

# I movimenti oculari di schermidori, arbitri e soggetti non esperti durante l'osservazione di un assalto di scherma

di *Alessandro Bultrini\**, *Francesco Taddei\**, *Marco De Gasperis\**,  
*Francesco Di Russo\*\**, *Donatella Spinelli\*\**

Si è analizzato il pattern di esplorazione visiva durante l'osservazione di assalti di scherma in schermidori di élite, arbitri e soggetti non esperti nella scherma. Si ipotizzava che l'esperienza potesse influenzare le strategie di esplorazione visiva, producendo differenze nella localizzazione e/o nella durata delle fissazioni nei due gruppi di esperti rispetto ai non esperti. Si è inoltre ipotizzato che l'esperienza osservazionale e quella motoria potessero influenzare in modo diverso l'esplorazione visiva nei due gruppi di esperti. Sono stati registrati i movimenti oculari dei partecipanti durante l'osservazione di assalti di fioretto e di spada. Il compito era quello di indicare quale dei due schermidori metteva a segno la stoccata, utilizzando i tasti di una pulsantiera. L'accuratezza è stata elevata in entrambi i gruppi di esperti, mentre la prestazione dei non esperti è risultata vicina al caso. Gli esperti, a differenza dei non esperti, hanno mostrato strategie differenti per gli assalti di fioretto rispetto a quelli di spada; queste differenti strategie sono risultate assenti nei non esperti. Nel fioretto, gli esperti si focalizzavano principalmente sulla parte centrale della scena; nella spada lo sguardo era più distribuito nello spazio. Questo comportamento è stato interpretato come conseguenza dei differenti criteri di giudizio utilizzati per assegnare i punteggi nelle due specialità. Per quanto riguarda la durata delle fissazioni, questa è risultata simile in tutti e tre i gruppi. In conclusione, l'esperienza della scherma sembra influire sulle strategie di esplorazione visiva solo in relazione alla localizzazione delle fissazioni. La mancanza di differenze tra schermidori e arbitri non offre un contributo all'ipotesi che l'esperienza motoria e osservazionale producano differenti strategie visive.

Parole chiave: *scherma, movimenti oculari, schermidori, arbitri, inesperti*.

## I Introduzione

L'esperienza in una specifica disciplina sportiva può cambiare il modo in cui si esplora la scena visiva? Gli atleti di discipline *open skill* sono una popolazione particolarmente interessante per rispondere a questa domanda. Gli atleti esperti sono in grado di anticipare, spesso con successo, il comportamento degli avversari; questa abilità è acquisita mediante un lungo, quotidiano apprendimento che consente di selezionare rapidamente l'informazione visiva più rilevante ai fini dell'azione.

\* Dipartimento di Scienze della formazione per le attività motorie e lo sport, Università di Roma "Foro Italico", Roma.

\*\* Dipartimento di Scienze della formazione per le attività motorie e lo sport, Università di Roma "Foro Italico", Roma; Laboratorio di Neuropsicologia, Fondazione Santa Lucia (IRCCS), Roma.

La registrazione dei movimenti oculari può aiutare a capire le abilità degli atleti nel catturare l'informazione visiva critica, utile per contrapporsi all'avversario anticipando il suo obiettivo e /o consentendo un miglior controllo del comportamento (Mann *et al.*, 2007). Per questo motivo un certo numero di studi ha indagato i movimenti oculari degli atleti di diversi sport. Ad esempio, nel basket, rispetto a giocatori meno esperti, gli esperti fanno meno fissazioni durante la fase di preparazione del tiro libero (Vickers, 1996). I calciatori esperti hanno un numero di fissazioni sul giocatore in possesso della palla più basso rispetto a quello dei giocatori meno esperti (Williams, Davids, 1998), mentre i portieri esperti usano una strategia di ricerca basata sull'uso di poche fissazioni di lunga durata concentrate in punti critici dell'immagine (Savelsbergh *et al.*, 2002; Tenenbaum, Sar-El, Bar-Eli, 2000). I giocatori di pallavolo esperti concentrano le fissazioni sulla parte alta del corpo e sulle braccia del giocatore in azione con la palla; i giocatori meno esperti fissano di più altre porzioni del corpo (Park, 2003). Anche nel cricket si sono osservati comportamenti di esplorazione della scena visiva differenti a seconda del livello di esperienza (McRobert *et al.*, 2007; Müller *et al.*, 2009).

