

Analisi dinamica del rilascio: un'esperienza sul campo

Stefano Ghedini

Introduzione

Il rilascio è quella fase istantanea della sequenza di tiro che si colloca tra l'espansione ed il follow-through e può essere considerato la concretizzazione di quanto preparato nelle fasi precedenti. Data la sua natura fugace è uno degli elementi tecnici determinanti la prestazione nel Tiro con l'Arco meno facili da osservare e, in assenza della ripresa ad alta velocità, è prassi comune valutarlo qualitativamente osservando l'evoluzione dell'interazione arciera-arco durante la fase successiva.

Sfruttando le potenzialità offerte dall'elaborazione dei segnali digitali e in assenza di errori macroscopici rilevabili ad occhio nudo si può giungere ad una definizione operativa misurabile e confrontabile, perché gli atleti possano osservare oggettivamente l'evoluzione tecnica del proprio rilascio. Per questo primo traguardo è necessario preventivamente (a) individuare gli elementi caratteristici della fase in esame e (b) stabilire su base sperimentale, anche in collaborazione con atleti di vertice, l'intervallo di valori ottimali e – per esclusione – non ottimali.

Il tempo di reazione al clicker ed il tempo di sincronia dei flettenti sono stati scelti quali elementi misurabili descrittivi del rilascio; quando entrambi rientreranno all'interno di un determinato intervallo allora il corrispondente rilascio sarà considerato “buono”. Gli intervalli di riferimento per quest'esperienza sono:

- tempo di reazione al clicker: $\pm 0,01$ secondi di scostamento dal tempo individuale medio della serie¹;
- tempo di sincronia dei flettenti: $\pm 0,005$ secondi di scostamento dal tempo medio della serie.

Tali riferimenti sono stati determinati sulla base dell'esperienza fatta in collaborazione con alcuni atleti della nazionale paralimpica durante un raduno precedente le Olimpiadi (luglio

1 la parte di analisi sulla reazione al clicker qui presente può essere considerata simile a quanto già realizzato da Hayri Ertan, Behzat B. Kentel, S. Turgut Tümer e Feza Korkusuz ma con un approccio più semplice, con l'intento di offrire ai tecnici che operano sul campo l'idea di uno strumento già pronto all'uso.

2008).

Risorse coinvolte

L'occasione per il rilevamento dei dati è stata fornita da un raduno zonale di arcieri appartenenti alle classi giovanili, inseriti nel programma osservatorio della FITARCO e dei Comitati regionali. L'intero procedimento è stato costantemente supervisionato da Paola Bertone, tecnico federale responsabile del raduno, che ha anche collaborato attivamente agevolando la raccolta dei dati. Al rilevamento volontario hanno partecipato 3 atleti dei Gruppi Nazionali, 5 atleti in visione (gruppo A) e 8 atleti proposti dai Comitati regionali (gruppo B). Come dato aggiuntivo, per quanto possa valere come quadro di riferimento, ecco i punteggi medi degli atleti, registrati nella stessa giornata del rilevamento e riferiti ad una serie da 36 frecce:

Gruppo A		Gruppo B	
Atleta	Totale	Atleta	Totale
Atleta GN1	311	Atleta CR1	304
Atleta GN2	305	Atleta CR2	277
Atleta GN3	311	Atleta CR3	234
Atleta Visione1	318	Atleta CR4	312
Atleta Visione2	304	Atleta CR5	288
Atleta Visione3	314	Atleta CR6	294
Atleta Visione4	289	Atleta CR7	288
Atleta Visione5	306	Atleta CR8	312



Foto 1: Il momento che precede il rilascio durante il rilevamento dei dati

Strumenti impiegati

Per la raccolta e la successiva elaborazione dei dati è stato utilizzato un normale laptop equipaggiato con 2GB di RAM e processore da 2GHz dual core, una scheda di acquisizione e una coppia di sensori adattati per essere fissati in maniera solidale al riser. Il software è sostanzialmente il medesimo del MiniLab (vedi nota bibliografica), per la successiva elaborazione e reportistica è stato usato Calc dalla suite OpenOffice.

