

Studi e statistiche

Pubblichiamo uno short-report dei primi risultati di alcuni rilievi biomeccanici che l'Istituto di Medicina dello Sport sta effettuando, in collaborazione con il Centro Studi & Ricerche FIDAL. L'argomento sarà oggetto di contributi più completi su questa stessa Rivista.

Relazione sui test cinematici effettuati con telecamere ad alta velocità di ripresa e sistema di videoanalisi Dartfish per lo studio del salto in alto e del salto in lungo (PalaIndoor di Ancona, 9 gennaio e 18-19 febbraio 2006)

Dario Dalla Vedova, Claudio Gallozzi, Maurizio Besi

Istituto di Medicina e Scienza dello Sport, CONI – ROMA (Direttore scientifico prof. Fabrizio EUSEBI, Direttore dell'Unità prof. Marcello FAINA)

Introduzione

Nei giorni 9 gennaio e 18-19 febbraio 2006, presso il PalaIndoor Ancona, sono stati effettuati test di cinematica per lo studio del Salto in Alto e Salto in Lungo su atleti della Squadra Nazionale Italiana di Atletica Leggera in concomitanza rispettivamente di un Raduno e dei Campionati Italiani Indoor con l'utilizzo di telecamere ad alta velocità di ripresa ed il software DartTrainer.

Pregi principali della metodologia proposta sono il fatto che si basa sull'elaborazione di opportuni filmati e quindi non richiede alcun intervento particolare sugli atleti; si possono analizzare anche gli avversari; può facilmente essere usato sui campi da gara sia indoor che all'aperto e si possono fare acquisizioni anche durante le competizioni. L'adozione di piccoli accorgimenti durante le riprese e sugli impianti consentirebbe l'aumento dell'automazione delle analisi con miglioramenti nella velocità di esecuzione e precisione dei risultati. Il protocollo di studio si è infine rivelato utile perché consente di confrontare in dettaglio le diverse prestazioni filmate e di costruire un archivio a disposizione di Tecnici ed Atleti e della Federazione stessa.

Materiale e metodo

Per le prove sono state usate due telecamere ad alta velocità di ripresa ed il software di video analisi DartTrainer in dotazione all'Istituto di Medicina e Scienza dello Sport del CONI di Roma.

Le telecamere SONY, modello HDR-FX1E, hanno la caratteristica principale di poter effettuare filmati a 50 fotogrammi al secondo con tempo di otturazione del singolo fotogramma fino ad 1/10.000 di secondo in funzione della luminosità del campo di ripresa e dello zoom usato.

Il sistema DartTrainer ver. 2.5 è costituito da un computer portatile con elevata capacità di elaborazione ed il software DartFish di gestione, visualizzazione ed analisi di filmati ed immagini. Tale software consente di gestire contemporaneamente fino a quattro diversi filmati digitalizzati assolvendo molte delle funzioni di una piccola regia televisiva con strumenti come: il fermo immagine e l'avanzamento fotogramma per fotogramma; la possibilità di ingrandire ed evidenziare singoli particolari sullo schermo clonandoli in appositi riquadri in cui poi scorre l'azione durante la normale riproduzione del filmato; l'assegnazione di marker sull'immagine per poterne valutare la cinematica attraverso spostamenti, traiettorie e velocità; il calcolo di distanze quando sia nota una lunghezza di riferimento o, in assenza di questa, per confronto diretto; il calcolo di angoli; la creazione di griglie di riferimento personalizzate; l'assegnazione di diversi cronometri per ogni singolo filmato in modo da valutare il guadagno o la perdita di tempo nell'esecuzione di ogni singolo gesto. Per quanto riguarda lo studio in oggetto, le due funzioni più interessanti del programma sono le cosiddette "SimulCam" e "StroMotion".

SimulCam è l'algoritmo che consente di sovrapporre due diversi filmati sincronizzandoli in uno o più punti generando un terzo filmato in modo da confrontare e valutare prestazioni registrate in tempi diversi. L'unico vincolo richiesto è che le riprese siano effettuate sempre dallo stesso punto poiché il software usa come riferimenti alcuni elementi fissi dello sfondo. Invece è possibile usare diversi fattori di ingrandimento e seguire l'azione con il brandeggio della telecamera perché sono implementate funzioni avanzate di gestione – ricostruzione del movimento. Il filmato finale si può visualizzare con qualunque programma multimediale e quindi essere utilizzato da Tecnici ed Atleti anche se non dispongono del DartTrainer.

