



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRIESTE

Sede Amministrativa del Dottorato di Ricerca

XX CICLO DEL
DOTTORATO DI RICERCA IN PSICOLOGIA

INDIZI VISIVI, FATTORI TEMPORALI E CONTROLLO MOTORIO

NEL CALCIO DI RIGORE

(Settore scientifico-disciplinare: M-PSI/01)

DOTTORANDO
PIN ALBERTO

COORDINATORE DEL COLLEGIO DEI DOCENTI
CHIAR. MO PROF. TIZIANO AGOSTINI

Universita' degli Studi di Trieste

RELATORE

CHIAR. MO PROF. TIZIANO AGOSTINI

Universita' degli Studi di Trieste

SOMMARIO

<u>INDIZI VISIVI, FATTORI TEMPORALI E CONTROLLO MOTORIO ...i</u>	
<u>NEL CALCIO DI RIGORE.....i</u>	
<u>INTRODUZIONE.....1</u>	
<u>I SISTEMI MOTORI.....4</u>	
<u>1.1 Le teorie ed i modelli del controllo motorio.....5</u>	
<u>1.1.1 Il controllo motorio a circuito chiuso 6</u>	
<u>1.1.2 Il controllo motorio a circuito aperto11</u>	
<u>1.2 Il programma motorio.....13</u>	
<u>1.3 Il modello concettuale della prestazione umana secondo Schimdt.....16</u>	
<u>LA DECISIONE.....22</u>	
<u>2.1 La psicologia della decisione.....23</u>	
<u>2.2 la teoria dei giochi e il calcio.....26</u>	
<u>2.3 La decisione nello sport.....30</u>	
<u>2.3.1 La velocità percettiva nel calcio.....32</u>	
<u>2.3.2 La velocità di anticipazione nel calcio32</u>	
<u>2.3.3 La velocità di reazione nel calcio.....33</u>	
<u>2.3.4 La velocità di decisione nel calcio...34</u>	
<u>2.4 Il modello di Klein (1989).....36</u>	
<u>ESECUZIONE DI UN PENALTY E PROCESSI DECISIONALI: Analisi del timing.....42</u>	
<u>3.1 METODO.....45</u>	
<u>3.1.1 Apparato.....45</u>	
<u>3.1.2 Partecipanti45</u>	
<u>3.1.3 Procedura45</u>	
<u>3.1.4 Variabili46</u>	
<u>3.2. RISULTATI.....47</u>	
<u>3.2. CONCLUSIONI.....50</u>	
<u>FATTORI TEMPORALI ED INDIZI VISIVI NELLA PREVISIONE DELLA DIREZIONE DI UN CALCIO DI RIGORE.....53</u>	
<u>4.1 METODO.....55</u>	
<u>4.1.1 Raccolta materiale sperimentale.....55</u>	
<u>4.1.2. L'elaborazione del materiale visivo 57</u>	
<u>4.1.3 Esperimento pilota e normalizzazione degli stimoli video58</u>	
<u>4.1.4 Partecipanti.....59</u>	
<u>4.1.4 La procedura di somministrazione degli stimoli visivi59</u>	
<u>4.1.5 Le variabili.....61</u>	
<u>4.2 RISULTATI.....61</u>	
<u>4.3 CONCLUSIONI.....68</u>	
<u>CONCLUSIONI.....70</u>	
<u>BIBLIOGRAFIA.....76</u>	

INTRODUZIONE

Kuhn [1988], dopo aver visionato attentamente moltissimi calci di rigore, ha identificato due classi di strategie:

la prima la chiama *open loop* secondo la quale il rigorista decide all'ultimo momento possibile dove piazzare la palla, mentre

la seconda, che chiama *closed loop*, il rigorista agisce secondo un piano predeterminato.

Ovviamente identifica anche due classi di strategie parallele utilizzate dai portieri: nella prima il portiere decide dove tuffarsi immediatamente prima del tiro massimizzando la probabilità di scelta del lato giusto (*open loop*), nella seconda il portiere cerca di capire da piste anteriori da che parte andrà la palla e si tufferà con qualche frazione di secondo in anticipo rispetto il tiro (*closed loop*).

Ma quali problemi nascono a seconda delle strategie adottate dai due giocatori che si affrontano?

Se il portiere si muove troppo presto può favorire il rigorista soprattutto se utilizza una strategia a ciclo aperto, se invece si muove troppo tardi non ha il tempo di raggiungere il pallone. Analogamente, se il rigorista adotta una strategia *closed* probabilmente fornirà degli indizi visivi al portiere che gli consentiranno di intuire la direzione della palla, mentre se cercherà di aspettare il più possibile prima di decidere dove piazzare la palla potrà avere delle difficoltà nel modificare all'ultimo momento la postura del corpo per finalizzare il tiro.

All'interno del contesto della psicologia sperimentale dello sport, dove “la centralità del rapporto tra informazione disponibile e modalità di elaborazione della mente è un punto di partenza” [Agostini et al.,2005 pg. 219] e lo scopo è quello di “fornire all'atleta tutte le strategie possibili per far sì che l'insieme dei processi motori da lui sviluppati in virtù dei suoi processi cognitivi sia il migliore possibile, a partire dall'informazione sensoriale disponibile e dalle peculiarità individuale individuali dell'atleta stesso” [Agostini et al.,2005 pg.

