

### Analisi della prestazione di una squadra giovanile professionista di calcio mediante l'utilizzo di GPS.



Autori: **Andrea Licciardi<sup>1,2</sup>**,  **Corrado Lupo.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Torino Football Club – Torino, Italia.

<sup>2</sup> SUISM Centro Servizi, Università degli Studi di Torino, Torino, Italia.

<sup>3</sup> SUISM Centro Servizi, Dipartimento di Scienze Mediche, Università degli Studi di Torino, Torino, Italia.

#### Abstract

**Background:** L'analisi della prestazione è una metodica di rilevamento dati che, attraverso l'indagine scientifica e statistica, consente di valutare, in modo oggettivo, il rendimento fisico e tecnico-tattico del singolo atleta e dell'intera squadra. **Obiettivo:** L'obiettivo di questo studio è stato quello di valutare la prestazione fisica di una squadra giovanile professionista di calcio utilizzando il modello della potenza metabolica e considerando il ruolo chiave del costo energetico. Lo studio ha analizzato i parametri cinematici e metabolici nel dettaglio, per costruire un modello di prestazione e per descrivere le differenze tra i ruoli tattici, tra vittoria e sconfitta e nelle varie fasi di gioco durante la stagione. **Materiali e metodi:** La prestazione fisica di calciatori Under 16 LegaPro è stata analizzata durante 9 partite di campionato della stagione 2015-2016. Ciascun giocatore ha indossato un dispositivo GPS con frequenza di campionamento a 10 Hz (Qstarz, Taiwan) consentendo l'analisi dei dati rilevati mediante il software LagalaColli (Spinitalia SRL, Rome, Italy). **Risultati:** La distanza media percorsa in ciascuna partita è stata di  $8071 \pm 838$  m, con una spesa energetica di  $46.4 \pm 5.1$  Kj/kg. La potenza metabolica registrata nell'intera partita è stata di  $9.8 \pm 1.2$  W/kg, mentre nella fase di possesso palla, di non possesso palla e di palla inattiva rispettivamente di  $10.7 \pm 1.8$ ,  $11.6 \pm 2.0$  e  $8.5 \pm 1.5$  W/kg. Inoltre, l'alta intensità, parametro per il quale la prestazione del giocatore era caratterizzata da una potenza superiore a 20W/kg, è risultata approssimativamente il triplo del tempo della prestazione condotta ad una velocità superiore alla soglia dei 16 Km/h. **Conclusioni:** I risultati di questo studio hanno permesso di classificare la performance fisica di una squadra giovanile di calcio per cercare di creare un nuovo modello di prestazione analizzando il dispendio energetico, l'impegno neuromuscolare e applicando il modello della potenza metabolica non solo alle categorie di potenza ma anche alle varie fasi di gioco. (Licciardi A., Lupo C., Analisi della prestazione di una squadra giovanile professionista di calcio mediante l'utilizzo di GPS., Ita. J. Sports Reh. Po.; 2019 ; 6 ; 1 ; 1091 -1111 ; ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19 - 55 ; CGI J OAJI :0,101).

**Key Words:** Accelerazione, Dispendio Energetico, Potenza Metabolica, Modello di Prestazione, Calcio, Ruoli tattici.

## Introduzione

La match analysis è una metodica di rilevamento dati che, attraverso l'indagine scientifica e statistica, consente di valutare, in modo oggettivo, il rendimento fisico e tecnico-tattico del singolo atleta e dell'intera squadra (24).

Un calciatore durante una partita è impegnato in uno sforzo di circa 90 min a cui si devono aggiungere gli eventuali min di recupero. Attraverso l'utilizzo della time motion analysis, una tecnica che ha descritto l'attività cinematica dell'atleta, è noto che il calciatore di alto livello percorre circa 9-12 km (3; 27). Questo metodo di indagine ha mostrato come circa 2200-2400m siano percorsi ad alta intensità (considerata come la velocità di corsa maggiore di 15.0 km/h), 850-950m ad altissima intensità (>19 km/h) e 250-350m sprintando (> 25.0 km/h) (30; 31).

Lo sforzo del calciatore è da considerarsi di tipo intermittente (18), poiché cambia attività ogni 4-6s (4), determinando l'effettuazione di circa 1300 patterns motori durante partita (26).

Nella squadra coesistono giocatori con diversi ruoli tattici e la loro posizione in campo influenza la prestazione fisica (14). L'organizzazione della squadra prevede i seguenti ruoli: difensori centrali (DC), esterni difensivi (ED), centrocampisti centrali (CC), esterni di centrocampo (EC) e attaccanti (A). Analizzando le distanze totali percorse in relazione al ruolo tattico ci accorgiamo di come i C, gli ED e EC siano i giocatori che percorrono maggiore distanza (>11 km), a differenza di A e DC che ne percorrono circa 9-10km. Ciò nonostante, sono i centrocampisti esterni e i terzini, ovvero gli esterni difensivi, che percorrono una maggiore distanza (circa 1000) ad intensità elevatissima (velocità di corsa > 19.8 km/h) rispetto a C (circa 900m), i A (circa 800m) e DC (circa 600m).

Per moltissimi anni la valutazione della performance del calciatore è stata legata solo alla distanza percorsa e alle relative soglie di velocità, non considerando il costo energetico della corsa (29) e la quantificazione delle accelerazioni e decelerazioni (16). Tuttavia, a seguito dell'introduzione del new match analysis approach (29), si è potuto valutare e classificare non solo la distanza percorsa e le relative soglie di velocità, ma anche le soglie di accelerazione e decelerazione, e le fasce di potenza metabolica, prodotto del costo energetico (J/m/kg) per la velocità (m/s).

Inoltre, negli ultimi anni la letteratura scientifica e il gioco del calcio si sono occupati di studiare la prestazione non solamente tramite la video match analysis ma direttamente sul campo attraverso l'uso di dispositivi "Global Positioning System" (GPS).

Sull'onda di questa vera e propria rivoluzione moltissime aziende che sviluppano vari dispositivi per lo sport, come software e app, hanno costruito i propri GPS e i propri programmi di analisi, con modelli matematici differenti e quindi con dati spesso difficili da confrontare.

Sebbene limitazioni nelle misurazioni possano caratterizzare l'applicazione del GPS (19; 34), alcuni autori (6) hanno dimostrato come questo strumento, con un campionamento adeguato, possa essere importante per la conoscenza approfondita dell'attività del calciatore, per lo sviluppo di efficaci programmi di allenamento e per la riduzione dell'insorgenza degli infortuni. Infatti, secondo quanto riportato da studi precedenti (1; 14; 16), un'accurata valutazione dell'accelerazione risulta fondamentale per gli spostamenti veloci che l'atleta compie nel corso della gara.

Pertanto, da quanto esaminato in letteratura come "sul campo", questa metodica di analisi consente una definizione specifica del modello di prestazione atta a quantificare accuratamente i carichi di lavoro del calciatore, favorendo, altresì la definizione di un programma di lavoro adeguato che consideri specificatamente carichi né troppo elevati, né scarso, ma allenanti in modo ottimale.

L'obiettivo di questo studio è stato quello di rappresentare un modello di prestazione di una squadra giovanile di calcio mediante l'utilizzo di dispositivi GPS e la conseguente quantificazione delle richieste metaboliche (i.e., potenza metabolica istantanea, media) e neuromuscolari (i.e., accelerazioni, decelerazioni, CdD), anche in riferimento al possesso della palla (i.e., tempo di possesso palla vs tempo di non possesso palla), occorrenti durante una partita ufficiale. Inoltre, questo elaborato ha avuto lo scopo di verificare eventuali differenze tra diversi ruoli tattici (i.e., difensori centrali, esterni difensivi, centrocampisti, attaccanti) e prestazione vincente e perdente.

## **Materiali e metodi**

### ***Soggetti partecipanti***

Il campione del presente studio ha previsto l'analisi di 139 prestazioni individuali di una squadra giovanile della categoria Under-16 di una società professionistica di LegaPro (Campionato Allievi Regionale LegaPro stagione 2015-2016) classificatasi al 1° posto al termine del campionato di competenza.