StroMotion consente di ricavare immagini stroboscopiche dai filmati, in cui cioè il software ricostruisce lo sfondo del filmato trasformandolo in una fotografia e su questa permette di fermare il movimento dell'atleta in

diverse posizioni scelte dall'utente. Questa funzione è molto utile quando si vuole visualizzare l'intera esecuzione di un gesto tecnico "catturando" solo i frame che interessano con la "densità", cioè la frequenza, voluta. L'output è un'immagine facilmente visualizzabile con qualunque software di grafica.

L'acquisizione dei filmati si è svolta durante una sessione di allenamento ed i Campionati Italiani Indoor e non ha influito sul normale svolgimento dei normali programmi dei Tecnici e delle gare. Le riprese sono state effettuate da più posizioni in modo da valutare l'efficacia delle diverse prospettive. Purtroppo l'organizzazione di un evento come i Campionati Italiani con più gare svolte in contemporanea e la presenza di Atleti, Commissari e fotografi sul campo di gara e lo spazio a disposizione all'interno dell'impianto hanno condizionato negativamente alcune riprese. L'impostazione di punti di ripresa e dell'elaborazione dati è stata fatta con i Tecnici subito prima e subito dopo le gare, mentre l'analisi di tutto il materiale girato è stata svolta nell'arco di circa 10 giorni successivi all'evento. La possibilità offerta dal sistema di fornire velocemente le elaborazioni è molto apprezzata perché consente di valutare i risultati ottenuti quando tecnici, allenatori ed atleti hanno ancora fresco il ricordo delle varie prove fatte con i relativi riscontri cronometrici. L'unico fattore limitante riguarda alcuni accorgimenti da prendere in fase di registrazione per rendere più precisa e veloce l'elaborazione.

Alcuni risultati

L'analisi delle riprese ha fornito diversi risultati interessanti. In questa sede non è ovviamente possibile riprodurre i filmati, ma alla fine solitamente anche i Tecnici preferiscono avere copia delle immagini elaborate. A titolo di esempio di seguito sono riportate alcune immagini ottenute dai filmati con relativi commenti e valutazioni e costituiscono una base di partenza per lavori e sviluppi futuri.

1. ANGOLO D'INCLINAZIONE. L'analisi riportata nella fotografia numero 1 è stata richiesta dal Tecnico di Specialità per valutare la massima inclinazione raggiunta dagli atleti nella fase di rincorsa prima del salto in alto ed è relativa al salto con l'asticella posta a 2,27 metri. Poiché la traiettoria non è rettilinea, si può instaurare una relazione di proporzionalità diretta tra inclinazione e velocità raggiunte prima del salto data dal fatto che a parità di traiettoria seguita e di condizioni di vincolo, ad una maggior velocità corrisponde anche una maggior inclinazione per contrastare l'accelerazione centrifuga. Queste informazioni vanno poi ovviamente integrate con le caratteristiche atletiche ed antropometriche dei singoli atleti per essere opportunamente valutate dai Tecnici.