221], ho cercato di analizzare le tempistiche dello stadio della scelta della risposta motoria, e di ciò che succede in funzione di tali tempistiche.

Nel primo esperimento che qui propongo un rigorista può utilizzare due strategie per calciare un rigore: può aspettare il movimento del portiere prima di scegliere dove tirare la palla, oppure può decidere a priori la direzione da dare al pallone. In questo studio, si è voluta verificare la possibilità di manipolare sperimentalmente il tempo di attivazione del processo decisionale relativo la scelta della zona verso la quale indirizzare la palla. A tale scopo, è stato chiesto a 15 calciatori dilettanti di calciare 40 rigori in ciascuno di 8 settori rettangolari uguali in cui era stata suddivisa la porta. Dietro la porta, in coincidenza del centro di ciascun settore, era stata collocata una luce che serviva da stimolo visivo per indicare all'atleta la direzione verso cui calciare la palla. Prima della prova, per ciascun partecipante veniva misurato il tempo di reazione a terra. Rispetto al contatto piede/palla, le luci si accendevano con 3 livelli di anticipazione: sul tempo di reazione (TR), sul TR + 300 e sul TR + 600 ms. Inizialmente i partecipanti tiravano 2 calci di rigore per ogni settore (baseline). Il settore in cui tirare veniva comunicato dallo sperimentatore prima dell'inizio della rincorsa. I risultati hanno evidenziato un miglioramento della prestazione per il livello TR + 300, mentre per il livello TR si è osservato un peggioramento.

Nel secondo esperimento, con la tecnica dell'occlusione temporale, si è indagata la capacità di 20 portieri dilettanti di individuare con precisione l'esito di un calcio di rigore. La variabile manipolata è stata la quantità di indizi visivi forniti dal rigorista durante la rincorsa. A tale scopo, a 15 calciatori dilettanti è stato chiesto di calciare 40 rigori ciascuno nelle 4 zone in cui era stata suddivisa la porta. L'atleta iniziava la rincorsa senza sapere dove avrebbe dovuto calciare. Al centro di ciascuna zona, era stata collocata una luce che serviva da marker della zona target. Rispetto al tempo di contatto piede/palla, le luci si accendevano con 3 livelli di anticipazione: su T pari al tempo di reazione del rigorista (TR), sul TR + 300 e sul TR + 600 ms. Preliminarmente la baseline prevedeva l'esecuzione di 2 calci di rigore per ogni settore. L'esecuzione di tutti i calci di rigore è stata videoregistrata

collocando una telecamera all'altezza del punto di vista del portiere. I filmati sono stati somministrati al nostro campione.

I risultati di questo esperimento evidenziano, rispetto alla capacità di previsione della direzione del tiro della baseline, un peggioramento per tutti e 3 i livelli considerati. Inoltre, sono risultati più prevedibili i rigori calciati alla destra del portiere. Al di là degli aspetti della lateralità, si evidenzia l'importanza dell'informazione percettiva disponibile e dei fattori temporali in funzione dell'efficienza della capacità predittiva nel compito specifico.

I risultati ottenuti con i due esperimenti proposti mostrano come nella rincorsa del rigorista sembra esistere un "punto di non ritorno", al di là del quale egli non riesce a modificare in maniera efficace la postura del corpo e come il portiere sembri non riuscire a cogliere in maniera adeguata gli indici visivi elicitati dal rigorista stesso. Inoltre sembrano esistere diverse tempistiche di decisione ed azione tra portieri [Agostini e coll. 2004] e rigoristi: questi ultimi, decidendo dove calciare la palla con un'anticipazione pari alla media dei suoi tempi di reazione, otterrà un decremento della sua prestazione; viceversa, i risultati dimostrano come la sua prestazione aumenti significativamente con un'anticipazione pari alla media del suo tempo di reazione più 300 msec.

Sembra altresì che le diverse strategie utilizzate influenzino anche la tipologia di rincorsa eseguita dai partecipanti all'esperimento: i rigoristi che si definiscono closed loop eseguono una rincorsa maggiormente obliqua rispetto a quelli che si ritengono open.

Infine, i risultati ottenuti, confermando gli studi presenti in letteratura [Williams e coll., 1993; Agostini e coll., 2003; Savelsberg e coll., 2007], indicano che il rigorista, durante la rincorsa, elicitando degli stimoli visivi e che questi suggeriscono al portiere la futura traiettoria della palla, consentendogli di anticiparla in maniera adeguata. In particolare, possiamo notare come solo gli indici visivi elicitati dal rigorista durante la baseline consentano al portiere di anticipare adeguatamente la traiettoria della palla, a differenza di quelli elicitati durante le condizioni TR + 600 e TR + 300 msec.