Oltre al numero e alla localizzazione delle fissazioni, gli studi hanno anche considerato la durata delle fissazioni stesse. Ad esempio, Vickers (1996) ha mostrato che la fissazione che coincide con il periodo che precede l'inizio del movimento ha una durata più lunga della media (spesso detto *quiet eye period*). Anche il *quiet eye period* sembra essere modulato dall'esperienza (Panchuk, Vickers, 2006; Vaeyens *et al.*, 2007). Complessivamente, dunque, il numero, la localizzazione e la durata delle fissazioni sembrano offrire informazioni sulle strategie di esplorazione degli atleti e questi parametri sono in qualche misura correlati con le capacità individuali nel compito. Due risultati principali emergono dalla letteratura, anche se i dati non sono interamente coerenti: *a*) gli esperti scelgono delle zone specifiche della scena visiva per concentrare le fissazioni oculari; *b*) fissazioni più lunghe sono spesso associate a migliori performance. La prima domanda della ricerca è dunque quella di valutare la differenza dei movimenti oculari fra esperti e non esperti in una disciplina fin qui poco studiata: la scherma.

Abbiamo inoltre considerato un secondo aspetto. Uno studio recente ha messo a contrasto due tipi diversi di esperienza sportiva: il fare rispetto all'osservare. Aglioti e colleghi (2008) hanno mostrato che i giocatori di basket sono capaci di predire correttamente l'esito di un tiro libero sulla base di pochi fotogrammi, molto meglio di allenatori e giornalisti sportivi che non fanno più attivamente sport, ma lo osservano tanto quanto gli atleti. Sulla base di dati di accuratezza, cinematici e di stimolazione magnetica transcranica, Aglioti e colleghi (*ibid.*) hanno concluso che l'eccellente capacità di discriminazione degli atleti è basata sulla capacità di leggere la cinematica del corpo, in particolare il movimento del polso. Hanno così suggerito che l'abilità di incorporare i dettagli più fini delle

azioni osservate sia presente solo se l'azione è parte del repertorio motorio quotidiano dell'individuo. La seconda domanda del nostro studio fa riferimento a questa ipotesi e cerca di valutare se, nel caso della scherma, la registrazione dei movimenti oculari di "esperti nel fare" ed "esperti nel vedere" possa mostrare differenze nell'esplorazione. Abbiamo così confrontato due gruppi: schermidori e arbitri di incontri di scherma.

I dati sui movimenti oculari negli schermidori sono rari (Bard, Guezenne, Papin, 1981) e, a nostra conoscenza, non ci sono dati sugli arbitri. Abbiamo registrato i movimenti oculari di arbitri, schermidori e soggetti senza alcuna esperienza di scherma (detti inesperti) durante l'osservazione di video di assalti; il compito era giudicare chi metteva a segno la stoccata. Abbiamo considerato due specialità differenti (fioretto e spada) che richiedono diversi criteri per valutare l'azione. Nella spada la stoccata è assegnata allo schermidore che anticipa l'avversario, indipendentemente dal tipo di azione intrapresa, mentre il fioretto richiede da parte di chi giudica l'individuazione e l'interpretazione dei movimenti e delle azioni degli schermidori. In linea con Aglioti e colleghi (2008), ci potremmo aspettare di trovare differenze nello *scanning* visivo degli atleti e degli arbitri, potenzialmente imputabili al diverso tipo di competenza (motoria *vs* osservazionale). Il punto di vista scelto nei video (quello dell'arbitro) potrebbe favorire il rilevamento di eventuali differenze dovute all'essere esperti nel "vedere". Per quanto riguarda l'accuratezza, visto che l'esperimento simula una tipica attività degli arbitri, possiamo aspettarci una superiorità di questi ultimi, ovvero una parità di giudizio con gli atleti capaci di valutare gli assalti altrettanto bene grazie all'esperienza motoria.

Per quanto riguarda gli inesperti, ci attendiamo che abbiano accuratezza ridotta e differenze nella localizzazione/durata delle fissazioni rispetto ai due gruppi di soggetti esperti.

## 2

### Metodo

#### 2.1. Soggetti

Hanno partecipato allo studio otto schermidori di élite (età media: 21,3; d.s.: 1,7 anni; 5 donne), otto arbitri con esperienza in ambito nazionale e internazionale (età media: 31,3; d.s.: 7,3 anni; 3 donne) e sette studenti universitari che non avevano mai praticato la scherma (inesperti; età media: 23,1; d.s.: 2,5 anni; 6 donne).

Gli schermidori e gli inesperti erano confrontabili per età. Gli arbitri erano più anziani degli altri due gruppi; la maggior parte degli arbitri erano stati in precedenza atleti e avevano cominciato ad arbitrare quando avevano smesso di gareggiare. Gli schermidori avevano una media di 13,1 anni (d.s. 2,6) di pratica

della scherma. Avevano tutti partecipato a gare nazionali e internazionali e si allenavano in media nove ore a settimana.