### ***Procedure sperimentali e organizzazione dei dati***

La raccolta dati, avvenuta mediante dispositivi GPS Qstarz, modello BT-Q1000Ex, Taiwan (Figura 2), considerati i ricevitori più accurati tra quelli monitorati nello studio di Niżnikowski et al, 2016 (28), è stata effettuata analizzando 9 partite (i.e., 7 vittorie e 2 sconfitte) di una squadra

partecipante al campionato sopra menzionato (in particolare, durante il girone di ritorno). Dall'analisi è stato escluso il tempo di riscaldamento pre-gara ed è stata analizzata la prestazione del calciatore esclusivamente nel primo tempo e nel secondo tempo. Durante le partite gli atleti hanno indossato una canottiera aderente con un taschino atto a collocare il dispositivo GPS in mezzo alle scapole al cui interno è stato inserito un dispositivo a 10Hz, la cui frequenza di campionamento è risultata adeguata per monitorare il movimento e l'accelerazione con sufficiente affidabilità e validità (2; 19). I dati raccolti con questi dispositivi sono stati scaricati e analizzati su pc mediante il software LagalaColli 10.03 (Spinitalia SRL, Rome, Italia).

Questo programma, mediante un semplice foglio elettronico, ha permesso sia di calcolare la potenza metabolica, le fasce di velocità, le soglie di accelerazione, i CdD e molti altri parametri, che di creare un vero e proprio sistema aperto, utile a consentire una costante interazione con i dati.

#### ***La nuova equazione della potenza metabolica***

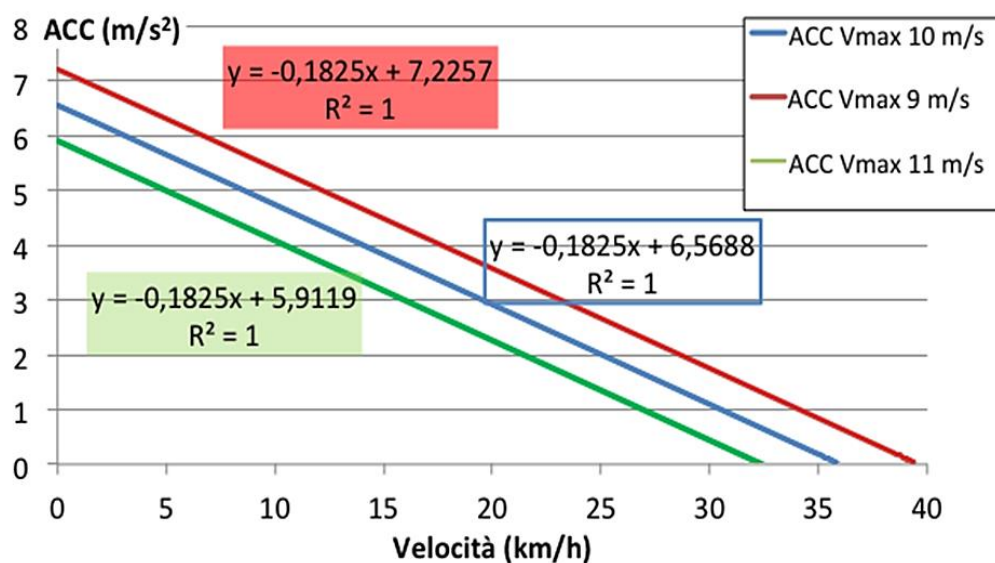
Il modello della potenza metabolica è stato utilizzato e pubblicato per la prima volta nell'articolo di Osgnach et al, nel 2010 (29). Da quel momento, oltre al calcolo delle accelerazioni, il calcolo del costo energetico e della potenza metabolica ha rivestito un ruolo chiave nella quantificazione della spesa energetica. Questo nuovo approccio ha permesso di poter conoscere il costo energetico delle azioni in accelerazioni partendo dal modello della corsa continua in salita a varie velocità e pendenze pubblicato da Minetti et al, 2002 (27). Da un punto di vista dei calcoli nel sistema utilizzato dal software LagalaColli è stata modificata l'equazione di Minetti, riadattandola al costo energetico della corsa dei calciatori sull'erba (4.6 j/m/kg). Pertanto, è stato verificato un coefficiente di correlazione di 0.9991 tra i valori di questa nuova formula e quelli edotti dalla formula di Minetti, riportando divergenze per il costo energetico (e per la potenza metabolica) con quest'ultima formula non superiori al 3% medio (11).

#### ***Analisi cinematica del movimento dei calciatori***

L'attività dei giocatori durante la gara è stata determinata usando il tempo (s) della prestazione e la distanza (m) percorsa nelle diverse categorie di velocità (i.e., *Walking*, <6 Km/h; *Jogging*, 6-11 Km/h; *Low Speed Running*, 11-16 Km/h; *Intermediate Speed Running*, 16-20 Km/h; *High Speed Running*, 20-24 Km/h; *Maximum Speed Running*, >24 Km/h) e potenza metabolica (i.e., *Very Low Metabolic Power*, 0-5 W·Kg<sup>-1</sup>; *Low Metabolic Power*, 5-10 W·Kg<sup>-1</sup>; *Intermediate Metabolic Power*, 10-20 W·Kg<sup>-1</sup>; *High Metabolic Power*, 20-35 W·Kg<sup>-1</sup>; *Elevate Metabolic Power*, 35-55 W·Kg<sup>-1</sup>; *Max Metabolic Power*, >55 W·Kg<sup>-1</sup>). Inoltre, la potenza metabolica è calcolata

anche come media di ciascun tempo di gioco e in funzione delle fasi di gioco: fase di possesso, fase di non possesso e fase con la palla inattiva.

L'accelerazione non è stata classificata in maniera tradizionale, bensì, per tale finalità, si è scelto di utilizzare il modello creato da Colli e colleghi (11) atto a quantificare l'entità sia delle accelerazioni che delle decelerazioni, rilevate tramite il GPS. Tale modello ha permesso di generare una classificazione in funzione di un indice di accelerazione massima dipendente dalla velocità. In base all'algoritmo utilizzato dal software, sono state selezionate come accelerazioni intense solamente quelle oltre il 50% della massima accelerazione possibile a qualsiasi velocità, mentre tutte le altre azioni sono state classificate come accelerazione moderate (11). A titolo esemplificativo, se l'atleta si sta spostando a velocità estremamente ridotte (0-8 km/h) accelererà in modo elevato anche per arrivare ad una velocità di 5-7 m/s<sup>2</sup>; diversamente, se l'atleta si sta spostando già ad una velocità di 18-22 km/h, la sua accelerazione sarà solo di 2-3 m/s<sup>2</sup>, sebbene massima (figura 1). Invece, un discorso diverso è stato sviluppato per le decelerazioni, considerate *moderate* o *intense* secondo una soglia di demarcazione posta a -2 m·s<sup>-2</sup>.



**Figura 1.** Modello rielaborato nel quale se aumenta la velocità massima raggiunta dal soggetto, la pendenza della retta tra velocità ed accelerazione non cambia (Colli et al., 2014).