CAPITOLO 1

I SISTEMI MOTORI

Il movimento consente agli uomini di rispondere in maniera adattiva all'ambiente, infatti, ogni comportamento richiede qualche tipo di movimento. La psicologia non si occupa del movimento in quanto tale, ma del controllo motorio. La differenza tra questi due aspetti "risiede nel fatto che mentre il movimento è la modificazione della posizione del corpo o di alcune sue parti nello spazio, il controllo motorio rappresenta insieme le funzioni fisiologiche e psicologiche che la mente e il corpo svolgono per governare la postura ed il movimento" [Schmidt, Wrisberg, 2000]. Di conseguenza il controllo motorio può essere considerato come il risultato di più processi cognitivi.

"Il fatto che le azioni vengano eseguite spesso in maniera automatica e con poco sforzo ha portato a sottovalutare la complessità dei processi di elaborazione delle informazioni da cui dipende l'esecuzione dei movimenti delle azioni" [Job, 2003 pg. 344]. Per esempio, il calcio di rigore è un gesto alquanto automatico per un rigorista, che di solito non si preoccupa della distanza del piede dal pallone, della velocità della rincorsa, della posizione iniziale del portiere. Ma l'esecuzione di quel movimento prevede la raccolta e la selezione di tutte le informazioni rilevanti, il loro utilizzo nella programmazione di un piano motorio adeguato allo scopo e, infine, una messa in atto dell'azione voluta.

Le teorie psicologiche che si sono occupate di questi aspetti si sono concentrate sulle relazioni tra azione e movimento, dal momento che, per spiegare come le persone agiscono, risulta particolarmente importante considerare sia le relazioni tra le diverse esecuzioni dello stesso movimento sia le ragioni per cui determinate condizioni favoriscono quell'esecuzione, mentre altre ne favoriscono diverse. Secondo Smyth (1984) come aspetti principali del controllo motorio devono essere considerati:

- l'equivalenza motoria;
- l'unicità del movimento;
- modificabilità del movimento.

Per equivalenza motoria s'intende la raggiungibilità dello stesso risultato compiendo dei movimenti molto diversi. Un esempio tipico è quello della firma: possiamo farla su un foglio, sulla lavagna, utilizzando la mano destra oppure la sinistra, ma questa rimarrà pressoché uguale.

L'unicità del movimento chiarisce che i movimenti che compongono l'azione non saranno mai del tutto analoghi a quelli che compongono la replica della stessa azione. La variabilità è dovuta a numerosi fattori quali le differenti condizioni ambientali, l'affaticamento dei muscoli o altri ancora.

Inoltre, un cambiamento delle informazioni esterne può determinare degli aggiustamenti nell'esecuzione dell'azione motoria in modo tale da fornire la migliore prestazione possibile. Tale relazione tra informazioni percettive ed azione motoria viene definita da Smyth [1984] modificabilità del movimento.

Quindi, facendo riferimento ai movimenti volontari che un essere umano può eseguire, il sistema nervoso centrale deve trasformare tutte le informazioni relative al movimento desiderato in un pattern di alterazione muscolare in modo tale che i segnali nervosi appropriati attivino i muscoli in grado di far eseguire un qualsivoglia spostamento del corpo o di parte di esso.

1.1 Le teorie ed i modelli del controllo motorio

Per eseguire un movimento in maniera corretta e fluida è necessario che tutte le componenti del movimento seguano un determinato ritmo, o timing, di attivazione. Soltanto quando questo timing di attivazione/disattivazione dei muscoli e segmenti corporei diventa armonico, si può parlare di controllo motorio.

Dagli studi riguardanti il controllo dei movimenti da parte del sistema nervoso centrale sono derivati due modelli, sostanzialmente opposti, sul controllo motorio, definiti a circuito chiuso [von Holst, 1954] e a circuito aperto [James, 1890]. Da un lato si suggerisce “un controllo basato

prevalentemente su fattori periferici” [Nicoletti, 1992 pg. 109], e dall’altro una “modalità di controllo centrale che non necessita delle informazioni provenienti dalla periferia” [Nicoletti, 1992 pg. 1110],

1.1.1 Il controllo motorio a circuito chiuso

Il controllo motorio a circuito chiuso si basa sul feedback, sia quello derivante dal risultato finale, che quello propriocettivo e quello derivante dalla posizione del corpo nello spazio: l'informazione periferica è in grado di aggiornare, correggere e modificare la postura del corpo in tempo reale. Perché si verifichi questo, l'informazione derivante dagli organi di senso deve essere confrontata con l'obiettivo iniziale del movimento e l'apparato del circuito deputato all'esecuzione deve rivelare gli errori ed inviare i comandi di correzione alla componente effettrice del circuito. Queste operazioni daranno luogo ad un ciclo successivo fino alla conclusione del movimento. Quindi, l'errore viene elaborato a livello dello stadio di identificazione dello stimolo, mentre la scelta della correzione da mettere in atto avviene nello stadio di selezione della risposta, mentre nello stadio della programmazione della risposta vengono organizzate e iniziate le modificazioni da apportare al movimento.