Gli arbitri avevano una media di 10 anni (d.s. 6,7) di esperienza e tutti tranne uno avevano abbandonato la competizione attiva e la pratica intensa da almeno cinque anni. In un'analisi preliminare, i dati di questo soggetto sono stati considerati a parte, ma non differendo significativamente da quelli del gruppo sono stati poi inclusi nel gruppo. Gli inesperti non avevano conoscenza delle regole della scherma. Tutti i soggetti hanno dato il consenso informato alla ricerca.

## 2.2. Materiale video

Abbiamo filmato in modo artigianale alcuni assalti di scherma, da un punto di vista più vicino possibile a quello del giudice di gara. Da questo materiale sono state selezionate le sei sequenze migliori per chiarezza e stabilità dell'immagine: tre da assalti di fioretto maschile e tre da assalti di spada maschile. La durata media dei filmati era 3,26 s (range 1,5-5,9 s) per il fioretto e 13,9 s (range 7,2-23,4 s) per la spada. I filmati si interrompevano immediatamente dopo l'accensione dell'apparecchio elettrico che segnalava la messa a segno della stoccata.

## 2.3. Apparato

I filmati erano proiettati su un largo schermo (203 x 114 cm) che sottendeva  $46 \times 26^\circ$  alla distanza di 2,50 m. Per la registrazione dei movimenti oculari si è utilizzato il sistema "Eye Tracker 6000" (*Applied Science Laboratories*, ASL) che integra l'informazione occhio-testa basata sulla riflessione pupillare e corneale. Sull'elmetto è montato un sistema che trasmette e riceve raggi infrarossi; sotto l'occhio è predisposto uno specchietto che riflette verso l'occhio il raggio pupillo-corneale. La riflessione è raccolta da un dispositivo collocato accanto al trasmettitore. Adiacente al sistema a raggi infrarossi c'è una camera a grande angolo che cattura la scena osservata dal soggetto. L'"Eye Tracker 6000" di default lavora a una frequenza di 60 Hz, ma per avere un campionamento più fitto, lo abbiamo utilizzato a 120 Hz, tramite un moltiplicatore di frequenza. Abbiamo usato il software "Eye Response Technology" per la registrazione e il software "Eye Tracker v. 6.01" per l'analisi dei dati. L'accuratezza della fissazione è considerata pari a  $0,5^\circ$  di angolo visivo nelle condizioni ottimali.

## 2.4. Compito e Procedura

I soggetti dovevano osservare sullo schermo l'assalto e indicare quale dei due schermidori metteva a segno la stoccata. La risposta era fornita utilizzando una pulsantiera. I partecipanti dovevano premere il tasto di destra o quello di sinistra, se assegnavano la stoccata rispettivamente allo schermidore di destra o di sinistra. I tempi della risposta non erano forzati.

Dopo le istruzioni, i soggetti sedevano di fronte allo schermo e indossavano l'elmetto; si procedeva alla calibrazione (piuttosto lunga e laboriosa), indi si procedeva con la presentazione del primo assalto. Dopo ogni presentazione si ripeteva la calibrazione. La calibrazione consisteva nella fissazione di nove punti in posizioni fisse che i soggetti dovevano fissare in un ordine prestabilito. Questi valori erano poi usati per calibrare lo sguardo durante l'esperimento. I video di fioretto e spada venivano presentati in due blocchi. Alla fine di ogni blocco era previsto un breve intervallo. L'intera sessione durava circa 45 min; la maggior parte del tempo era spesa nella messa a punto della calibrazione iniziale. L'ordine dei blocchi era casuale fra i soggetti.

## 2.5. Analisi dei dati

Abbiamo registrato i movimenti oculari durante l'intero video; tuttavia, poiché il fioretto aveva una durata più breve della spada, abbiamo analizzato della spada solo la frazione finale della registrazione (gli ultimi 3,26 s, corrispondenti alla durata media dell'incontro di fioretto). Per problemi di calibrazione, dovuti a blink o altri artefatti, abbiamo eliminato il 15% delle registrazioni. In questo studio, analogamente a quanto fatto in altre ricerche in ambito sportivo (Martell, Vickers, 2004; Vickers, 1996; Kim, Lee, 2006), abbiamo selezionato solo le fissazioni di durata uguale o superiore a 100 ms, escludendo così il 35% delle registrazioni che sarà considerato in uno studio successivo. Con il software "Eye Tracker v. 6.01" si è proceduto manualmente alla selezione di cinque regioni di interesse (dette *look zones*) e calcolato il numero di fissazioni all'interno di queste zone in ciascuna registrazione. Le cinque *look zones* considerate erano: 1. la porzione centrale della scena, che include le armi, le braccia e le spalle dei due atleti; 2. il corpo dello schermidore di destra, che include la testa, le ginocchia e i piedi; 3. il corpo dello schermidore di sinistra; 4. l'apparato elettronico che assegna il punteggio alla fine di ogni stoccata; 5. lo sfondo, che corrisponde alle parti rimanenti della scena. Le fissazioni della zona 5 erano valutate per sottrazione.