Obiettivo e metodologia delle prove

Dato il tema del raduno (preparazione alla stagione agonistica, FITA), d'accordo con il tecnico federale sono state fissate tre direzioni di indagine basate sulle medesime registrazioni:

1. Rilevare per ogni partecipante eventuali variazioni del tempo di reazione al clicker in una tipica volée da 6 frecce.

2. Rilevare eventuali scostamenti del tempo di reazione al clicker tra le volée a breve distanza (i c.d. “tiri alla paglia”, tra i 5 e i 10 metri) e quelle effettuate a distanze FITA; per non mettere in crisi gli atleti le distanze sono state differenziate per classi di età.
3. Rilevare eventuali variazioni di impegno delle dita nel rilascio mediante l'analisi delle variazioni del tiller dinamico.

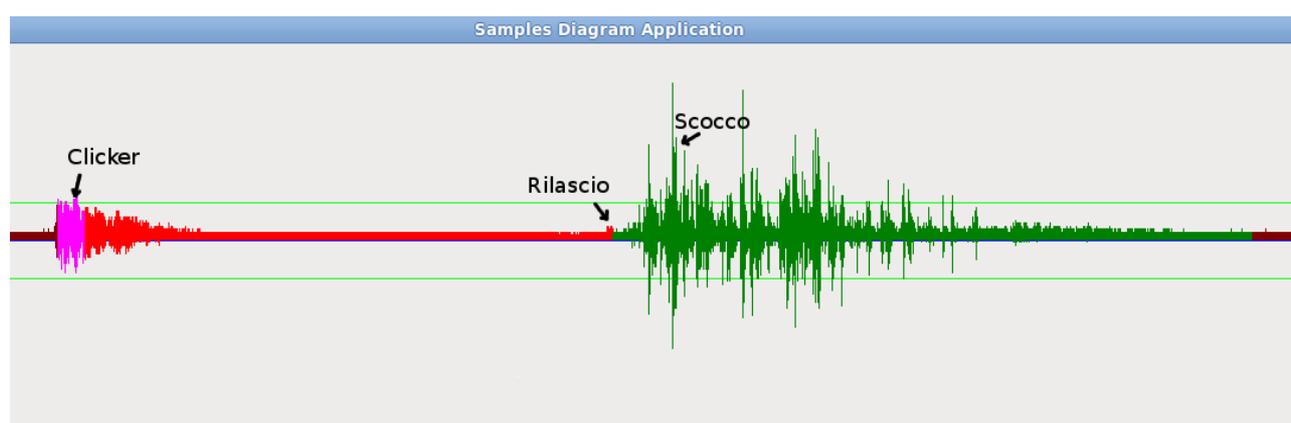
Obiettivo dello studio era di capire se (e in quale misura) il cambio di postura e la presenza di un bersaglio avrebbero indotto variazioni nella tecnica rispetto alla situazione ideale del tiro alla paglia a breve distanza, verificabile a posteriori da un raffronto diretto dei parametri rilevati tra le due serie.

Da ultimo, come curiosità, a partire dagli stessi dati è stato possibile desumere lo stato di messa a punto delle attrezzature, in particolare il tiller dinamico e la distanza corda-arco.

Dopo il consueto riscaldamento guidato, sia a corpo libero che con l'attrezzo, a turno ogni atleta si è sottoposto prima al rilevamento della volée a breve distanza e poi alla registrazione della volée alla distanza con targa regolamentare durante una simulazione di gara .

Rilevamento del tempo di reazione al clicker (TRC)

Grazie alla sensibilità dei sensori fissati al centrale (*riser*) è stato possibile registrare completamente il rilascio, compresi gli istanti di scatto del clicker e dell'apertura delle dita.



Disegno 1: Esempio di campionamento e individuazione automatica dei punti notevoli

Nonostante le capacità del software e della strumentazione impiegata consentano una precisione a sei cifre decimali ($1 \mu s = 0,000001 s$), non si è ritenuto utile andare oltre le tre cifre più significative ($1 ms = 0,001 s$).

La scatto del clicker è comunemente considerato lo stimolo standard che innesca nell'arciere il processo di rilascio. In alternativa al tracciato EMG² (che presuppone l'impiego di apparecchiature costose e sensori invasivi per l'arciere) o all'aggiunta di un sensore ulteriore sull'arco (come nella soluzione descritta in [ERTAN]), per identificare l'istante di risposta motore dei muscoli estensori delle dita e del rilassamento dei corrispondenti muscoli flessori è stato preso il momento in cui la corda, abbandonando le dita, produce un modesto evento sonoro dovuto allo scivolamento della corda stessa sulla patelletta.