Il tempo e la distanza nelle categorie di velocità e potenza metabolica, la distanza totale, la potenza metabolica media in tutte le fasi, il dispendio energetico totale, le accelerazioni, le decelerazioni, la % dei  $W > VAM \ t \geq 3''$ , la % della distanza equivalente, la %  $> 20 \text{ W}$ /tempo totale, la distribuzione del recupero passivo ( $0-5 \text{ W} \cdot \text{Kg}^{-1}$ ) nelle varie zone (20-40 s, 40-60 s e  $> 60 \text{ s}$ ) e i cambi di direzioni maggiori e minori di  $30^\circ$  sono stati divisi registrati separatamente per l'analisi del primo e secondo tempo. Inoltre, è stata utilizzata un'applicazione per dispositivi Android,

denominata *App Tattica* (Spinitalia SRL, Roma, Italia) per valutare il tempo nelle fasi di possesso e di non possesso di pausa con palla inattiva (i.e., periodo di sospensione del gioco dovuto a infortuni, falli, gol, rimesse laterali, interventi arbitrali o di altra natura in cui il pallone non è giocabile). I dati raccolti sono stati poi normalizzati rispetto alla durata di un tempo di gioco di 40 min, sebbene siano state escluse le prestazioni inferiori a 10 min. Inoltre, sono stati analizzati il tempo di possesso, non possesso e di palla inattiva per ogni singolo incontro (Tabella 1)

		Tempo (s)								
		1° Tempo			2° Tempo			Partita		
		Possesso	Non Possesso	Palla Inattiva	Possesso	Non Possesso	Palla Inattiva	Possesso	Non Possesso	Palla Inattiva
Vittoria	Match 1	727	434	1239	530	568	1302	1257	1002	2541
	Match 2	502	439	1460	1148	816	435	1650	1255	1895
	Match 3	628	463	1309	659	595	1146	1287	1058	2455
	Match 4	933	554	913	797	510	1093	1730	1064	2006
	Match 5	859	570	971	815	559	1026	1674	1129	1997
	Match 6	782	482	1136	525	535	1340	1307	1017	2476
Sconfitta	Match 8	833	482	1085	957	832	611	1790	1314	1696
	Match 9	633	510	1257	778	454	1168	1411	964	2425
MEDIA		737	492	1171	776	609	1015	1345	978	1943
DEV. ST.		136	49	178	211	125	318	544	385	768

**Tabella 1.** Andamento del tempo (s) nelle fasi di possesso, non possesso e palla inattiva durante le partite monitorate. Le fasi di possesso palla sono suddivise per 1° e per 2° e la somma è rappresentata nel gruppo "Partita". I dati "Totali" sono presentati come media e deviazione standard.

### Analisi statistica

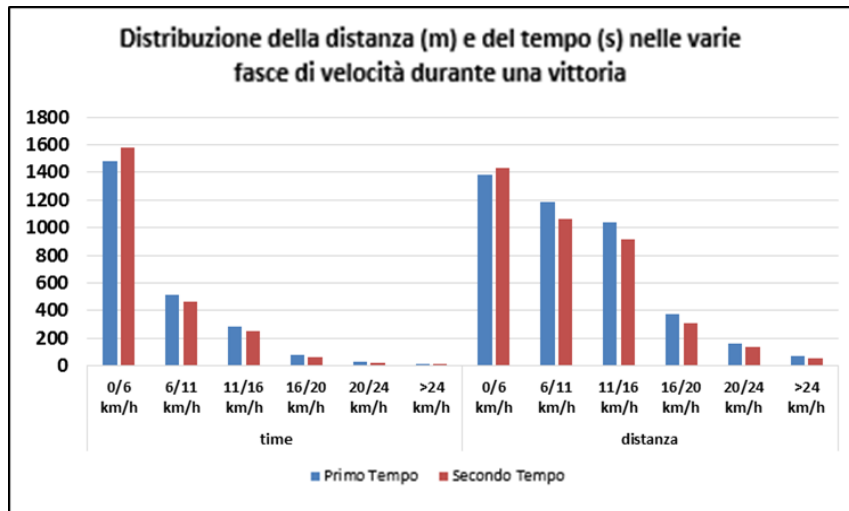
Per l'analisi statistica i dati sono stati suddivisi secondo l'appartenenza a due categorie: *Vincenti*, quando la squadra aveva vinto, e *Perdenti* quando la squadra era stata sconfitta. Da tale macro discriminazione, il campione è stato suddiviso ulteriormente secondo l'appartenenza a quattro ruoli tattici (i.e., difensori, esterni difensivi, centrocampisti e attaccanti). Al fine di evidenziare le differenze ( $p \leq 0.005$ ) tra i sottogruppi appena riportati, è stata considerata la statistica non parametrica confrontando le differenze tra i gruppi mediante il test Mann Whitney U. L'analisi statistica è stata applicata mediante pacchetto SPSS (versione 21.0; Armonk, NY: IBM Corp.).

### Risultati

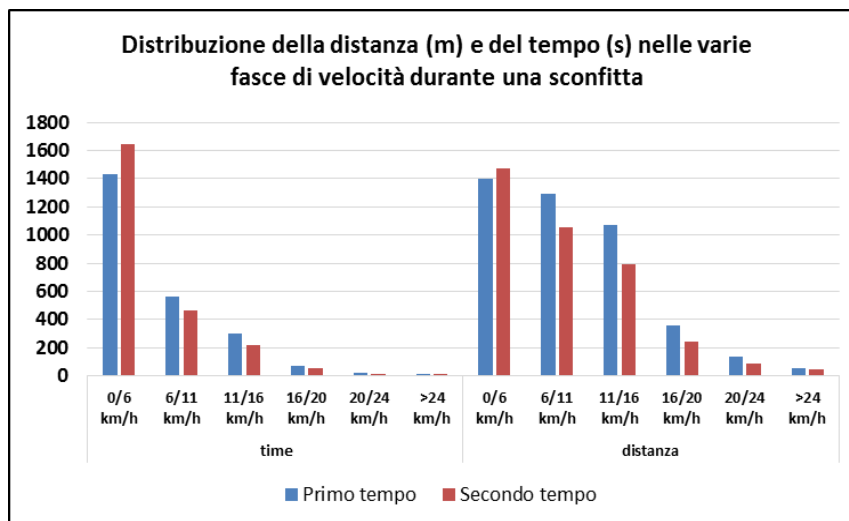
#### *Analisi generale per le classi di velocità e suddivisione per ruoli tattici*

La velocità classificata nelle sei classi (i.e., *Walking*; *Jogging*; *Low Speed Running*; *Intermediate Speed Running*; *High Speed Running*; *Maximum Speed Running*) è stata registrata in relazione alla durata trascorsa (rispettivamente di  $3068 \pm 284$ ,  $994 \pm 139$ ,  $529 \pm 151$ ,  $133 \pm 49$ ,  $45 \pm 22$  e  $16 \pm 13$  s) e alla distanza percorsa (rispettivamente di  $2834 \pm 255$ ,  $2283 \pm 335$ ,  $1917 \pm 552$ ,  $654 \pm 242$ ,  $270 \pm 132$  e  $113 \pm 97$  m).

Il tempo trascorso e la distanza percorsa nelle varie classi di velocità sono stati anche esaminati in relazione ai due tempi di gioco ed alla vittoria e sconfitta, come rappresentato di seguito nel grafico 1 e nel grafico 2.



**Grafico 1.** Distanza (m) e tempo (s) secondo le classi di velocità durante una partita vittoriosa nei due tempi di gioco.



**Grafico 2.** Distanza (m) e tempo (s) secondo le classi di velocità durante una partita persa nei due tempi di gioco.

Nella tabella 2 i parametri di tempo e distanza sono stati suddivisi per ruoli tattici e classificati anch'essi in funzione del risultato finale.