Durante gli assalti, la posizione degli atleti e la distanza fra gli atleti non era costante; così, con l'eccezione della zona 4, le dimensioni e la posizione nello spazio delle *look zones* cambiavano nel tempo. In particolare, la zona centrale variava fra 9° e 29°. Questo valore nelle condizioni sperimentali approssima l'angolo visivo sotto cui l'arbitro osserva nella situazione di gara gli schermidori durante gli assalti. Abbiamo considerato i seguenti parametri: *a*) numero di fissazioni per *look zone* e *b*) durata media di fissazione per *look zone*. Sono state condotte ANOVA separate su questi dati. Sono stati considerati come fattori principali il Gruppo (arbitri, schermidori e inesperti), la Specialità (fioretto e spada) e le *Look Zones* (5 livelli). Una analisi ulteriore ha riguardato la localizzazione delle ultime tre fissazioni. Queste sono risultate tutte nella zona centrale nel fioretto (più sparse nella spada); così un'ultima analisi è stata fatta sulla durata delle ultime fissazioni nel caso del fioretto, usando il Gruppo come fattore principale e la Sequenza

come fattore ripetuto. I confronti *post hoc* sono stati effettuati utilizzando il test HDS di Tukey; considerando il numero elevato di confronti, abbiamo adottato un livello di significatività conservativo ( $p < 0,025$ ). Inizialmente abbiamo eseguito due ANOVA separate su Accuratezza e *Rejection rates* (percentuale di registrazione esclusa), con Gruppo e Specialità come fattori principali. La dimensione dell'effetto è stata calcolata usando l'età quadratico parziale ( $\eta^2$ ).

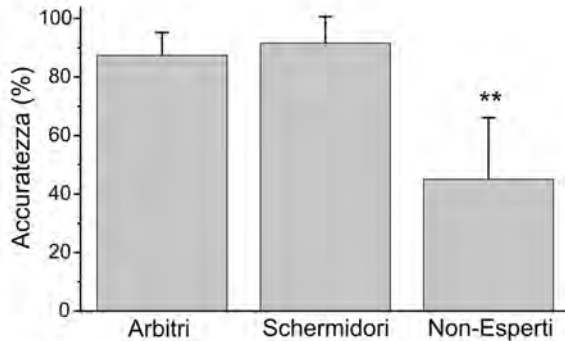
### 3 Risultati

#### 3.1. Accuratezza

L'accuratezza delle risposte era elevata negli schermidori e negli arbitri, mentre gli inesperti rispondevano in modo molto vicino al caso (FIG. 1). L'effetto principale del Gruppo era significativo ( $F_{2,20} = 26,86$ ;  $p < 0,0001$ ;  $\eta^2 = 0,964$ ). I test *post hoc* mostravano che la differenza fra inesperti e gli altri due gruppi era significativa ( $p < 0,0001$ ). Gli schermidori non risultavano diversi dagli arbitri. L'effetto della Specialità e l'interazione Gruppo per Specialità non erano significativi.

FIGURA 1

Media e deviazioni standard dell'Accuratezza nel compito per i tre gruppi



*Nota:* i dati del fioretto e della spada sono mediati. Gli arbitri e gli schermidori mostrano un'ottima performance, mentre gli inesperti rispondono praticamente a caso. Gli asterischi indicano che l'accuratezza degli inesperti era significativamente diversa ( $p < 0,0001$ ) da quella degli altri due gruppi che non differivano tra loro.

#### 3.2. *Rejection rate*

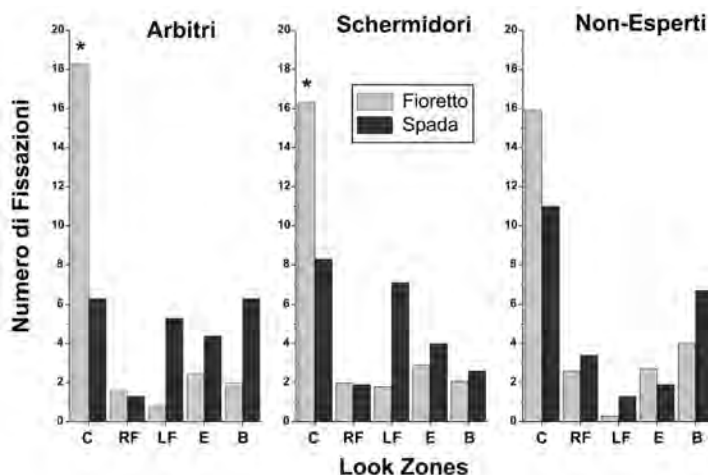
La differenza fra gruppi nella percentuale di registrazione esclusa dall'analisi non era significativa ( $F_{1,20} < 1$ ). L'effetto della Specialità non era significativo ( $F_{2,20} < 1$ ); l'interazione Gruppo x Specialità non era significativa ( $F_{2,20} = 4,06$ ; n.s.).