Il tempo intercorso tra questi due eventi è considerato come tempo di reazione al clicker. Si può dimostrare che tale definizione è sostanzialmente equivalente a quella proposta da [ERTAN] e differisce da quella basata su EMG unicamente per una costante temporale trascurabile, caratteristica dell'attrezzatura usata dall'arciere. La soluzione presentata è quindi da intendersi un ragionevole compromesso tra precisione della misura e praticità di impiego sul campo di tiro.

Rilevamento delle variazioni del tiller dinamico

Grazie alla particolare configurazione simmetrica dei sensori è stato possibile ottenere anche l'informazione relativa alla sincronia della chiusura dei flettenti e quindi la variazione del tiller dinamico da un rilascio all'altro. La definizione di tempo di sincronia (T_s) deriva direttamente da [MINILAB] e rappresenta il tempo di ritardo di un flettente sull'altro. Nella configurazione utilizzata il valore negativo indica che il flettente superiore anticipa l'inferiore, viceversa se positivo. Il valore ideale è $T_s = 0$ secondi, che rappresenta la perfetta sincronia. Trattandosi di un evento istantaneo critico, è stato necessario utilizzare la massima precisione possibile.

È noto che la variazione del tiller dinamico dipende principalmente dall'esecuzione del tiro, ovvero dalla diversa distribuzione delle forze nei punti di contatto arciera-arco: mano sulla grip e dita sulla corda. Indipendentemente dalle cause (accertabili soltanto con indagini mirate, ma sempre nella sfera della tecnica individuale) sia una variazione nella direzione della forza di contrapposizione che si scarica sulla grip, sia una diversa distribuzione della forza nella presa della corda hanno come effetto la variazione dell'impegno delle dita di trazione.

Dal momento che il tiller dinamico è anche oggetto di messa a punto e che la

2 Per l'impiego dell'Elettromiografia nello studio della tecnica arcieristica vedi [AMULTI]

sintonizzazione delle attrezzature degli atleti presenti non è nota, nella lettura dei risultati ogni arciere dovrebbe essere valutato singolarmente e non in paragone al resto del gruppo. In particolare si dovrebbe osservare l'ampiezza della variazione sulla volée riferita alla zona Ts $\pm \sigma$ (σ : scarto tipo o deviazione standard) e il valore del 50° percentile _{media} relativo alla serie dei dati reali rispetto alla media.

Rilevamento della sintonizzazione dell'attrezzatura

Sfruttando le medesime serie temporali campionate è stato possibile desumere il grado di sintonizzazione delle attrezzature, in particolare per quanto riguarda tiller dinamico e distanza corda-arco.

Per la valutazione del tiller dinamico si osserverà la distanza del 50° percentile del tempo di sincronia Ts (identificato dal trattino orizzontale uscente dal grafico della variazione) dallo zero: questo rappresenta il grado di sincronia tra i flettenti, ovvero l'anticipo temporale di un flettente sull'altro. Sulla base delle precedenti esperienze di impiego del sistema di rilevamento si può dire che un grado accettabile di messa a punto del tiller dinamico consiste nel valore $T_s = 0 \pm 0,001$ secondi.

Per la valutazione della distanza corda-arco si fa riferimento al tempo di coerenza Xtrt così come definito in [MINILAB] ovvero l'indice di somiglianza del comportamento dei flettenti: quanto più l'indice è piccolo tanto più l'energia risulta concentrata sulla freccia. Come prima, basandosi sull'esperienza precedente si può dire che un valore indicativo di messa a punto accettabile è rappresentato da $X_{trt} = 0,06$ secondi.

Riepilogo e interpretazione dei dati raccolti

Tempo di reazione al clicker

In figura 1 sono rappresentati i dati corrispondenti ai tempi di reazione al clicker: tenendo presente lo scostamento massimo dal valore caratteristico di 0,01 secondi, come proposto per la prima direttrice di indagine, si può notare che all'interno di ogni serie di 6 frecce a breve distanza soltanto 3 rappresentanti del gruppo A e 3 del gruppo B soddisfino il requisito, mentre a distanza FITA nel gruppo B aumentano a 5.

Più interessante è invece il dato statistico dello scarto tipo centrato sulla media dei campioni: per entrambi i gruppi 5 atleti su 8 rientrano nei requisiti. Se infine si considera lo scostamento non del singolo campione ma del 50° percentile (che rappresenta la

previsione della speranza matematica) tutti gli atleti rientrano nell'intervallo previsto, con un'unica eccezione.