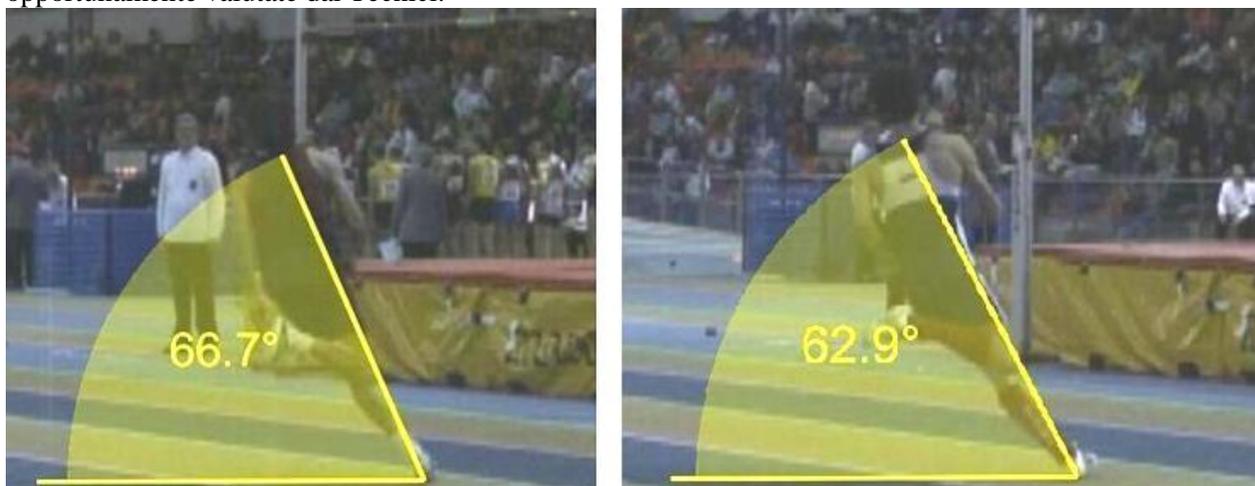


Foto 1

L'angolo è stato ottenuto prendendo come riferimenti per tutti gli atleti il margine orizzontale inferiore del filmato, il centro del tallone del piede in appoggio, il centro delle spalle. In questo modo diviene molto veloce valutare l'inclinazione di ogni singolo atleta anche se piccoli errori di valutazione possono sempre essere possibili in funzione delle diverse posizioni e/o torsioni. Bisogna inoltre notare che non è stato possibile posizionare la telecamera in modo ottimale a causa delle altre persone (atleti, giudici di gara, fotografi) presenti durante i Campionati Italiani, così come l'illuminazione non sempre è stata ottimale.

L'analisi ha evidenziato anche alcuni errori tecnici da parte di alcuni atleti. Il più evidente è l'eccessiva torsione di spalle e bacino nel punto in oggetto.

2. DISTANZA. La fotografia numero 2 è relativa allo stesso salto precedente.



Foto 2

Questa inquadratura è stata richiesta dal Tecnico per valutare la distanza del piede al momento dello stacco. Nella parte sinistra si nota il fermo immagine, mentre a destra è stata eseguita una valutazione quantitativa della distanza.

3. ANALISI STROBOSCOPICA. La fotografia numero 3 mostra un esempio di analisi stroboscopica. In questo caso sono stati isolati i fotogrammi relativi agli ultimi 6 appoggi prima del salto confrontando le 2 migliori prestazioni con l'asticella posta per entrambi a 2,25 m. Questa analisi è utile per la valutazione dei passi e della postura del corpo durante la rincorsa ed il salto medesimo. Si evidenzia la rotazione del bacino e l'inclinazione del busto soprattutto in corrispondenza del terz'ultimo appoggio nonché le diversità nella lunghezza dei passi tra i due atleti esaminati.