### 3.3. Numero di fissazioni

L'effetto principale del Gruppo ( $F_{2,20} < 1$ ) e della Specialità ( $F_{1,20} = 1,97$ ; n.s.) non erano significativi. Invece, l'effetto principale della *Look Zone* era significativo ( $F_{4,80} = 60,98$ ;  $p < 0,0001$ ;  $\eta^2 = 0,984$ ). Le analisi *post hoc* indicano che il numero delle fissazioni nella parte centrale della scena era più elevato rispetto a quello in tutte le altre zone. L'interazione fra Gruppo e Specialità non era significativo ( $F_{2,20} < 1$ ). L'interazione fra Gruppo e *Look Zone* non era significativa ( $F_{8,80} = 1,85$ ; n.s.). Invece, l'interazione fra Specialità e *Look Zone* era significativa ( $F_{4,80} = 36,63$ ;  $p < 0,0001$ ;  $\eta^2 = 0,973$ ). L'interazione di terzo livello (Gruppo x Specialità x *Look Zone*) era significativa ( $F_{8,80} = 3,29$ ;  $p < 0,0025$ ;  $\eta^2 = 0,767$ ). La FIG. 2 riporta questa interazione. Gli inesperti mostravano lo stesso pattern di fissazioni per il fioretto e la spada, con un massimo di fissazioni rivolto verso la parte centrale della scena. Gli arbitri e gli atleti si comportavano come gli inesperti quando guardavano il fioretto, ma non durante gli assalti di spada. Nell'osservare gli assalti di spada, i due gruppi di esperti distribuivano le fissazioni più o meno omogeneamente in tutta la scena visiva. Le analisi *post hoc* mostrano che il numero di fissazioni nella zona centrale nel fioretto erano diverse rispetto alla spada per gli arbitri (18,3 vs 6,3;  $p < 0,00025$ ) e per gli schermidori (16,3 vs 8,3;  $p < 0,00025$ ) ma non per gli inesperti (15,9 vs 11).

FIGURA 2

Numero medio di fissazioni nelle cinque *look zones* per i tre gruppi



Nota: C: porzione centrale della scena; RF: corpo dello schermidore sul lato destro; LF: corpo dello schermidore sul lato sinistro; E: apparato elettronico; B: sfondo. Le colonne grigie riportano i dati del fioretto; quelle nere i dati per la spada. Gli asterischi indicano che, sia nel gruppo degli arbitri che degli schermidori, la zona centrale riceveva più fissazioni ( $p < 0,00025$ ) nel fioretto che nella spada. La differenza non era significativa nel caso dei soggetti inesperti.

### 3.4. Durata delle fissazioni

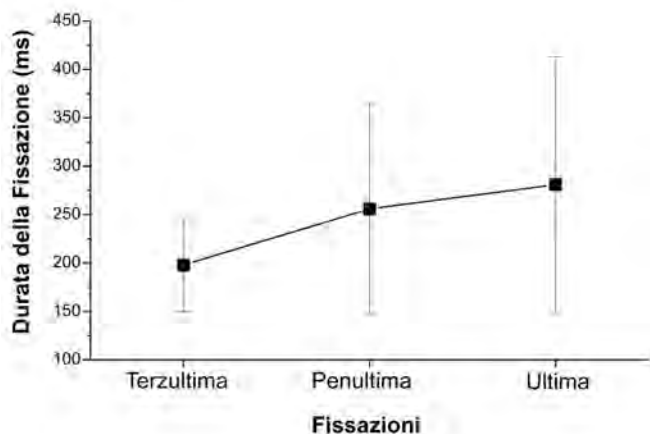
Le ANOVA sulla durata delle fissazioni hanno indicato che l'effetto principale di Gruppo, Specialità e *Look Zone* non era significativo (tutti gli  $F < 1$ ).