Quando gli scostamenti sono distribuiti in modo abbastanza uniforme nell'intorno del valore medio, allenando la sequenza è possibile ridurre l'area di variabilità, contribuendo così a migliorare la ripetibilità e quindi la precisione complessiva del tiro. Viceversa con la distribuzione sbilanciata è possibile che ci sia un disturbo nella sequenza; la causa andrebbe indagata a partire dai fondamentali, con la scusa di un richiamo delle nozioni di base.

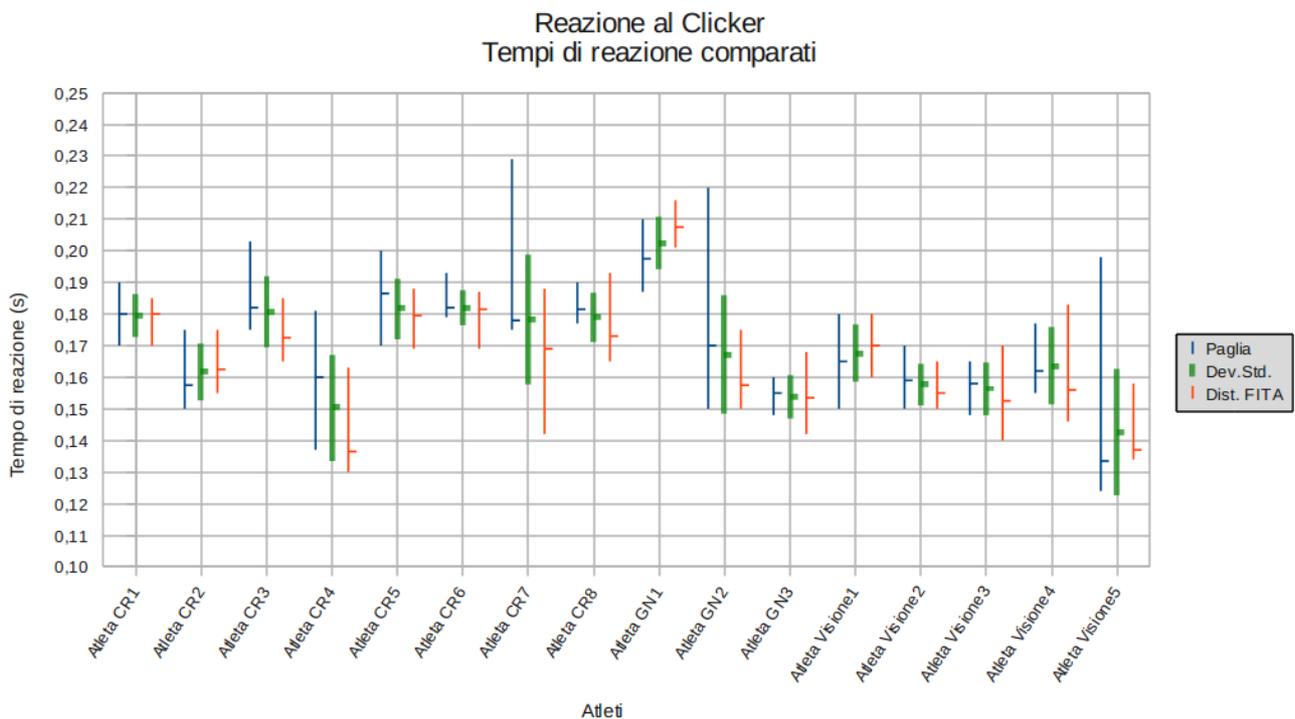


Figura 1 - Tempi di reazione al clicker rilevati in condizioni reali di tiro

Guardando ai valori assoluti, è da rilevare che la maggioranza degli atleti ha avuto tempi di reazione al clicker inferiori a 0,02 secondi e che il gruppo A risulta più omogeneo del gruppo B, un aspetto direttamente correlato alla qualità dell'allenamento ed in linea con quanto misurato in [ERTAN] relativamente ai tempi di reazione negli atleti di livello mondiale.

