprint starts. *J Sports Sci.* 2006 Feb;24(2):165-73.
5. Mero, A, Luhtanen, P, and Komi, p. A biomechanical study of the sprint start. *Scand J Sport Sci* 5:20-28,1983.
6. Schot PK, Knutzen KM. A biomechanical analysis of four sprint start positions. *Res Q Exerc Sport.* 1992 Jun;63(2):137-47.
7. Kraan GA, van Veen J, Snijders CJ, Storm J. Starting from standing; why step backwards?. *J Biomech.* 2001 Feb;34(2):211-5.
8. Brown, TD and Vescovi, LD. Is stepping back really counterproductive? *Strenght Cond J* 26: 42-44, 2004.
9. Ford KR, Myer GD, Toms HE, Hewett TE. Gender differences in the kinematics of unanticipated cutting in young athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2005 Jan;37(1):124-9.
10. Cronin JB, Green JP, Levin GT, Brughelli ME, Frost DM. Effect of starting stance on initial sprint performance. *J Strength Cond Res.* 2007 Aug;21(3):990-2.
11. Frost DM, Cronin JB, Levin G. Stepping backward can improve sprint performance over short instances. *J Strength Cond Res.* 2008 May;22(3):918-22.
12. Faude O, Koch T, Meyer T. Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *J of Sport Science* 2012; 1-7.