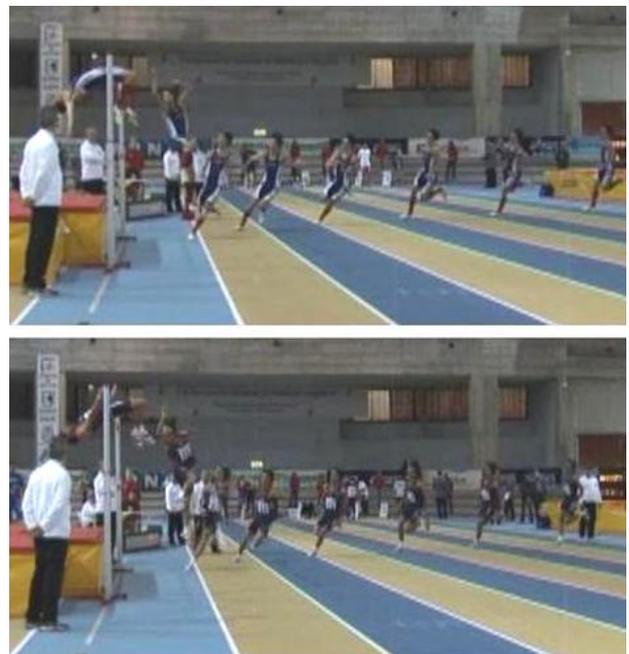


Foto 3

4. ANALISI DEL SALTO IN LUNGO nei piani FRONTALE e SAGITTALE. La fotografia numero 4 mostra la sequenza del Salto in Lungo vincitore della specialità nei Campionati Italiani ripresa dalla prospettiva frontale. Nella colonna a sinistra sono riportati alcuni dei fotogrammi più interessanti del gesto, in quella di destra ai medesimi fotogrammi è stata sovrapposta una griglia di linee orizzontali equidistanti di colore giallo mentre la linea corrispondente alla mezz'ora della corsia di accelerazione è stata evidenziata in rosso. Si nota come ad una fase di rincorsa sostanzialmente simmetrica, segue lo stacco con il piede sinistro ed un'inclinazione di tutto il corpo verso il lato sinistro dell'atleta. La successiva traiettoria di volo mantiene conseguentemente questa componente laterale di deviazione verso sinistra risultando quindi curvilinea come è bene evidenziato dagli ultimi fotogrammi in basso in cui l'atleta al momento dell'atterraggio appare spostato dal centro dell'immagine. A parità di tutte le altre variabili è ovviamente ipotizzabile che un salto eseguito lungo una traiettoria più rettilinea avrebbe dato un risultato ancora migliore.