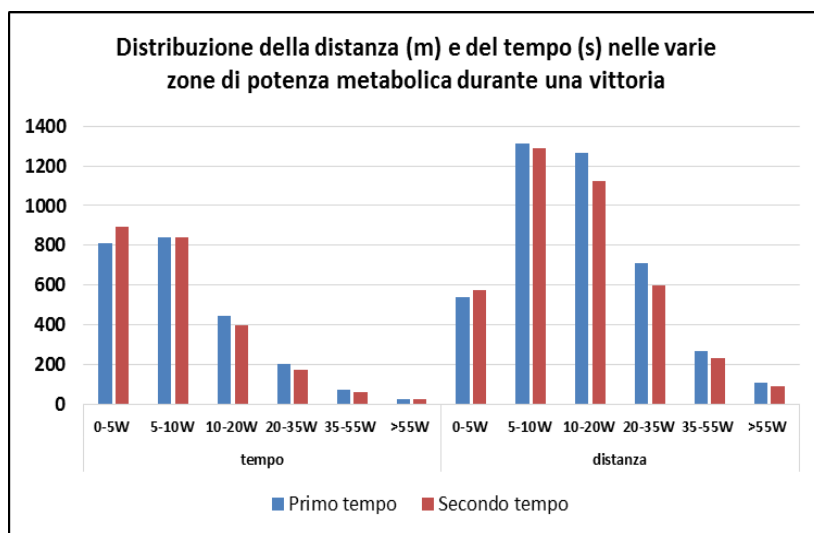
		Tempo (s)						Distanza (m)						
TD		0-6 km/h	6-11 km/h	11-16 km/h	16-20 km/h	20-24 km/h	>24 km/h	0-6 km/h	6-11 km/h	11-16 km/h	16-20 km/h	20-24 km/h	>24 km/h	
DC	V	7562 ± 697	3205 ± 194	956 ± 108	458 ± 84	113 ± 26	40 ± 10	11 ± 7	2859 ± 193	2169 ± 250	1660 ± 309	554 ± 126	238 ± 61	81 ± 51
	S	7936 ± 347	3087 ± 143	1058 ± 72	494 ± 81	109 ± 11	31 ± 11	12 ± 10	2974 ± 119	2363 ± 158	1792 ± 294	531 ± 55	187 ± 66	89 ± 70
ED	V	9075 ± 584	2798 ± 188	1021 ± 54	698 ± 134	203 ± 37	68 ± 14	26 ± 10	2580 ± 215	2364 ± 165	2541 ± 477	996 ± 177	408 ± 84	186 ± 74
	S	8688 ± 1283	2858 ± 389	1045 ± 136	614 ± 164	189 ± 75	60 ± 21	25 ± 12	2581 ± 162	2390 ± 325	2244 ± 611	931 ± 369	359 ± 120	184 ± 91
CC	V	8562 ± 642	2883 ± 224	1069 ± 116	639 ± 129	150 ± 49	40 ± 22	8 ± 7	2740 ± 235	2479 ± 281	2315 ± 472	734 ± 242	239 ± 131	55 ± 51
	S	8291 ± 464	2945 ± 176	1116 ± 83	586 ± 111	117 ± 25	27 ± 11	3 ± 3	2848 ± 257	2579 ± 214	2112 ± 405	572 ± 125	160 ± 64	20 ± 21
AT	V	7619 ± 505	3265 ± 200	880 ± 113	413 ± 77	120 ± 20	59 ± 17	28 ± 12	2954 ± 219	2014 ± 269	1498 ± 279	593 ± 99	356 ± 103	204 ± 91
	S	7418 ± 333	3303 ± 125	911 ± 111	411 ± 53	99 ± 28	38 ± 18	19 ± 12	2972 ± 206	2109 ± 262	1482 ± 195	488 ± 137	230 ± 111	135 ± 85

**Tabella 2.** Distanza (m) e tempo (s) in relazione alle classi di velocità, occorrenti durante una partita vittoriosa (V) e perdente (S), specificatamente per i difensori (DC), esterni difensivi (ED), centrocampisti (CC) e attaccanti (AT).

### Analisi generale per le classi di potenza e suddivisione per ruoli tattici

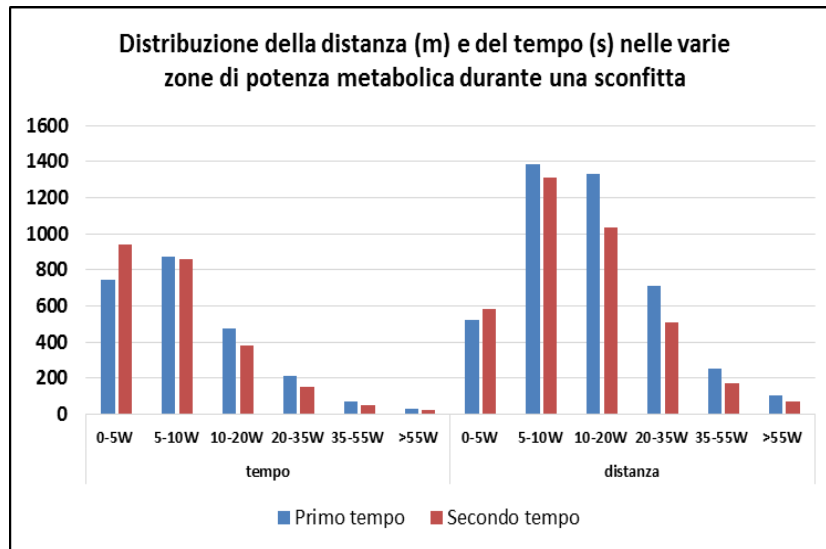
La potenza metabolica istantanea espressa dal giocatore è stata classificata in sei categorie (i.e., 0-5, 5-10, 10-20, 20-35, 35-55 e >55 W/kg) e per ciascuna di essa è stata considerata la durata trascorsa (rispettivamente di 1698 ± 278, 1698 ± 165, 842 ± 147, 372 ± 90, 125 ± 33 e 50 ± 18 s) e la distanza percorsa (rispettivamente di 1111 ± 147, 2633 ± 261, 2378 ± 488, 1278 ± 339, 472 ± 144 e 193 ± 77 m).

Per comprendere meglio la distribuzione della potenza metabolica nelle sei categorie, in relazione al risultato finale e alle due frazioni di gioco, i dati ricavati sono stati rappresentati nel grafico 3 e nel grafico 4.



**Grafico 3.** Distanza (m) e tempo (s) secondo le classi di potenza durante una partita vittoriosa nei due tempi di gioco.





**Grafico 4.** Distanza (m) e tempo (s) secondo le classi di potenza durante una partita persa nei due tempi di gioco.

In aggiunta a questa analisi media della squadra, i dati delle classi di potenza metabolica sono stati ulteriormente suddivisi per ruoli tattici e per esito partita (tabella 3).

	Tempo (s)						Distanza (m)						
	0-5 W/kg	5-10 W/kg	10-20 W/kg	20-35 W/kg	35-55 W/kg	>55 W/kg	0-5 W/kg	5-10 W/kg	10-20 W/kg	20-35 W/kg	35-55 W/kg	>55 W/kg	
DC	V	1875 ± 271	1667 ± 165	778 ± 98	319 ± 51	105 ± 21	39 ± 9	1201 ± 88	2559 ± 261	2163 ± 312	1094 ± 193	391 ± 88	151 ± 36
	S	1632 ± 146	1842 ± 92	852 ± 85	330 ± 37	99 ± 9	37 ± 5	1130 ± 105	2840 ± 169	2334 ± 261	1127 ± 135	360 ± 45	141 ± 27
ED	V	1521 ± 185	1601 ± 101	978 ± 126	479 ± 75	167 ± 8	68 ± 11	963 ± 160	2538 ± 160	2904 ± 470	1726 ± 287	662 ± 37	272 ± 50
	S	1621 ± 359	1584 ± 67	909 ± 178	455 ± 114	160 ± 48	63 ± 15	1025 ± 136	2520 ± 125	2643 ± 624	1617 ± 470	634 ± 214	245 ± 56
CC	V	1531 ± 216	1708 ± 156	940 ± 111	434 ± 71	134 ± 33	42 ± 15	1026 ± 107	2710 ± 236	2701 ± 365	1478 ± 293	488 ± 140	155 ± 60
	S	1516 ± 146	18034 ± 159	931 ± 99	394 ± 56	112 ± 18	37 ± 11	1018 ± 82	2859 ± 209	2595 ± 323	1292 ± 204	391 ± 69	133 ± 42
AT	V	1856 ± 213	1684 ± 165	715 ± 95	316 ± 43	130 ± 20	65 ± 12	1205 ± 115	2533 ± 253	1987 ± 295	1106 ± 155	513 ± 86	265 ± 53
	S	1895 ± 117	1692 ± 117	736 ± 73	299 ± 43	109 ± 27	52 ± 16	1219 ± 83	2554 ± 164	2018 ± 189	1003 ± 157	408 ± 112	206 ± 68

**Tabella 3.** Distanza (m) e tempo (s) in relazione alle classi di potenza, occorrenti durante una partita vittoriosa (V) e perdente (S), specificatamente per i difensori (DC), esterni difensivi (ED), centrocampisti (CC) e attaccanti (AT).