Facendo ancora riferimento alla figura 1, nel confronto tra le due serie, si osservano:

- per 2 atleti (CR1 e GN3) sostanzialmente non si registrano variazioni;
- per 3 atleti (CR2, GN1 e Visione1) si osserva un allungamento del tempo di reazione passando al tiro alla targa a distanza FITA;

- c) per tutti gli altri la tendenza è quella di una diminuzione del tempo di reazione passando al tiro a distanza FITA.

Da quest'ultima osservazione si possono avanzare diverse ipotesi - ancora tutte da dimostrare - sulle possibili cause del fenomeno, sebbene per le situazioni b) e c) è molto probabile che la presenza dei fattori agonistici (targa FITA, situazione di gara, distanza regolamentare) abbia innescato focus attentivi e catene cinetiche consolidate ed ottimizzate, a differenza del tiro alla paglia che viene generalmente utilizzato per le sessioni di pulizia tecnica e defaticamento (e quindi idealmente più rilassate, orientate all'esplorazione e al consolidamento della tecnica).

La direzione dell'aggiustamento (tempi più brevi o tempi più veloci) per il momento rimane un dato di fatto, ragionevolmente connesso al bagaglio psicomotorio e allo stile individuale di allenamento, ma non necessariamente significativo.

Variazione del tiller dinamico

In figura 2 sono rappresentati i dati corrispondenti al tempo di sincronia dei flettenti: tenendo presente lo scostamento massimo dal valore caratteristico di 0,005 secondi, come proposto per la seconda direttrice di indagine, si può notare come all'interno di ogni di ogni serie di 6 frecce a breve distanza soltanto 2 rappresentanti del gruppo A e 1 del gruppo B soddisfino il requisito, mentre a distanza FITA nel gruppo A nessuno rientra nei requisiti e nel gruppo B aumentano a 2.