Quindi parti integranti e fondamentali del sistema di controllo a circuito chiuso sono (fig. 1.1):

- un sistema esecutore che contiene al suo interno i sistemi di identificazione dello stimolo, della selezione della risposta e della programmazione della risposta;
- un sistema effettrice composto dal programma motorio, dal midollo spinale e dai muscoli;
- un sistema comparatore al quale afferiscono sia le informazioni dello stato desiderato, derivanti dal sistema esecutore, sia i feedback propriocettivi che esteroceettivi. Tale sistema ha il compito di comparare, quindi, lo stato attuale con lo stato desiderato, e di

rimandare al sistema esecutore eventuali feedback sulle correzioni da eseguire;

- il feedback relativo al movimento che si sta eseguendo e che può essere propriocettivo ed esteroceettivo.

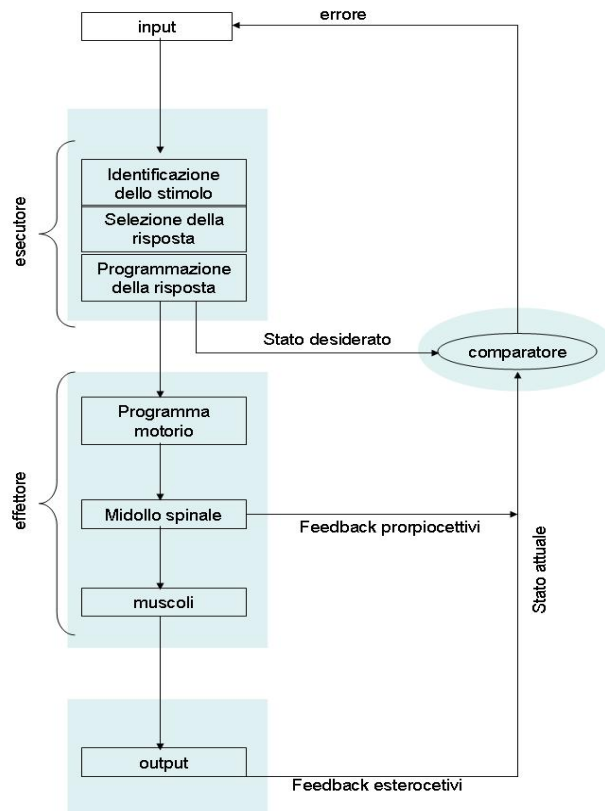


Figura 1.1: modello concettuale di sistema di controllo a circuito chiuso. [da Schmidt, Wrisberg; 2000]

Adams [1971] prevede l'esistenza di due meccanismi, la *traccia percettiva* e la *traccia mnestica*.

Nella prima sono rappresentate tutte le informazioni della corretta esecuzione di un movimento: "è l'immagine del movimento" [Nicoletti, 1992 pg.121] che viene continuamente confrontata ed aggiornata con il feedback del movimento in esecuzione finché non esiste una perfetta corrispondenza tra la traccia percettiva ed il feedback proveniente dagli organi di senso. Come riporta Nicoletti [Nicoletti, 1992 pg.120] questo è "un magazzino in cui

sono specificate le conseguenze sensoriali che il movimento effettuato, per esser corretto, deve aver ottenuto” [Harvey, Greer; 1980].

La traccia mnestica viene definita come la rappresentazione del movimento che si vuole eseguire, ed ha la funzione di selezionare la risposta motoria e di iniziarne l'esecuzione. Le ripetizioni del movimento consentono alla traccia percettiva di aggiornare quella mnestica (fig. 1.2). Quindi è possibile rimarcare che diventano basilari, per il sistema di controllo a circuito chiuso, il sistema periferico in grado di rilevare le informazioni sensoriali relative all'esecuzione del movimento, una rappresentazione interna del movimento con la quale confrontare il feedback, e un meccanismo in grado di confrontare la rappresentazione mentale con le informazioni sensoriali e che mette in atto le correzioni ove necessario [Nicoletti, 1992].