### 3.5. Le ultime tre fissazioni

Per valutare l'esplorazione visiva nella fase finale dell'assalto, la fase che è critica per capire chi mette a segno la stoccata, abbiamo considerato le ultime tre fissazioni. La prima domanda era se queste fissazioni erano localizzate in un'area specifica. I risultati replicavano quanto già osservato per tutte le fissazioni: l'effetto del Gruppo ( $F_{2,20} = 1,56$ ; n.s.) e della Specialità ( $F_{1,20} = 2,11$ ; n.s.) non erano significativi; invece l'effetto della *Look Zone* era significativo ( $F_{4,80} = 35,23$ ;  $p < 0,0001$ ;  $\eta^2 = 0,973$ ). L'interazione fra Gruppo e Specialità non era significativa ( $F_{2,20} < 1$ ); l'interazione fra Gruppo e *Look Zone* non era significativa ( $F_{8,80} = 1,77$ ; n.s.); e l'interazione fra Specialità e *Look Zone* era significativa ( $F_{4,80} = 19,29$ ;  $p < 0,0001$ ;  $\eta^2 = 0,951$ ). L'interazione di terzo livello (Gruppo x Specialità x *Look Zone*) era significativa ( $F_{8,80} = 2,68$ ;  $p < 0,01$ ;  $\eta^2 = 0,728$ ). L'osservazione dell'interazione di terzo livello mostra che il numero delle fissazioni nella zona centrale per il fioretto era differente da quello della spada negli arbitri ( $p < 0,00025$ ) e negli schermidori ( $p < 0,00025$ ) ma non negli inesperti. Il numero delle fissazioni nella zona centrale nel caso del fioretto era confrontabile nei tre gruppi.

FIGURA 3

Media e deviazioni standard della durata delle ultime tre fissazioni nel fioretto



Nota: i dati sono mediati fra tutti i soggetti.



Tenendo conto di quest'ultimo risultato, abbiamo analizzato l'effetto della sequenza sulla durata delle ultime tre fissazioni nel fioretto nei tre gruppi. I risultati mostrano che gli effetti del Gruppo non erano significativi ( $F_{2,17} < 1$ ), mentre l'effetto della Sequenza era marginalmente significativo ( $F_{2,34} = 3,64$ ;  $p < 0,05$ ;  $\eta^2 = 0,784$ ). L'analisi *post hoc* mostra che l'ultima fissazione (281 ms) era più lunga ( $p = 0,032$ ) della terzultima (198 ms), mentre la penultima aveva una durata intermedia fra le due (256 ms). La FIG. 3 mostra l'effetto della sequenza. L'interazione fra Gruppo e Sequenza non era significativa ( $F_{4,34} < 1$ ).

Nella spada, le tre ultime fissazioni erano più distribuite nello spazio con forti variazioni individuali e il pattern delle durate nella sequenza era nella stessa direzione di quello già osservata nel fioretto. L'ultima fissazione (350 ms) era più lunga delle due precedenti (245 e 247 ms); tuttavia, l'effetto della sequenza non risultava significativo.

#### 4

### Discussione

Contrariamente all'ipotesi, non abbiamo osservato differenze nell'esplorazione visiva fra schermidori e arbitri. Aglioti e colleghi (2008) hanno mostrato nel basket che le capacità di valutare accuratamente la bontà di un tiro da parte dei giocatori è superiore a quella di osservatori esperti (giornalisti sportivi e allenatori) che hanno smesso di giocare a basket parecchi anni prima, ma che ancora guardano lo sport per molte ore alla settimana. Gli autori hanno mostrato che gli atleti utilizzavano inconsapevolmente alcuni specifici dettagli cinematografici dell'azione dei giocatori. Nel nostro studio, invece, non abbiamo potuto dimostrare differenze fra esperti, mentre entrambi i gruppi sono risultati diversi dagli inesperti.

L'assenza di differenze fra schermidori e arbitri nella situazione studiata può avere due spiegazioni: la prima è che le differenze non ci sono, la seconda è che le differenze ci sarebbero ma non si vedono. Se siamo alla prima spiegazione, ne deduciamo che *a*) la pratica motoria assicura delle strategie visive così buone da estendersi al punto di vista dell'arbitro e da risultare indistinguibili da quelle acquisite dall'arbitro attraverso una pratica visiva costante; oppure *b*) osservare la scherma per molte ore può consentire agli arbitri di acquisire strategie visive simili a quelle ottenute attraverso la pratica motoria dagli schermidori. Alternativamente, la tecnica da noi utilizzata non è abbastanza fine per cogliere delle differenze sottili fra gruppi di soggetti esperti, mentre riesce a cogliere differenze marcate come quelle fra esperti e inesperti.