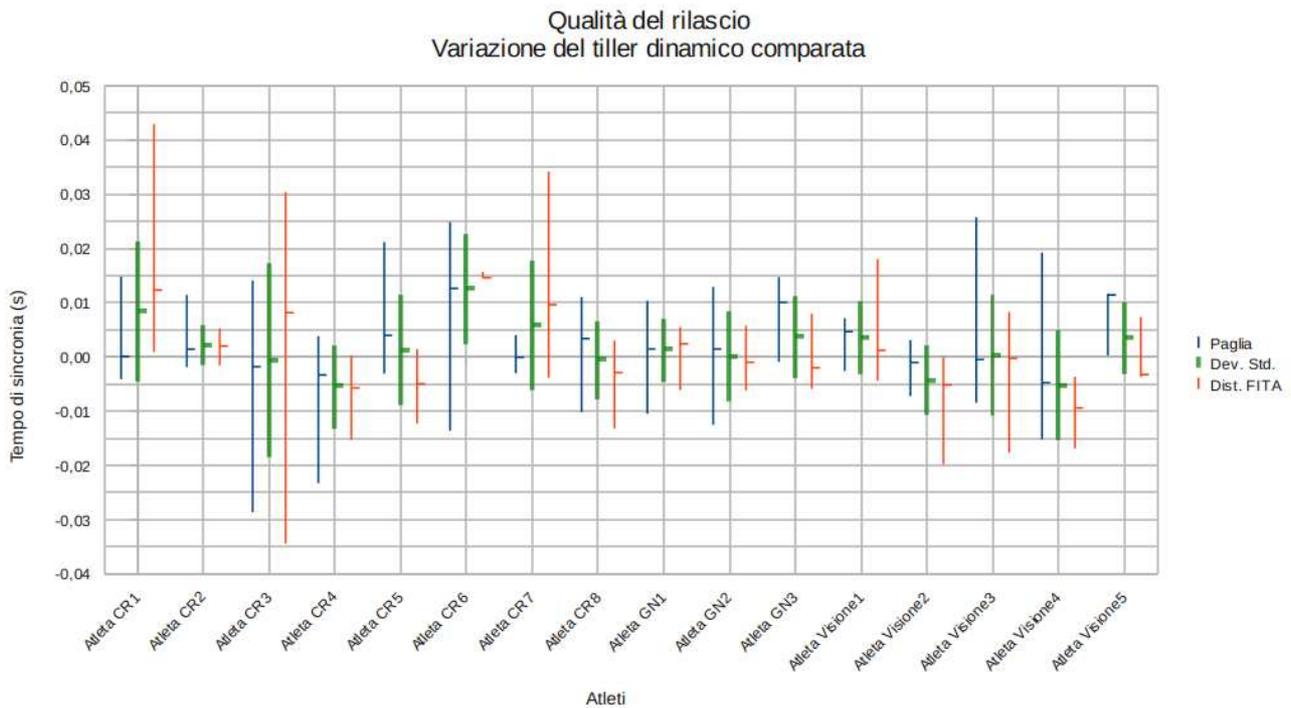


Figura 2: Variazione del tiller dinamico al rilascio

Più deludente appare il dato statistico dello scarto tipo centrato sulla media dei campioni: soltanto un atleta del gruppo B rientra nei requisiti. Se infine si considera come prima lo scostamento non del singolo campione ma del 50° percentile, 6 atleti del gruppo A e 4 del gruppo B rientrano nell'intervallo previsto. Questo aspetto del rilascio è evidentemente il più critico, nonostante gli scostamenti siano distribuiti in modo abbastanza uniforme nell'intorno del valore medio: esercitando opportunamente la gestione delle dita sulla corda è possibile ridurre l'area di variabilità del tiller dinamico, contribuendo così a migliorare la ripetibilità e quindi la precisione complessiva del tiro.

Guardando ai valori assoluti, è da rilevare che la maggioranza degli atleti ha avuto tempi di scostamento dalla sincronia compresi tra $\pm 0,02$ secondi e che ancora una volta il gruppo A risulta più omogeneo del gruppo B.

Facendo ancora riferimento alla figura 2, nel confronto tra le due serie, si osservano:

- a) per 3 atleti (CR2 e GN1 e Visione3) sostanzialmente non si registrano variazioni;
- b) per 5 atleti la tendenza è quella di un miglioramento del tempo di sincronia passando al tiro a distanza FITA.
- c) per 8 atleti si osserva un peggioramento del tempo di sincronia passando al tiro

alla targa a distanza FITA.

Da quest'ultima osservazione si può ipotizzare che il mutamento di postura, dovuto al passaggio dalla breve distanza del tiro alla paglia al tiro a distanza FITA, sia una possibile causa per il mutamento del tiller dinamico riscontrato tra le due serie di dati.

Sintonizzazione dell'attrezzatura

In figura 3 sono rappresentati i dati corrispondenti al tempo di coerenza dei flettenti: tenendo presente il valore assoluto ideale di 0,06 secondi, come proposto per la terza direttrice di indagine, si può notare che soltanto 1 rappresentante del gruppo A e 1 del gruppo B si avvicinano al requisito. Tutti gli altri restano abbondantemente sopra al valore soglia scelto, indicazione del fatto che la distanza corda-arco (ovvero la lunghezza della corda) non appare adeguatamente ottimizzata.