### **Analisi generale del carico neuromuscolare: accelerazioni, decelerazioni, cambi di direzione e suddivisione per ruoli tattici**

Il carico neuromuscolare del giovane calciatore ci mostra che le accelerazioni > 50% del picco individuale (% accelerazioni intense) sono del  $9 \pm 2$  %, mentre le decelerazioni sono del  $10 \pm 2$  %. Il numero totale delle occorrenze che riguardano i CdD risultano essere in totale 4543, di cui  $3389 \pm 142$  (25.4%) e  $1155 \pm 121$  (74.6%) effettuati rispettivamente con angoli  $<30^\circ$  e  $>30^\circ$ .

Nella tabella 4 sono espressi i valori % delle accelerazioni intense, i valori % delle decelerazioni intense e i cambi di direzione per ogni ruolo tattico (difensori, esterni difensivi, centrocampisti e attaccanti) in relazione al risultato finale.

		Tempo (s)		Numero (n)
		% Accelerazioni intense (50% max)	% Decelerazioni intense (> -2 m/s <sup>2</sup> )	CdD >30°
DC	V	8 ± 2	8 ± 2	1137 ± 137
	S	7 ± 1	8 ± 1	1178 ± 63
ED	V	10 ± 2	11 ± 1	1214 ± 121
	S	12 ± 0	11 ± 2	1127 ± 84
CC	V	9 ± 2	10 ± 2	1207 ± 100
	S	8 ± 1	10 ± 1	1151 ± 74
AT	V	9 ± 1	10 ± 1	1122 ± 126
	S	8 ± 2	9 ± 2	1065 ± 85

**Tabella 4.** Percentuale di accelerazione e decelerazione e numero di cambi (>30°) durante una partita vittoriosa (V) e perdente (S), specificatamente per i difensori (DC), esterni difensivi (ED), centrocampisti (CC) e attaccanti (AT).

#### ***Analisi generale di altri parametri e suddivisione per ruoli tattici***

La distanza equivalente, che rappresenta la distanza che l'atleta potrebbe percorrere se corresse a velocità costante sull'erba usando la spesa energetica totale della gara (41), è risultata essere il 25 ± 4% superiore rispetto alla distanza totale effettivamente percorsa. Le azioni intense superiori alla soglia dei 3 s sono state registrate per il 31 ± 5 % dei casi totali.

La percentuale di potenza metabolica maggiore della soglia di 20 watt (considerata come potenza elevata) è risultata pari al 24 ± 4%.

Il tempo di recupero passivo, suddiviso nelle sue categorie, è risultato essere compreso tra 20 e 40 s per 9 ± 6 volte, tra 40 e 60 s per 6 ± 5 volte e superiore ai 60 s per 9 ± 6 volte.

Nella tabella 5 si può notare come la distribuzione di questi parametri sia molto differente in relazione al ruolo tattico ed esito partita.

#### ***Analisi della potenza metabolica nelle diverse fasi di gioco***

La potenza metabolica media (Pmed) durante l'intero arco di gare monitorate è stata di 9.7 ± 1.1 W/kg, mentre quella sviluppata in fase di possesso di 10.6 ± 1.6 W/kg e in fase di non possesso di 11.4 ± 1.7 W/kg; infine, la potenza media occorrente nelle pause di palla inattiva è risultata essere 8.5 ± 1.5 W/kg. Ad ogni modo, nell'analisi per ruolo (tabella 6), si può notare che i centrocampisti e gli esterni difensivi mostrino delle potenze maggiori rispetto a quelle dei difensori centrali e degli attaccanti.

		Numero (n)					
		w>VAM t>=3"	% Dist. Equiv.	% >20 W	T. rec. 20<t<40"	T. rec. 41<t<60"	T. rec. >60"
DC	V	30 ± 4	22 ± 2	21 ± 2	9 ± 6	7 ± 4	12 ± 6
	S	29 ± 2	21 ± 1	20 ± 1	8 ± 2	4 ± 3	9 ± 3
ED	V	35 ± 5	27 ± 2	29 ± 1	10 ± 6	4 ± 3	6 ± 4
	S	35 ± 3	26 ± 3	28 ± 4	7 ± 5	4 ± 3	9 ± 4
CC	V	29 ± 5	24 ± 3	25 ± 4	7 ± 4	7 ± 4	7 ± 4
	S	27 ± 6	23 ± 2	22 ± 2	8 ± 3	4 ± 3	8 ± 3
AT	V	33 ± 4	28 ± 5	25 ± 2	12 ± 7	7 ± 5	11 ± 4
	S	28 ± 5	25 ± 4	21 ± 3	10 ± 3	8 ± 5	12 ± 4

**Tabella 5.** Percentuale di potenza metabolica (W) maggiori della VAM (>20 W/Kg), distanza equivalente (i.e., scostamento distanza equivalente ed effettiva in termini percentuali), percentuale di potenza > 20 W/kg (i.e., rapporto tra tempo prestazione >20 w e tempo totale in termini percentuali) e distribuzione occorrenza delle pause di recupero passivo durante l'intera partita secondo classi di durata (i.e., 20 s < t < 40 s, 40 s < t < 60 s, > 60 s) secondo esito partita (vittoria, V; sconfitta, S) e specificatamente per il ruolo del difensore (DC), esterno difensivo (ED), centrocampista (CC) e attaccante (AT).

		Pmet	EE	Pmet in possesso	Pmet in non possesso	Pmet con palla inattiva
DC	V	8.9 ± 0.3	43 ± 4	10.5 ± 1.9	9.5 ± 1.8	8.5 ± 1.1
	S	9.2 ± 0.4	44 ± 2	10.6 ± 1.1	11.7 ± 0.3	7.5 ± 0.4
ED	V	11.0 ± 0.5	53 ± 3	11.8 ± 0.8	12.7 ± 1.3	8.2 ± 2.0
	S	10.5 ± 1.7	51 ± 8	11.0 ± 1.5	11.9 ± 0.6	7.4 ± 0.9
CC	V	10.2 ± 0.8	49 ± 4	10.5 ± 1.2	11.5 ± 1.4	9.2 ± 1.6
	S	9.8 ± 0.6	47 ± 3	11.1 ± 1.1	11.8 ± 0.2	8.0 ± 0.6
AT	V	9.3 ± 0.7	45 ± 3	10.4 ± 1.7	11.1 ± 2.0	8.9 ± 1.2
	S	8.9 ± 0.6	43 ± 3	11.5 ± 1.1	11.1 ± 1.0	7.6 ± 0.7

**Tabella 6.** Potenza metabolica media (W/kg), dispendio energetico (EE) (Kj/kg) e potenza metabolica nelle diverse fasi di gioco (i.e., in possesso, in non possesso, con palla inattiva) durante partita vincente (V) e sconfitta (S), in relazione al ruolo del difensore (DC), esterno difensivo (ED), centrocampista (CC) e attaccante (AT).

### Confronto tra vincenti e perdenti

I dati registrati per tutte le 139 prestazioni di giovani calciatori sono stati suddivisi in due gruppi: vincenti e perdenti. Il gruppo dei vincenti è consistente in 89 rilevazioni, mentre quello dei perdenti in 50 rilevazioni. Nell'analisi, dei singoli tempi di gioco, non sono state considerate gare con esito finale in pareggio perché le 9 partite oggetto dell'analisi sono state vinte o perse dalle squadre analizzate.

Differenze sono emerse per 16 parametri dei 43 considerati per tale analisi. Per la durata (s) secondo il parametro velocità, sia la classe 16-20 (vincenti:  $71 \pm 26$  s, perdenti:  $63 \pm 28$  s;  $p=0.023$ ) che 20-24 (vincenti:  $25 \pm 11$  s, perdenti:  $19 \pm 12$  s;  $p<0,001$ ) Km/h evidenziavano valori più elevati per la prestazione vincente. Analogamente, per la distanza percorsa (m), i giocatori vincenti hanno riportato valori più elevati per le classi di velocità 16-20 (vincenti:  $350 \pm 128$  m, perdenti:  $311 \pm 129$  m;  $p=0.020$ ) e 20-24 (vincenti:  $152 \pm 65$  m, perdenti:  $116 \pm 69$  m;  $p=0.001$ ) Km/h.