Come osservato in altri sport, anche nella scherma l'esperienza influenza l'esplorazione oculare dell'osservatore. Gli esperti mostrano un pattern oculare differente per il fioretto e la spada. Nel fioretto, focalizzano l'attenzione al centro della scena: sulle armi e le braccia dei due atleti. Viceversa, quando guardano

l'assalto di spada, lo sguardo è più distribuito nello spazio; gli occhi si muovono su tutta la scena: il dispositivo elettronico, i corpi degli atleti, lo sfondo. Possiamo interpretare questo comportamento come una conseguenza del diverso modo con cui si assegnano le stoccate nelle due armi. Nella spada, specialità in cui è necessario anticipare l'avversario indipendentemente dal tipo di azione messa in atto, la stoccata può essere assegnata principalmente sulla base dell'informazione rilevata dallo strumento elettronico che segnala se è stato colpito prima lo schermidore di destra o sinistra o se si verifica un colpo doppio (quando i due si toccano contemporaneamente). Invece nel fioretto, arma detta "convenzionale", il punteggio è assegnato sulla base di una lettura accurata dei movimenti degli atleti. Per attribuire la stoccata, ad esempio, l'arbitro deve decidere quale dei due schermidori ha la priorità nell'attacco; per questo è necessario tener conto di molta informazione, in particolare della tempistica dei movimenti delle braccia e dei piedi di entrambi gli schermidori. Un punto di fissazione situato ad una distanza intermedia fra i due schermidori consente probabilmente la massima risoluzione dell'informazione visiva collocata nei due opposti emicampi. Così nel fioretto, per assegnare la stoccata, è conveniente fissare la regione centrale, e gli esperti sembrano conformarsi a questa strategia.

Anche gli inesperti guardano la parte centrale della scena, e tuttavia ci sono due differenze principali rispetto agli esperti. Da una parte, si comportano nello stesso modo nella spada e nel fioretto. Dall'altra, l'accuratezza è scarsissima per entrambe le armi. Chiaramente questa mancanza di accuratezza dimostra che indirizzare lo sguardo nella porzione di spazio appropriata non è sufficiente a garantire che se ne estraiga l'informazione utile.

Abbiamo provato a capire la ragione per cui gli inesperti scelgono la zona centrale. Un'ipotesi è che la regione centrale, caratterizzata da molto movimento, attragga lo sguardo per un meccanismo di salienza *bottom-up*. Tuttavia, le lame sono sottili e di conseguenza poco salienti visivamente, mentre il movimento del corpo è più evidente. Così una selezione *bottom-up* dovrebbe indirizzare lo sguardo verso i corpi degli schermidori. Ci sembra che focalizzarsi sulla zona centrale, piuttosto che esser guidato dalla sola salienza, possa esprimere una strategia ingenua e fallimentare: cercare di vedere le lame e le braccia per valutare il colpo.

La durata della fissazione, almeno in questa condizione, non coglie una differenza importante fra gruppi o strategie. La durata è stata pressoché costante in tutti i soggetti (ca. 250 ms) sia per il fioretto che per la spada, e risulta indipendente dalla posizione nello spazio della fissazione. L'analisi addizionale delle ultime tre fissazioni, concentrate nella porzione centrale nel fioretto, ha mostrato un chiaro effetto "sequenza": l'ultima fissazione, immediatamente prima della risposta motoria, ha una durata più lunga; ciò è coerente con l'ipotesi del *quiet eye period* (Vickers, 1996). Tuttavia non si

sono notate differenze fra gruppi. La mancanza di effetto dell'esperienza sulla durata potrebbe essere una conseguenza del compito. Gli studi precedenti che hanno dimostrato un'influenza dell'esperienza sulla durata della fissazione oculare richiedevano azioni complesse e immediate da parte dell'osservatore, da selezionarsi fra varie possibili azioni alternative sulla base dell'informazione visiva relativa al movimento dell'avversario. Viceversa in questo studio abbiamo usato una risposta molto semplice. L'azione dei soggetti era premere un pulsante; i parametri del movimento quali forza e velocità potevano essere regolati di default, e si doveva selezionare solo il segmento corporeo (sinistro o destro). La preparazione motoria per quest'azione ha comunque un effetto sulla durata: l'ultima fissazione è più lunga delle due precedenti in tutti i gruppi. Questa interpretazione è in accordo con l'ipotesi che il *quiet eye period* rifletta il tempo speso per programmare parametri del movimento (ad esempio, Williams, Singer, Frehlich, 2002). Alternativamente, la durata più lunga dell'ultima fissazione potrebbe essere collegata al costo della selezione degli indizi cruciali per decidere chi dei due schermidori mette a segno il colpo. Contro questa interpretazione c'è il dato della mancanza di differenza fra i gruppi. Se la durata dell'ultima fissazione riflettesse un processo decisionale, piuttosto che la preparazione motoria, ci dovremmo aspettare di osservare almeno un certo grado di influenza dell'esperienza nello sport.