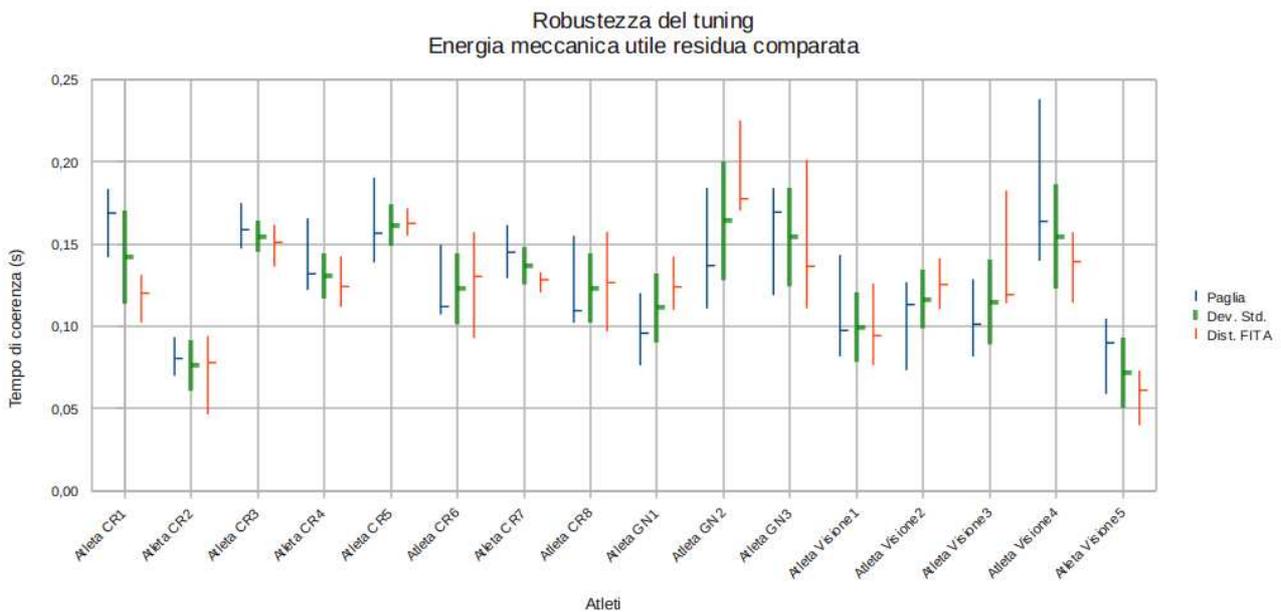


Figura 3: Valutazione sensibilità dell'attrezzo rispetto a fluttuazioni nel rilascio

Tornando sulla figura 2 e correlando i risultati rappresentati per il 50° percentile con i corrispondenti di figura 3, tenendo presente il valore assoluto ideale di $0 \pm 0,001$ secondi come riferimento per la messa a punto del tiller dinamico, si può concludere che per 3 atleti del gruppo A (GN1, GN2, Visione3) e 4 atleti del gruppo B (CR2, CR3, CR5, CR8) la situazione dell'attrezzatura sia consistente, con CR2 migliore di tutti.

Tutti gli altri evidenziano maggiori o minori margini di miglioramento nel tuning della distanza corda-arco (CR1, GN3, Visione5) e del tiller dinamico (CR4, CR6, CR7, Visione1,

Visione2, Visione4).

Conclusioni

L'analisi dei tempi di reazione al clicker e dell'impegno delle dita della corda durante il rilascio sono elementi di conoscenza che normalmente non vengono considerati durante la valutazione della tecnica di un atleta.

Tempi di reazione al clicker mutevoli, variazioni nell'impegno delle dita della corda e posture incerte possono essere ricondotti alla normalità con adeguati esercizi e con l'allenamento, a patto che si sia in grado di rilevarli.

La possibilità fornita dai dispositivi informatici alla portata di chiunque offre ai tecnici nuovi metodi di indagine scientifica pratica, direttamente utilizzabili sui campi di tiro, portando il laboratorio dagli arcieri e non gli arcieri in laboratorio. L'adozione di metodi statistici nell'interpretazione dei rilevamenti estende la possibilità d'impiego concreto anche su atleti di medio livello.

Non è stato possibile trovare una correlazione diretta tra i punteggi realizzati dagli atleti e le rilevazioni dei tempi di reazione al clicker e delle variazioni di tiller dinamico, difficoltà imputabile sia al grado di maturità degli atleti sia all'elevato numero di incognite non considerate tra il momento dello scocco e l'arrivo della freccia sul bersaglio, fatto questo che porterebbe a confermare il paradigma della *catena di responsabilità* (come descritto in [MINILAB]).

È tuttavia evidente che con un campione così esiguo e non sufficientemente rappresentativo della realtà arcieristica giovanile i risultati presentati potrebbero non avere rilevanza di carattere generale, per questo scopo sarebbe necessario un Osservatorio rivolto ad una base molto più ampia di atleti dalle diverse caratteristiche fisiche e tecniche.

Ringraziamenti

Desidero ringraziare per la preziosa collaborazione tutti gli atleti e i tecnici che hanno partecipato al raduno zonale di Osimo (AN). Un pensiero particolare va allo staff federale nella persona di Paola Bertone, il cui supporto è stato determinante nella raccolta dei dati, e alla squisita ospitalità della società Arcieri delle 5 Torri.

Note bibliografiche

[AMULTI] – Roberto Squadrone: “Analisi multifattoriale del tiro con l'arco”, relazione

[ERTAN] - Hayri Ertan, Behzat B. Kentel, S. Turgut Tümer, Feza Korkusuz: “Reliability and validity testing of an archery chronometer”, Journal of Sports Science and Medicine (2005) 4, 95-104

[MINILAB] – Stefano Ghedini: “Sintonizzazione dell'arco olimpico mediante analisi del segnale”, Facoltà di Ingegneria Ateneo di Bologna, DEIS (2005)