Per la durata (s) della potenza metabolica blanda (vincenti:  $839 \pm 81$  s, perdenti:  $869 \pm 80$  s;  $p=0.031$ ) e prossima al max (vincenti:  $66 \pm 17$  s, perdenti:  $60 \pm 20$  s;  $p=0.026$ ), valori più elevati rispettivamente per la prestazione di esito negativo e vittoriosa sono stati riportati. Similmente, lo stesso scenario è emerso per la distanza percorsa (m) mediante potenza metabolica blanda (vincenti:  $1302 \pm 128$  m, perdenti:  $1354 \pm 129$  m;  $p=0.040$ ), maggiore per la prestazione negativa, e per la potenza metabolica prossima al max (vincenti:  $253 \pm 71$  m, perdenti:  $222 \pm 83$  m;  $p=0.007$ ) e massimale (vincenti:  $104 \pm 40$  m, perdenti:  $90 \pm 39$  m;  $p=0.024$ ), maggiore nelle prestazioni di successo.

In considerazione del parametro  $W>VAM$  per un tempo (t) maggiore o uguale a 3 s (vincenti:  $31 \pm 5$  %, perdenti:  $29 \pm 5$  %;  $p=0.021$ ), dell'occorrenza (% sul tempo totale) della prestazione caratterizzata da una potenza  $>20W$  (vincenti:  $25 \pm 4$  %, perdenti:  $23 \pm 5$  %;  $p=0.004$ ) e del tempo di recupero passivo  $>60$  s (vincenti:  $5 \pm 3$  pause, perdenti:  $4 \pm 3$  pause;  $p=0.048$ ), le prestazioni vincenti hanno riportato valori più elevati di quelle perdenti. I cambi di direzione  $<30^\circ$  (vincenti:  $1689 \pm 67$  occorrenze, perdenti:  $1705 \pm 72$  occorrenze;  $p=0.026$ ) e quelli con un angolazione  $>30^\circ$  (vincenti:  $592 \pm 67$  occorrenze, perdenti:  $567 \pm 62$  occorrenze;  $p=0.016$ ) hanno mostrato valori maggiori rispettivamente per la prestazione negativa e quella vittoriosa. Infine, la potenza metabolica nelle fasi di possesso (vincenti:  $10.5 \pm 1.7$  W/Kg x, perdenti:  $11.4 \pm 1.9$  W/kg;  $p=0.019$ ) è risultata maggiore nella prestazione con esito negativo, mentre quella relativa alle fasi di palla inattiva (vincenti:  $8.8 \pm 1.5$  W/kg, perdenti:  $7.7 \pm 0.8$  W/kg;  $p<0.001$ ) è stata caratterizzata dalla tendenza opposta.

### ***Confronto tra vincenti e perdenti per il ruolo del difensore***

Analizzando il gruppo dei difensori (29 casi, di cui 20 vincenti e 9 perdenti), si sono riscontrate differenze per tre parametri caratterizzati da valori più elevati per la prestazione perdente: durata (s) della potenza metabolica blanda (vincenti:  $838 \pm 48$  s, perdenti:  $921 \pm 82$  s;  $p=0.015$ ), distanza (m) secondo potenza metabolica blanda (vincenti:  $1290 \pm 99$  m, perdenti:  $1424 \pm 139$  m;  $p=0.020$ ), e i cambi di direzione  $<30^\circ$  gradi (vincenti:  $1668 \pm 21$  occorrenze, perdenti:  $1733 \pm 73$  occorrenze;  $p=0.007$ ).

### ***Confronto tra vincenti e perdenti per il ruolo degli esterni difensivi***

Il campione analizzato per gli esterni difensivi è stato composto da 20 rilevazioni, 11 vincenti e 9 perdenti. Per tale confronto, è emersa solo un approccio alla significatività (vincenti:  $35 \pm 7$  s, perdenti:  $30 \pm 7$  s;  $p=0.056$ ) in merito al valore della durata (s) della potenza metabolica massimale, maggiore nella prestazione vincente

### ***Confronto tra vincenti e perdenti per il ruolo dei centrocampisti***

Il campione analizzato per i centrocampisti è stato composto da 46 rilevazioni, 30 vincenti e 16 perdenti. La prestazione vincente ha riportato valori maggiori per i seguenti parametri: durata (s) secondo le classi di velocità 16-20 (vincenti:  $79 \pm 31$  s, perdenti:  $60 \pm 17$  s;  $p=0.030$ ) e >24 (vincenti:  $4 \pm 4$  s, perdenti:  $1 \pm 2$  s;  $p=0.009$ ) km/h, distanza (m) secondo le classi di velocità 16-20 (vincenti:  $388 \pm 155$  m, perdenti:  $293 \pm 85$  m;  $p=0.027$ ) e >24 (vincenti:  $29 \pm 25$  m, perdenti:  $10 \pm 11$  m;  $p=0.008$ ) Km/h. durata (s) secondo potenza metabolica prossima al massimale (vincenti:  $69 \pm 19$  s, perdenti:  $57 \pm 14$  s;  $p=0.047$ ), con una distanza (m) (vincenti:  $254 \pm 78$  m, perdenti:  $201 \pm 54$  m;  $p=0.043$ ) secondo potenza metabolica prossima al massimale, % di tempo della prestazione effettuata a una potenza >20 w (vincenti:  $25 \pm 4$  %, perdenti:  $22 \pm 3$  %;  $p=0.013$ ), tempo di recupero passivo tra 41 e 60 s (vincenti:  $3 \pm 2$  pause, perdenti:  $2 \pm 1$  pause;  $p=0.035$ ) e potenza metabolica nelle fasi di palla inattiva (vincenti:  $9.2 \pm 1.6$  W/kg, perdenti:  $8.0 \pm 1.6$  W/kg;  $p=0.011$ ). Al contrario, la durata (s) della potenza metabolica blanda (vincenti:  $851 \pm 79$  s, perdenti:  $903 \pm 80$  s;  $p=0.033$ ) ha riportato un valore significativamente minore per la prestazione negativa.

### ***Confronto tra vincenti e perdenti per il ruolo dell'attaccante***

Questa analisi ha previsto la considerazione di 51 prestazioni, di cui 25 vincenti e 16 di sconfitta. Per la prestazione di successo, valori più elevati sono emersi per la durata (s) secondo le classi di velocità 16-20 (vincenti:  $60 \pm 10$  s, perdenti:  $51 \pm 17$  s;  $p=0.012$ ), 20-24 (vincenti:  $30 \pm 28$  s, perdenti:  $20 \pm 12$  s;  $p=0.003$ ) e >24 (vincenti:  $14 \pm 6$  s, perdenti:  $10 \pm 6$  s;  $p=0.029$ ) km/h. Analogamente, la stessa discriminazione tra prestazione vincente e di sconfitta è emersa per la distanza (m) percorsa dai calciatori secondo le classi di velocità 16-20 (vincenti:  $297 \pm 50$  m, perdenti:  $249 \pm 58$  m;  $p=0.012$ ), 20-24 (vincenti:  $178 \pm 51$  m, perdenti:  $120 \pm 72$  m;  $p=0.003$ ) e >24 (vincenti:  $103 \pm 47$  m, perdenti:  $69 \pm 45$  m;  $p=0.044$ ) Km/h.