Infine, notiamo che l'esperimento è risultato assai frustrante per gli inesperti. La frustrazione è ben descritta dalla performance scarsissima nel compito e dai commenti spontanei raccolti alla fine dell'esperimento in una chiacchierata informale. La difficoltà per l'esperto di "vedere" cosa accade nell'assalto potrebbe essere in qualche modo responsabile dell'interesse relativamente limitato nei confronti di questa bellissima disciplina. L'uso di guanti e lame più visibili potrebbe facilitare la percezione dell'esperto, rendendo più soddisfacente l'osservazione; tuttavia, mutamenti nella visibilità di questi elementi potrebbero a loro volta influenzare, anche potentemente, la performance degli atleti, e dovrebbero quindi essere introdotti con cautela e solo in via sperimentale.

### Riferimenti bibliografici

- Aglioti S. M., Cesari P., Romani M., Urgesi C. (2008), Action anticipation and motor resonance in elite basketball players. *Nature Neuroscience*, 11, pp. 1109-16.
- Bard C., Guezennec Y, Papin J. P. (1981), Escrime: analyse l'exploration visuelle. *Medicine du Sport*, 4, pp. 246-53.
- Kim S., Lee S. (2006), Gaze behavior of elite soccer goalkeeper in successful penalty kick defense. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 18, pp. 96-10.
- Mann D. T., Williams A. M., Ward P., Janelle C. M. (2007), Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport Exercise and Psychology*, 29, pp. 457-78.

- Martell, S. G., Vickers J. N. (2004), Gaze characteristics of elite and near-elite athletes in ice hockey defensive tactics. *Human Movement Science*, 22, pp. 689-712.
- McRobert A. P., Williams A. M., Ward P., Eccles D. W., Ericsson K. A. (2007), Contextual information and anticipation skill in cricket batting. *Journal of Sport Exercise and Psychology*, 29, pp. 187-90.
- Müller S., Abernethy B., Reece J., Rose M., Eid M., McBean R., Hart T., Abreu C. (2009), An in-situ examination of the timing of information pickup for interception by cricket batsmen of different skill levels. *Psychology of Sport & Exercise*, 10, pp. 644-52.
- Panchuk D., Vickers J. N. (2006), Gaze behaviours of goaltenders under spatial-temporal constraints. *Human Movement Science*, 25, pp. 733-52.
- Park S. (2003), Anticipation and acquiring processes of visual cues on a spiker's attack patterns and directions as a function of expertise in volleyball players. *International Journal of Applied Sports Science*, 15, pp. 51-63.
- Savelsbergh G. J., Williams A. M., Van der Kamp J., Ward P. (2002), Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of Sport Science*, 20, pp. 279-87.
- Tenenbaum G., Sar-El T., Bar-Eli M. (2000), Anticipation of ball location in low and high-skill performers: A developmental perspective. *Psychology and Sport Exercise*, 1, pp. 117-28.
- Vaeyens R., Lenoir M., Williams A. M., Phillippaerts R. M. (2007), Mechanisms underpinning successful decision making in skilled youth soccer players: An analysis of visual search behaviors. *Journal of Motor Behavior*, 39, pp. 395-408.
- Vickers J. N. (1992), Gaze control in putting. *Perception*, 21, pp. 117-32.
- Id. (1996), Visual control when aiming at a far target. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22, pp. 342-54.
- Williams A. M., Davids K. (1998), Visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 69, pp. 111-28.
- Williams A. M., Singer R. N., Frehlich S. G. (2002), Quiet eye duration, expertise, and task complexity in near and far aiming. *Journal of Motor Behavior*, 4, pp. 197-207.

## Abstract

We analyzed the visual scanning of non-experts, elite fencers, and fencing referees while looking at fencing bouts. We hypothesized that experience may modulate visual scanning, producing differences in the localization and/or duration of the fixations in the two expert groups with respect to non-experts. We also hypothesized that visual experience (referees group) and motor experience (fencers group) may differently affect visual scanning. We tracked the eye movements of subjects while observing male Foil and Épée bouts. The task was to assign the bout pressing a left/right computer key associated with the left/right fencer. Accuracy was high in both groups of experts; non-experts were at chance level. Experts, but not non-experts, showed different eye movement patterns for Foil and Épée. Experts looking at Foil focused on the central portion of the scene; their gaze was more distributed across space looking at Épée. This behaviour is interpreted as a consequence of the different scoring methods in the two weapons. In contrast, we did not find differences between referees and fencers. Fixation duration was similar in all groups. In conclusion, fencing expertise modulated the observers' visual scanning in terms of fixations localization. The lack of difference between fencers and referees does not support the hypothesis that motor vs. observational experience produces different visual scanning.

Key words: *fencing, eye movements, doing vs observing.*

*Articolo ricevuto nel giugno 2010, revisione del febbraio 2011.*

Le richieste di estratti vanno indirizzate a Donatella Spinelli, Università di Roma "Foro Italico", Dipartimento di Scienze della formazione per le attività motorie e lo sport, piazza Lauro De Bosis 15, 00135 Roma; e-mail: donatella.spinelli@uniroma4.it.