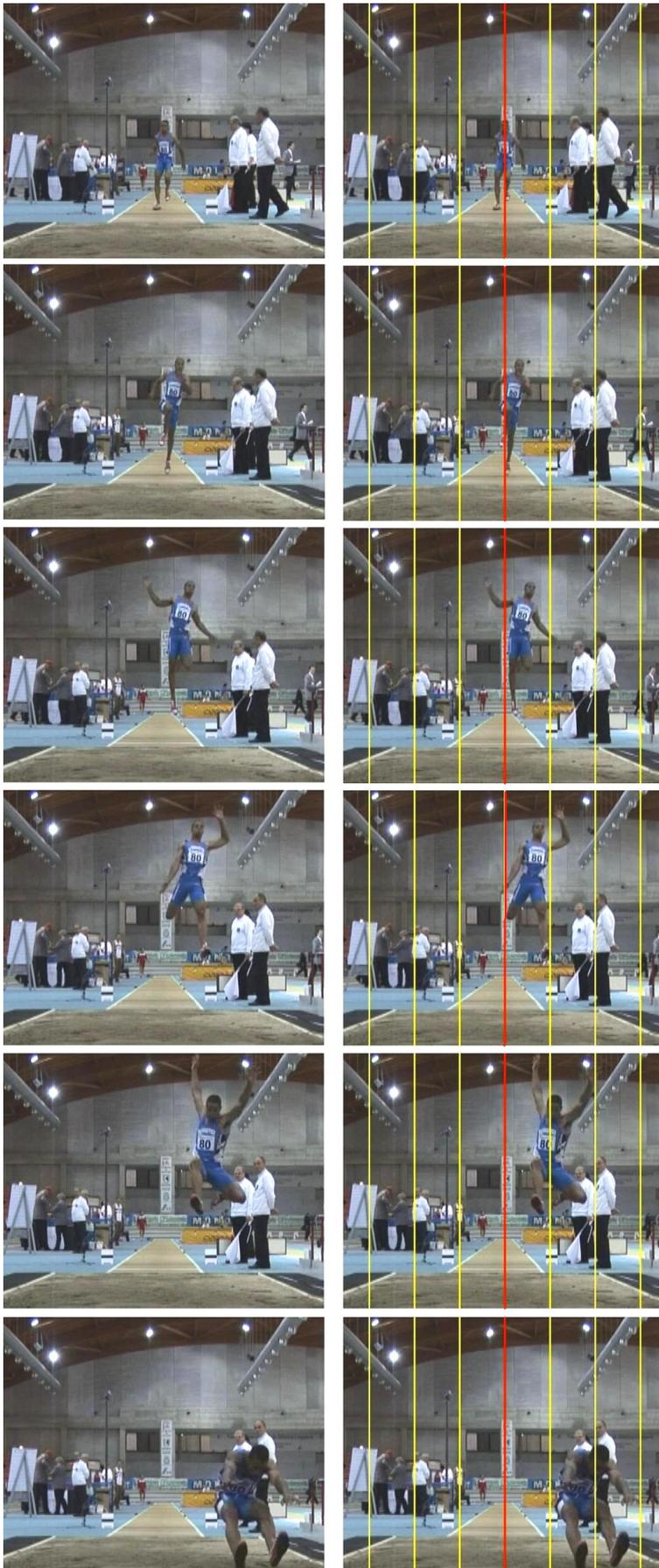


Foto 4

Durante la gara di Salto in Lungo in oggetto è stata posizionata una telecamera ad alta velocità anche lateralmente alla corsia di accelerazione in modo da riprendere l'atleta nel piano sagittale. Tale telecamera è stata posta sulle tribune all'altezza dell'ultimo appoggio e dello stacco con un fattore di ingrandimento tale da riprendere un campo di circa 15 metri. Purtroppo tale tipo di inquadratura, unito alla presenza di numerose

persone davanti all'obiettivo e dietro alla corsia ed al fondo non omogeneo disturbato dalla luce di alcune finestre sul lato opposto, ha reso di difficile leggibilità i filmati registrati una sintesi dei quali è proposta nella fotografia numero 5.