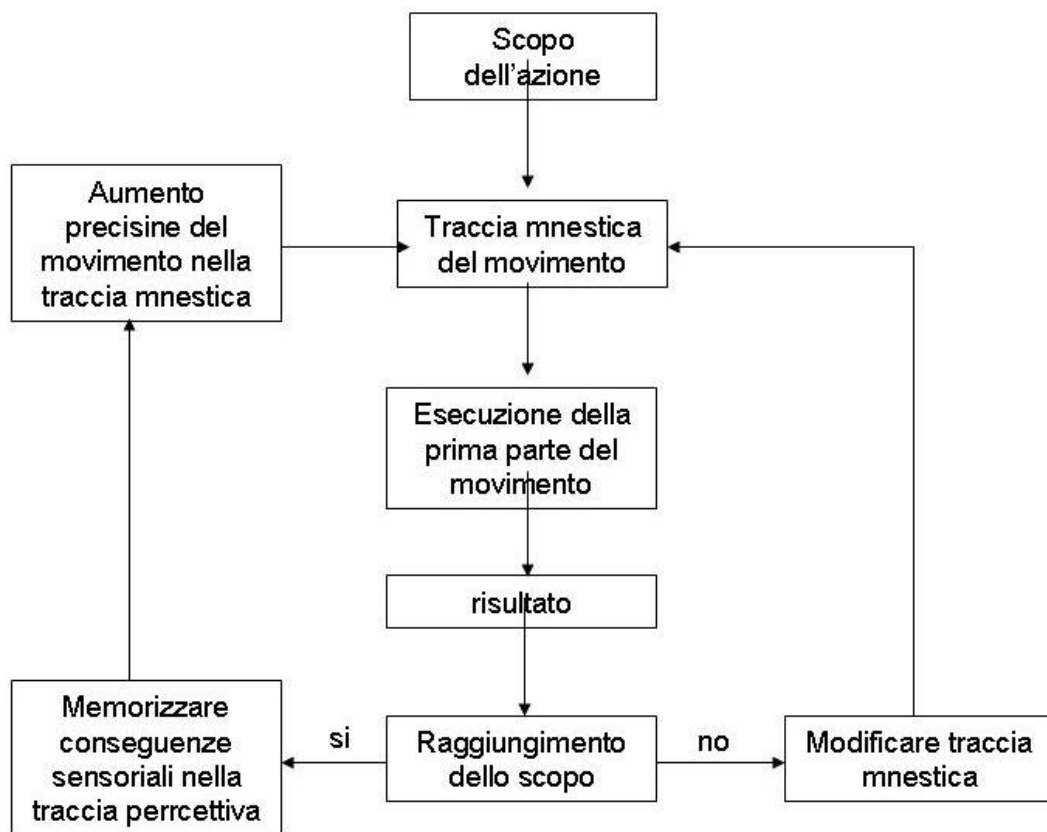


Figura 1.2: modello concettuale di sistema a circuito chiuso proposto da Adams (1971) [da Nicoletti, 1992]

L'elaborazione, inserita nel sistema di controllo a circuito chiuso, è vantaggiosa in quanto consente la messa in atto di una serie di strategie ed opzioni motorie in funzione di un particolare compito, e consente quindi al sistema una certa flessibilità. Ovviamente tale elaborazione rende questo tipo di controllo inadeguato per tutti quei movimenti che non vengono eseguiti in un tempo sufficientemente lungo, in quanto è stato dimostrato [Gao, Zelaznik, 1991] che, affinché il feedback venga percepito ed elaborato prima che il movimento si sia concluso, il tempo necessario per agire una correzione è di circa 150-200 msec.

Schmidt et al. (2000) postulano l'esistenza di altre tipologie di circuiti feedback più rapidi di quelli deputati alla raccolta di informazioni sensoriali esteroceettive. Gli autori propongono, all'interno del sistema a circuito chiuso, anche la presenza di un circuito rappresentato dai riflessi spinali, suddiviso in riflessi spinali di allungamento muscolare, che chiamano M1, e in "circuiti neuronali più lunghi relativi a forza e lunghezza del muscolo e anche alla posizione e al movimento degli arti" [Spinelli, 2002 pg. 24] (chiamato M2) (fig. 1.3).

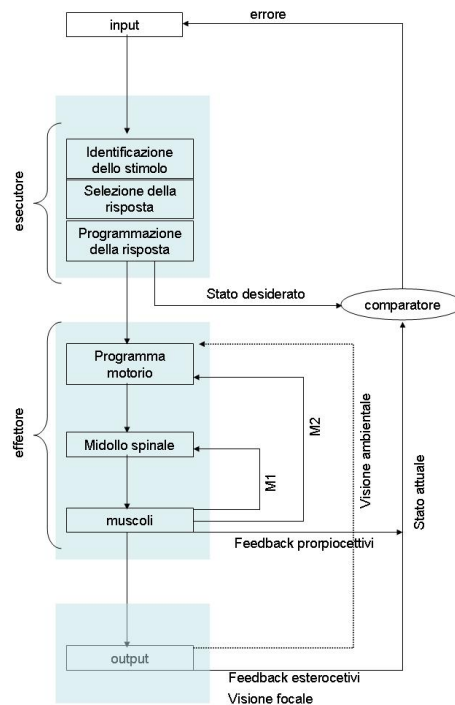


Figura 1.3: i circuiti riflessi ed il circuito visivo breve nel modello di Schmidt et al. (2000)

Quindi se i movimenti sono compresi tra 100 e 200 msec l'atleta può trarre beneficio dalle informazioni trasmesse da questi circuiti, ma non dal feedback lento (esterocettivo).

Come si può vedere dalla figura 1.3, nel modello è presente anche un circuito visivo a feedback breve, chiamato visione ambientale, che "riguarda prevalentemente l'informazione contenuta nel flusso ottico" [Spinelli, 2002 pg. 25] e che viene elaborata in maniera automatica e non passa attraverso il sistema esecutore. Si può aggiungere che le informazioni riguardanti la visione ambientali siano riconducibili al Where degli stimoli che vediamo, mentre quella che nel modello viene definita visione focale si occupa della definizione semantica degli oggetti visti.