La prestazione vincente dei calciatori nel ruolo di attaccante è stata evidenziata anche dai valori più elevati emersi per la durata (s) della potenza metabolica massimale (vincenti:  $33 \pm 6$  s, perdenti:  $27 \pm 10$  s;  $p=0.039$ ), la distanza (m) percorsa secondo potenza metabolica prossima

alla massimale (vincenti:  $257 \pm 44$  m, perdenti:  $210 \pm 80$  m;  $p=0.024$ ) e massimale (vincenti:  $133 \pm 27$  m, perdenti:  $106 \pm 44$  m;  $p=0.021$ ), la porzione di tempo della prestazione espressa a una potenza  $>20$  w (vincenti:  $25 \pm 2$  %, perdenti:  $22 \pm 4$  %;  $p=0.013$ ) e, infine, la potenza metabolica nelle fasi di palla inattiva (vincenti:  $8.9 \pm 1.30$  W/kg, perdenti:  $7.6 \pm 0.7$  W/kg;  $p=0.001$ ).

## Discussione

L'attività durante il match di calcio è già stata precedentemente descritta. Pochi studi però hanno provato ad analizzare la prestazione di una squadra giovanile under 16 durante il campionato, includendo e ricercando le correlazioni tra la vittoria e la sconfitta e le prestazioni metaboliche e meccaniche della gara.

Il presente studio, attraverso lo studio dei parametri cinematici, ha cercato di verificare se esistessero delle sostanziali differenze in relazione al risultato della gara (vittoria o sconfitta), al tempo di gioco (fase di possesso e fase di non possesso) e al tempo di pausa.

Dall'analisi dei risultati, la distanza percorsa totale dei calciatori italiani under 16 risulta più elevata di quella riportata per i calciatori Under 12 e di pari età (20). Al contrario, la distanza percorsa totale è minore di quella della prestazione di calciatori del campionato europeo (i.e., *UEFA Champions League*) (9), francese (i.e., *Ligue 1*) (12), spagnolo (i.e., *Liga*) (13), inglese (i.e., *Premier League*) (14, 15) e australiano (i.e., *A-League*) (35). Parallelamente, per quanto riguarda la distanza ad alta intensità, i giocatori monitorati per questo studio hanno riportato valori più elevati rispetto a quelli mostrati in studi precedenti riguardanti la prestazione del calciatore in ambito giovanile (8; 25; 33).

L'analisi della potenza metabolica ha mostrato un andamento differente in funzione dei ruoli. In particolare, si è visto come i giocatori più impegnati siano stati gli esterni difensivi, seguiti dai centrocampisti centrali. Inoltre, gli esterni difensivi hanno mostrato una potenza metabolica media maggiore rispetto a tutti gli altri ruoli nelle fasi di gioco e nella media di gara, rispettivamente nella condizione di vittoria e sconfitta, definendo modelli di prestazioni specifici. In considerazione del confronto tra vincenti e perdenti in ciascun ruolo, l'analisi ha mostrato come divergenze emergano per: i difensori relativamente alla potenza metabolica blanda (*Low Metabolic Power*), riportata in maggiore entità tra i perdenti; gli esterni difensivi, per la durata della potenza metabolica massimale, maggiore tra i vincenti; i centrocampisti per la durata e distanza della potenza metabolica prossima al massimale, e per la potenza metabolica nelle fasi di palla inattiva, con valori maggiori tra i vincenti, mentre, la tendenza contraria è stata riportata per la durata della potenza metabolica blanda; infine, gli attaccanti vincenti hanno riportato valori più elevati per la durata della potenza metabolica massimale, distanza percorsa secondo

potenza metabolica prossima alla massimale e massimale, e potenza metabolica nelle fasi di palla inattiva. Pertanto, da quanto appena riportato, la prestazione di successo è maggiormente riconoscibile per valori elevati espressi nelle classi di potenza metabolica più elevate, suggerendo come l'allenamento debba costantemente considerare l'espressione di una prestazione d'intensità elevata.

I risultati del presente studio non hanno avvalorato che la squadra si risparmi nel momento in cui non sia in possesso di palla, confermando quanto sostenuto da Colli in un precedente studio (11). La ricerca ci indica che la potenza metabolica in fase di non possesso è stata maggiore rispetto alla fase di possesso palla per effetto di un impegno contemporaneo di un maggior numero di giocatori, cosa che evidentemente accade meno in fase di possesso palla. Inoltre, sebbene uno dei limiti sperimentali più evidenti in questo elaborato sia dovuto al numero di partite vincenti e perdenti, è possibile evidenziare come la potenza metabolica media, nelle differenti fasi di gioco, sia più elevata nella prestazione perdente rispetto a quella vincente, risultando, pertanto, non decisiva per la vittoria o la sconfitta.

L'accelerazione, un'importante componente della performance fisica nel calcio, non è stata monitorata in modo omogeneo nelle analisi del movimento precedentemente pubblicate. Il riferimento ai parametri della distanza e della velocità di spostamento possono essere fuorvianti per la quantificazione delle effettive richieste fisiche della prestazione di un calciatore; un incremento del carico metabolico avviene non solamente nei movimenti ad alta velocità ma anche a quelli a bassa velocità quando l'accelerazione è elevata. L'identificazione dei pattern di accelerazione, quindi, rappresenta un punto importante per conoscere il carico meccanico e muscolare durante le gare, per creare un modello di analisi della prestazione sempre più completo. In questo studio, la percentuale (%) di accelerazioni elevate o *accelerazioni intense (>50% del massimo esprimibile)* sono state più elevate per gli ED, sia nella vittoria che nella sconfitta, rispetto agli altri ruoli (Figura 3). Inoltre, questa analisi ha consentito di osservare come le accelerazioni e le decelerazioni intense siano più basse nella sconfitta rispetto alla vittoria. Questo è un interessante risultato, che ha permesso di valutare un metodo per la quantificazione del carico specifico di gara.

La distribuzione delle pause, approccio poco utilizzato nelle ricerche scientifiche condotte sino ad oggi, ha permesso di definire in maniera chiara quali e quante siano state le pause caratterizzanti la prestazione del calciatore (volontarie e/o dovute alle pause) durante la gara. Tale metodica d'indagine che ha definito come pausa l'attività del calciatore espressa dal *range* 0-5 W/Kg ha potuto evidenziare come gli AT, nella vittoria come nella sconfitta, eseguano molte più pause degli altri ruoli, con particolare riferimento alla media di 12 periodi di pausa superiori a 60 s di durata. I giocatori che eseguono mediamente meno pause in condizione di vittoria come

di sconfitta sono i CC e gli ED, che raggiungono una potenza media superiore rispetto agli altri ruoli. Da tali indicazioni, è possibile evidenziare punti interessanti per un'efficace ripercussione nella pianificazione dell'allenamento che vedrà come obiettivo le espressioni d'intensità massima con periodi di recupero anche lunghi per gli attaccanti ed esercitazioni di media intensità con periodi di recupero spesso ridotti per i CC e gli ED.

La *time motion analysis* eseguita in questo studio ha permesso di descrivere nel dettaglio il modello di prestazione della squadra analizzata. Le scelte metodologiche di questo lavoro consentono al preparatore fisico di conoscere sempre di più le caratteristiche collettive e individuali della propria squadra. Infatti, questi risultati possono essere tradotti in riferimenti utili all'ottimizzazione delle caratteristiche prestative del singolo giocatore al "servizio" di un'intera squadra in coerenza con un determinato sistema di gioco, suggerendo, altresì, indicazioni utili alla pianificazione dell'allenamento.

In generale, la diversa attività fisica nelle fasi di gioco, il maggiore impegno di funzione del differente ruolo e il diverso impegno neuromuscolare sono fondamentali per costruire al meglio l'allenamento settimanale e per controllare lo stato fisico dei calciatori monitorati. Ciò nonostante è doveroso rimarcare i seguenti limiti sperimentali del presente studio: il numero complessivo delle partite esaminate non è così elevato (nove); il numero dei casi di partita perdente (due) è notevolmente inferiore a quelli della prestazione vincente (sette); secondo letteratura (10), i GPS sono in grado di rilevare solo alcuni parametri prestativi con elevata accuratezza (distanza totale, parametri riguardanti le misurazioni di velocità di spostamento non elevate). Pertanto, alla luce di queste limitazioni, ulteriori studi sul monitoraggio della prestazione mediante GPS risultano ancora indispensabili per comprendere sempre meglio il differente carico esterno dei giocatori di calcio, e come esso sia influenzato dal diverso modulo o stile di gioco.