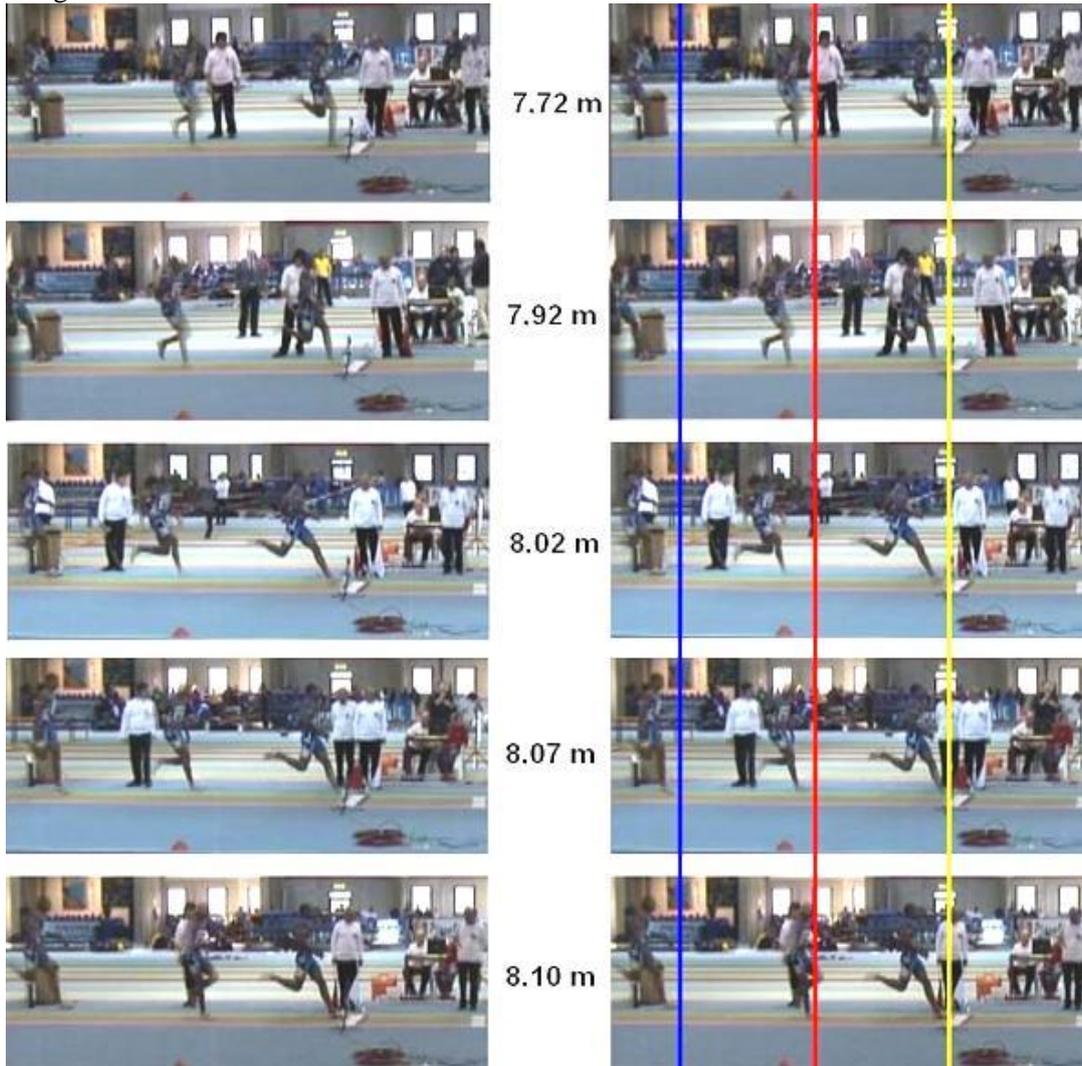


Foto 5

Sulla colonna di sinistra sono riportati, in formato stroboscopico, gli ultimi tre appoggi prima del salto, sulla colonna di destra le stesse immagini a cui sono state sovrapposte tre strisce di riferimento di colore diverso. Al centro i relativi risultati finali. E' interessante notare la posizione del piede rispettivamente nel terzultimo (linea blu) e penultimo appoggio (linea rossa) e, di conseguenza, la lunghezza degli ultimi due passi.

5. ANALISI COMPARATIVE. La fotografia numero 6 mostra infine il fermo immagine di quattro



Foto 6

filmati sincronizzati relativi ad altrettanti salti eseguiti, rispettivamente, uno a 2,25 m e tre a 2,27 m. Nell'immagine proposta non si apprezza l'utilità analitica e didattica di tale opzione offerta dal sistema perché ovviamente non è possibile riprodurre staticamente tutte le informazioni contenute nei filmati. Questa possibilità è qui riportata solo per enfatizzare un'altra opportunità offerta dal sistema come quella presentata nella foto 7.



Foto 7

Infatti la sincronizzazione di filmati della stessa azione provenienti da due diverse telecamere o quella di diversi filmati di più azioni registrate dalla medesima telecamera, consente di approfondire e confrontare quanto avviene sul campo da gara. Si ricorda poi che il DartFish permette l'ingrandimento dei particolari più interessanti, la visualizzazione rallentata dell'azione fino ad una velocità pari ad $\frac{1}{4}$ di quella reale ed altre utili funzioni di video analisi.

Conclusioni ed ipotesi future di lavoro

In conclusione si ritiene che lo strumento sia molto utile da utilizzare sia per la valutazione biomeccanica degli atleti durante l'esecuzione dei gesti atletici fornendo la possibilità di confrontare diverse prestazioni dello stesso atleta o atleti differenti. Purtroppo l'analisi di un numero ridotto di atleti e le difficoltà logistiche incontrate durante lo svolgimento dei Campionati Italiani hanno reso impossibile eseguire in modo sistematico un maggiore numero di test e di confrontare diverse tecniche di esecuzione del gesto funzionale anche delle caratteristiche antropometriche individuali. La metodologia di test utilizzata per queste prove è però ritenuta valida ed interessante in particolare per la velocità di elaborazione dei dati. I filmati sono stati ripresi con

diverse inquadrature per esplorare le possibilità di analisi offerte dal sistema. L'archiviazione dei filmati potrebbe poi consentire il costante monitoraggio delle prestazioni degli atleti ed il confronto tra tecniche diverse. Tale database consentirebbe di velocizzare molto i tempi di apprendimento dei giovani i quali avrebbero un riscontro oggettivo circa quanto viene loro insegnato ed alla Federazione di conservare un patrimonio di esperienze. Il pregio maggiore del sistema è che si può evitare ogni intervento sugli atleti con notevole risparmio di tempo e semplificazione nell'esecuzione dei test. Il sistema non disturba in alcun modo il regolare svolgimento della seduta di allenamento o delle gare. Se invece è possibile applicare dei marcatori sui punti di interesse (articolazioni, scarpe, terreno di gara, ecc.) si è in grado di ottenere maggiori precisioni ed automazioni nell'analisi. L'accuratezza del risultato è poi strettamente legata alla qualità ed alla precisione delle riprese effettuate.