Secondo Schimdt et al. [2000 pg. 96] "questo tipo di controllo è adeguato fintanto che si rendono necessarie soltanto due o tre modificazioni di movimento per secondo". Questo spiega come i giocatori di calcio non riescano ad intercettare una palla veloce che rimbalza su una superficie irregolare: i cambi di direzione avvengono in maniera troppo veloce perché il giocatore abbia il tempo di correggere in maniera adeguata il movimento. Inoltre il modello del controllo a circuito chiuso risulta inadeguato anche quando si tratta di spiegare l'esecuzione di abilità di breve durata. Prendiamo ad esempio il calciatore impegnato nel battere un calcio di rigore. Il giocatore valuta la situazione ambientale, come la posizione del portiere, quindi seleziona il movimento da fare, la rincorsa, e di conseguenza seleziona il suo programma motorio, utilizzando una strategia *open* oppure *closed loop* [Kuhn, 1988] di cui parlerò dopo. Fintanto che l'ambiente rimane invariato, il programma motorio selezionato dovrebbe essere adeguato a calciare una palla nella porta avversaria. Ma cosa succede se all'improvviso il portiere inizia a spostarsi lungo la linea di porta, e magari nella direzione in cui il giocatore aveva deciso di calciare? Il calciatore dovrà modificare la postura del corpo per indirizzare la palla in un'altra zona. Se l'informazione ambientale deve passare attraverso gli stadi di elaborazione servirà molto tempo prima

che il movimento venga modificato. E se il movimento avviene poco prima che il giocatore calci la palla, sarà improbabile che calci in maniera efficace.

Nicoletti (1992) e Schimdt et al. (2000), riferendosi al modello proposto da Adams (1971), hanno sollevato il problema dell'immagazzinamento, secondo il quale se il feedback periferico viene confrontato con una rappresentazione preesistente, diventa necessario che siano immagazzinate in memoria tutte le rappresentazioni relative a tutti gli specifici movimenti che una persona è in grado di compiere. Secondo questi autori, vista la moltitudine di movimenti che possiamo compiere, questo tipo di controllo risulta improponibile in quanto il sistema cognitivo andrebbe incontro ad un carico di informazioni immenso. Infine Stelmack [1982] trova problematico spiegare, tramite questo modello, come sia possibile eseguire un'azione per la quale non esista alcuna traccia mnestica, in quanto non si potrebbe ottenere il confronto tra le informazioni sensoriali e la rappresentazione mentale del movimento (problema della novità).

Viste queste critiche e dal momento che il controllo a circuito chiuso risulta troppo lento [Keele, Posner; 1968; Gao, Zelaznik, 1991] per consentire le correzioni di azioni rapide, gli unici movimenti che possono esser messi in atto devono esser già completamente pianificati.

1.1.2 Il controllo motorio a circuito aperto

Il sistema di controllo a circuito aperto non prevede né il feedback né un meccanismo comparatore che rilevi gli errori. Quindi in movimento inizia con un input che viene elaborato per fornire al sistema effettore le informazioni necessarie per produrre l'azione desiderata. Una volta che l'azione è completata, il compito del sistema a circuito aperto è concluso. L'azione non è passibile di aggiustamenti nel corso della sua esecuzione, quindi il sistema a circuito aperto risulta essere efficace finché le circostanze ambientali rimangono invariate, e risulta inflessibile rispetto ai cambiamenti inaspettati. Di conseguenza tale tipo di controllo risulta appropriato soprattutto per controllare quei movimenti che avvengono in contesti stabili e prevedibili. Generalmente il sistema di controllo motorio a circuito aperto possiede un

esecutore che fornisce delle informazioni sul *sequencing* e sul *timing* in anticipo rispetto al movimento, un sistema effettore che esegue fedelmente le istruzioni date e nessun sistema di rilevamento degli errori.

Un primo modello di sistema di controllo a circuito aperto è quella fornita da James (1890) e definito *ipotesi delle risposte a catena*. Tale ipotesi prevede che il movimento inizi da una stimolazione endogena oppure esogena alla quale si accompagna la contrazione muscolare. Tale contrazione da origine ad un feedback che fa iniziare un secondo movimento. Il ruolo del feedback in questo tipo di controllo è completamente diverso rispetto a quello presente nel sistema di controllo chiuso: mentre nel secondo il feedback consente di correggere on-line la prestazione motoria che si sta eseguendo, nel primo il feedback ha una funzione attivante rispetto ad un movimento, o sub-movimento, successivo.

Il sistema di controllo a circuito aperto riesce quindi a dare una spiegazione alla “corretta successione dei sub-movimenti che formano un movimento, e dei movimenti che a loro volta compongono un’azione” [Nicoletti, 1992 pg. 129]. L’ipotesi di un tale controllo può essere una valida spiegazione per quelle azioni costituite da concatenazioni di movimenti, come allacciarsi le scarpe, fare il nodo alla cravatta, nuotare, fare cyclette, ed inoltre tale ipotesi è utile nella spiegazione di movimenti veloci come tirare un pugno (40-60 msec), calciare una palla o lanciare una freccetta.

Un concetto legato al modello di controllo dei sistemi motori a circuito aperto è l’*ipotesi dei gradi di libertà* [Bernstein, 1967], secondo la quale il sistema esecutore deve specificare sia i tempi di attivazione-inibizione di ogni muscolo, sia la corretta coordinazione di questi nei movimenti complessi. Visto che questa funzione del sistema esecutore allungherebbe ancor di più i tempi di elaborazione e decisione, Bernstein ed altri autori hanno ipotizzato la presenza di una *struttura di coordinamento*, che vedremo in seguito.