<b>Declaration of interest</b>	The authors declare that they have no financial, consulting, and personal relationships with other people or organizations that could influence the author's work.
--------------------------------	--



Info Scientific article	
	<p>Licciardi A., Lupo C.          Analisi della prestazione di una squadra giovanile professionista di calcio mediante l'utilizzo di GPS.          Ita. J. Sports Reh. Po.; 2019 ; 6; 1 ; 1091 -1111.          ISSN 2385-1988 [online]          IBSN 007-111-19 – 55.          CGI J OAJI : 0,101.</p>
Corresponding Author	
	<p>Dr. Andrea Licciardi          Torino Football Club – Via dell'Arcivescovado 1, 10121 ; Torino - Italia          SUISM Centro Servizi, Università degli Studi di Torino ; Torino - Italia          Email: <a href="mailto:licciardi.andrea16@gmail.com">licciardi.andrea16@gmail.com</a></p>
Info Journal	
	<p><b>Publication Start Year</b> : 2014  <b>Country of Publication</b>: Italy  <b>Title Abbreviation</b>: Ita. J. Sports Reh. Po.  <b>Language</b> : Italian/ English  <b>Publication Type(s)</b> : No Periodical  <b>Open Access Journal</b> : Free  <b>ISSN</b> : 2385-1988 [Online]  <b>IBSN</b> : 007-111-19-55  <b>ISI Impact Factor</b>: CGIJ OAJI :0,101  <b>Index/website</b> : Open Academic Journals Index - <a href="http://www.oaji.net/">www.oaji.net/</a> - Google Scholar - <a href="https://www.facebook.com/Ita.J.Sports.Reh.Po">www.facebook.com/Ita.J.Sports.Reh.Po</a>  <b>Info</b>: <a href="mailto:journalsportsrehabilitation@gmail.com">journalsportsrehabilitation@gmail.com</a></p>

## Bibliografia

1. Akenhead, R., Hayes, P. R., Thompson, K. G., & French, D. (2013). Diminutions of acceleration and deceleration output during professional football match play. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(6), 556-561.
2. Akenhead, R., French, D., Thompson, K. G., & Hayes, P. R. (2014). The acceleration dependent validity and reliability of 10 Hz GPS. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(5), 562-566.
3. Bangsbo, J., Nørregaard, L., & Thorsoe, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian journal of sport sciences, Journal canadien des sciences du sport*, 16(2), 110-116.
4. Bangsbo, J. (1993). *The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise*. *Acta Physiologica Scandinavica. Supplementum*, 619, 1-155.
5. Barbero Alavarez, J. C., Granda Vera, J., D Ottavio, S., & Castagna, C. (2006) *Analisi del carico fisico di gioco nel calcio mediante la tecnologia satellitare (GPS): studio pilota sul calcio giovanile*. *Coaching e Sport Science Journal*. 2:1 4
6. Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of sports sciences*, 27(2), 159-168.
7. Bradley, P. S., Carling, C., Archer, D., Roberts, J., Dodds, A., Di Mascio, M., & Krstrup, P. (2011). The effect of playing formation on high-intensity running and technical profiles in English FA Premier League soccer matches. *Journal of sports sciences*, 29(8), 821-830
8. Bradley, P. S., Lago-Peñas, C., Rey, E., & Gomez Diaz, A. (2013). The effect of high and low percentage ball possession on physical and technical profiles in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 31(12), 1261-1270.
9. Bradley, P. S., Dellal, A., Mohr, M., Castellano, J., & Wilkie, A. (2014). Gender differences in match performance characteristics of soccer players competing in the UEFA Champions League. *Human movement science*, 33, 159-171.
10. Buchheit, M., Haddad, H.A., Simpson, B.M., Palazzi, D., Bourdon, P.C., Di Salvo, V., Mendez-Villanueva, A. (2014). *Monitoring Accelerations With GPS in Football: Time to Slow Down?* *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9, 442-445.
11. Colli, R. (2014). *Biotechnologie per la determinazione della potenza metabolica e suoi derivati nell'ambito della prestazione calcistica e del suo allenamento*. *Tesi di Dottorato*.
12. Dellal, A., Wong, D. P., Moalla, W., & Chamari, K. (2010). Physical and technical activity of soccer players in the French First League--with special reference to their playing position: original research article. *International SportMed Journal*, 11(2), 278-290.
13. Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Montero, F. C., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International journal of sports medicine*, 28(03), 222-227.
14. Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., & Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *International journal of sports medicine*, 30(03), 205-212

15. Di Salvo, V., Pigozzi, F., González-Haro, C., Laughlin, M. S., & De Witt, J. K. (2013). Match performance comparison in top English soccer leagues. *International journal of sports medicine*, 34(06), 526-532.
16. Di Prampero, P. E., Fusi, S., Sepulcri, L., Morin, J. B., Belli, A., & Antonutto, G. (2005). Sprint running: a new energetic approach. *Journal of experimental Biology*, 208(14), 2809-2816.
17. D'Ottavio, S., & Castagna, C. (2001). Physiological load imposed on elite soccer referees during actual match play. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(1), 27.
18. D'Ottavio, S., Ponzetti, F., Briotti, G., & Tozzo, N. (2011). Dall'analisi delle gare all'elaborazione di un percorso di allenamento per giocatori U15. *Scienza & Sport*, 10:32-36,201
19. Duffield, R., Reid, M., Baker, J., & Spratford, W. (2010). Accuracy and reliability of GPS devices for measurement of movement patterns in confined spaces for court-based sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 523-525.
20. Harley, J. A., Barnes, C. A., Portas, M., Lovell, R., Barrett, S., Paul, D., & Weston, M. (2010). Motion analysis of match-play in elite U12 to U16 age-group soccer players. *Journal of sports sciences*, 28(13), 1391-1397.
21. Hughes, M. D., & Bartlett, R. M. (2002). The use of performance indicators in performance analysis. *Journal of sports sciences*, 20(10), 739-754.
22. Krustup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H. E. L. G. A., & Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Medicine and science in sports and exercise*, 37(7), 1242.
23. Lago, C., Casais, L., Dominguez, E., & Sampaio, J. (2010). The effects of situational variables on distance covered at various speeds in elite soccer. *European Journal of Sport Science*, 10(2), 103-109.
24. Marra, E. (2010). Match Analysis cinematica nel calcio giovanile: affinità e differenze nelle categorie Giovanissimi, Allievi, Juniores relative al sistema di gioco 3-5-2. Tesi di laurea.
25. Mohr, M., Krustup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of sports sciences*, 21(7), 519-528.
26. Mohr, M., Nybo, L., Grantham, J., & Racinais, S. (2012). Physiological responses and physical performance during football in the heat. *PloS one*, 7(6), e39202.
27. Minetti, A. E., Moia, C., Roi, G. S., Susta, D., & Ferretti, G. (2002). Energy cost of walking and running at extreme uphill and downhill slopes. *Journal of applied physiology*, 93(3), 1039-1046.
28. Niżnikowski, T., Sadowski, J., & Starosta, W. (2016). *Coordination Abilities in Physical Education, Sports and Rehabilitation. Monography.*
29. Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., & Di Prampero, P. E. (2010). Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach. *Medicine Science Sports Exercise*, 42(1), 170-178.
30. Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S. M., Bravo, D. F., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007). Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *International journal of sports medicine*, 28(3), 228-235.

31. Rampinini, E., Coutts, A. J., Castagna, C., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007). Variation in top level soccer match performance. *International journal of sports medicine*, 28(12), 1018-1024.
32. Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Coutts, A. J., & Wisløff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 227-233.
33. Reilly, T. (1997). Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *Journal of sports sciences*, 15(3), 257-263
34. Schutz, Y. V. E. S., & Herren, R. (2000). Assessment of speed of human locomotion using a differential satellite global positioning system. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(3), 642-646.
35. Wehbe, G. M., Hartwig, T. B., & Duncan, C. S. (2014). Movement analysis of Australian national league soccer players using global positioning system technology. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(3), 834-842.

1111