Un altro modello di controllo a circuito aperto è il *programma motorio*. In questa modalità di controllo l’intero movimento è completamente rappresentato e programmato ai livelli più alti del sistema nervoso centrale,

ed una volta attivato questo porta a termine l'azione senza utilizzare alcun tipo di feedback.

1.2 Il programma motorio

Nelle azioni veloci che compiamo, e soprattutto in quelle sportive, non abbiamo il tempo di elaborare le informazioni riguardo agli errori di movimento che commettiamo, perciò dobbiamo pianificare correttamente l'azione prima di iniziarla. Se consideriamo l'esempio di una rigorista che deve calciare la palla in una zona predeterminata della porta, il meccanismo esecutore elabora l'informazione ambientale (distanza della palla, zona della porta dove calciare la palla) per decidere che tipo di rincorsa e che tipo di postura adottare. Una volta presa la decisione il controllo passa al sistema effettore che trasmette i segnali nervosi al midollo spinale e successivamente ai muscoli. Di conseguenza possiamo vedere come il modello di programma motorio preveda tre stadi di elaborazione di un input: l'identificazione dello stimolo, la selezione della risposta e la programmazione della risposta stessa.

Il programma motorio definisce i muscoli che si devono contrarre, la loro sequenza e l'andamento temporale delle contrazioni. "Nella sua formulazione più generale, il programma motorio può quindi esser definito come una rappresentazione astratta della sequenza di un'azione" [Nicoletti, 1992 pg. 141]. Quindi, una volta diventati esperti, per esempio, nel calciare la palla, la produzione del movimento avviene senza una richiesta impegnativa di attenzione, e di conseguenza "grazie al controllo motorio mediante programma, intere sequenze di azione vengono messe in atto senza bisogno di ulteriori operazioni organizzative" [Schmidt et al., 2000 pg. 137]. Numerosi studi [Turvey, Show, Mace, 1978; Luarent, Thomson, 1988; Bruce et al., 1996; Land, McLeod, 2000] hanno dimostrato come il programma motorio non contenga solo informazioni sui muscoli o gruppi di muscoli da muovere per eseguire il movimento, ma anche quelle (*struttura di coordinamento*) relative ai parametri, come la velocità, l'ampiezza e la forza del movimento stesso. Quindi il "grado di astrattezza sarebbe dato dall'organizzazione gerarchica delle diverse variabili all'interno del programma motorio", [Nicoletti, 1992 pg.

142], dove le informazioni relative ai muscoli sono poste all'ultimo livello gerarchico. Di conseguenza programmi motori relativi ad effettori diversi possono condividere tutti i livelli più alti del programma. Quindi "se il programma motorio è rappresentato centralmente ed in esso sono contenute le informazioni relative agli aspetti più generali del movimento, allora è ragionevole pensare che non esistano tanti programmi per quanti sono i movimenti possibili, in quanto i movimenti simili faranno capo allo stesso programma motorio e si differenzieranno soltanto per quanto riguarda i muscoli impiegati" [Nicoletti, 1992 pg.142]. Il lavoro di Raibert (1977) è la conferma dell'organizzazione gerarchica dei programmi motori. L'autore ha chiesto ai suoi soggetti di scrivere un palindromo¹ utilizzando 5 diversi sistemi effettori: con la mano destra, con il polso immobilizzato, con la mano sinistra, con la penna tra i denti, e con la penna tenuta tra le dita dei piedi. I risultati dimostrano una notevole somiglianza tra le 5 frasi scritte, e conclude che "la struttura temporale fondamentale del movimento sembra essersi mantenuta nelle varie condizioni motorie" [Schmidt et al., 2000 pg.142] e che esisterebbero soltanto delle differenze riguardanti ai parametri più periferici, quindi quelli inerenti alla specificità coordinativa dei gruppi muscolari attivati.

Turvey et al. (1978) aggiungono, in contrasto con l'ipotesi di Bernstein (1967), che le unità coordinative del programma motorio sono dotate di un certo grado di autonomia, e propone come esempio le mani che sono organizzate per lavorare in sincronia e per cui risulta difficile "dissociarne l'attività a comando" [Nicoletti, 1992 pg. 131]. Quindi la struttura di coordinamento, descritta da questi autori, avrebbe anche il compito di coordinare le varie articolazioni coinvolte in un movimento in modo che "la variazione in una articolazione verrebbe bilanciata da una variazione di segno opposto in altre articolazioni, ed il movimento verrebbe controllato nella sua completezza" [Nicoletti, 1992 pg. 131].

Keele e Posner (1968), misurando l'effetto del feedback su movimenti con diverse velocità, hanno testato l'esistenza del programma motorio. I

¹ una sequenza di caratteri che, letta a rovescio, rimane identica.

partecipanti dovevano spostare la mano da un punto A e toccare, entro un dato tempo stabilito dallo sperimentatore, un punto B. Le condizioni temporali in cui i soggetti dovevano eseguire il movimento erano 4: 150, 250, 350, 450 msec. Prima di iniziare l'esperimento vero e proprio i soggetti venivano sottoposti ad un training alla fine del quale riuscivano ad eseguire il movimento entro il tempo prestabilito. Dopo che i soggetti avevano appreso le tempistiche del movimento da compiere, durante le sessioni sperimentali, veniva spenta la luce, in modo tale da impedire che i soggetti ricevessero il feedback visivo del movimento stesso. I risultati ottenuti dimostrano come la probabilità d'errore dipendesse dal feedback solo per i movimenti effettuati con tempi superiori ai 250 msec, mentre al di sotto di questo tempo il feedback visivo non influiva sull'esito della risposta motoria. Questo indica che, per movimenti brevissimi, il programma motorio specifica in maniera aprioristica e completamente al suo interno le caratteristiche del movimento stesso.

Dall'esperimento di Keele e Posner (1968) e dagli studi successivi di Keele e Summers (1976) si può concludere che il programma motorio si pone in alternativa all'ipotesi del sistema a circuito chiuso solo per i processi che avvengono durante l'esecuzione del movimento. In questi studi l'importanza del feedback non viene messa in discussione: il modello proposto da Keele e Summers propone che esista una comparazione tra i feedback attesi e generati dal programma motorio e quelli reali, propriocettivi ed esteroceettivi. Se le due tipologie di feedback, attesi e reali, non coincidono, significa che per qualche ragione il movimento non è stato eseguito come previsto dal programma motorio e quindi o il programma motorio verrà corretto oppure ne verrà selezionato uno diverso. In questo modello, a differenza del modello descritto da James (1890), il feedback non serve solo come inizio del movimento successivo ma anche come correzione a posteriori del movimento appena conclusosi.

Altri esperimenti [Gao, Zelaznik, 1991] hanno misurato la latenza minima necessaria per bloccare un movimento già iniziato grazie all'utilizzo di una stimolazione esterna, concludendo che "mentre per i movimenti lenti il tipo di

controllo esercitato può avvenire mediante un modello a circuito chiuso, il modo plausibile per il controllo e l'esecuzione di movimenti veloci (al di sotto cioè di 200-250 msec) è quello a circuito aperto, mediante un programma motorio preparato in anticipo" [Nicoletti, 1992 pg.141].

1.3 Il modello concettuale della prestazione umana secondo Schmidt

Schmidt e Wrisberg [2000] hanno proposto un modello concettuale della prestazione umana comprendente sia la componente di controllo a circuito chiuso che quella a circuito aperto. Per quanto riguarda le componenti a circuito chiuso queste sono, come già detto in precedenza, il sistema esecutore, il sistema effettore, il feedback ed il sistema comparatore. Questo comparatore confronta il feedback derivante dallo stato attuale del sistema con lo stato desiderato e trasmette all'esecutore qualsiasi discrepanza. Il feedback sensoriale e sensitivo vengono confrontati dal comparatore con i feedback attesi ed anche in questo caso ogni discrepanza viene comunicata all'esecutore.

L'implementazione del sistema di controllo a circuito chiuso all'interno del modello concettuale della prestazione umana dovrebbe consentirci di comprendere sia i processi implicati nel controllo dei movimenti lenti, sia quelli implicati in movimenti relativamente veloci: nei movimenti lenti si possono eseguire delle correzioni in tempo reale, mentre per i movimenti più rapidi tali correzioni possono essere applicate solo dopo che il movimento è stato completato. Come si può notare gli stadi di elaborazione

dell'informazione sono una caratteristica essenziale del controllo a circuito chiuso.

Ovviamente quest'elaborazione, che gli autori definiscono *elaborazione controllata*², richiede risorse di tempo e di attenzione. Per ovviare almeno in maniera parziale alle limitazioni date dalle capacità di elaborazione delle informazioni è stato inserito il circuito del sistema riflesso nelle sue due sub-unità M1 ed M2.

L'implementazione del modello a circuito chiuso ci consente anche di spiegare come le persone riescano a mantenere "un particolare stato di comportamento motorio" [Schmidt et al., 2000 pg 104]. Per esempio tutte le tipologie di postura che conosciamo richiedono un certo tipo di controllo a circuito chiuso, dove il comparatore confronta continuamente la somiglianza tra feedback atteso e quello reale [Schmidt et al., 2000]. Questa tipologia di controllo risulta utile anche in compiti di *tracking* in quanto le persone devono ininterrottamente inseguire un bersaglio che varia nel tempo e nello spazio continuamente.

Le azioni veloci e potenti vengono controllate invece con una modalità a circuito aperto con uno scarso intervento dei feedback, quindi il programma motorio definisce quali muscoli devono contrarsi e la sequenza della contrazione stessa. Questi movimenti vengono eseguiti in maniera automatica, senza l'intervento della coscienza. All'interno del modello concettuale proposto dagli autori le parti che formano il sistema a circuito aperto sono: l'identificazione dello stimolo, la selezione della risposta, la programmazione della risposta, il programma motorio, il midollo spinale, i muscoli e l'output (fig. 1.4, parti ombreggiate).

² tipo di elaborazione delle informazioni che è lenta, seriale e richiede attenzione e volontà; prevale negli stadi iniziali dell'apprendimento

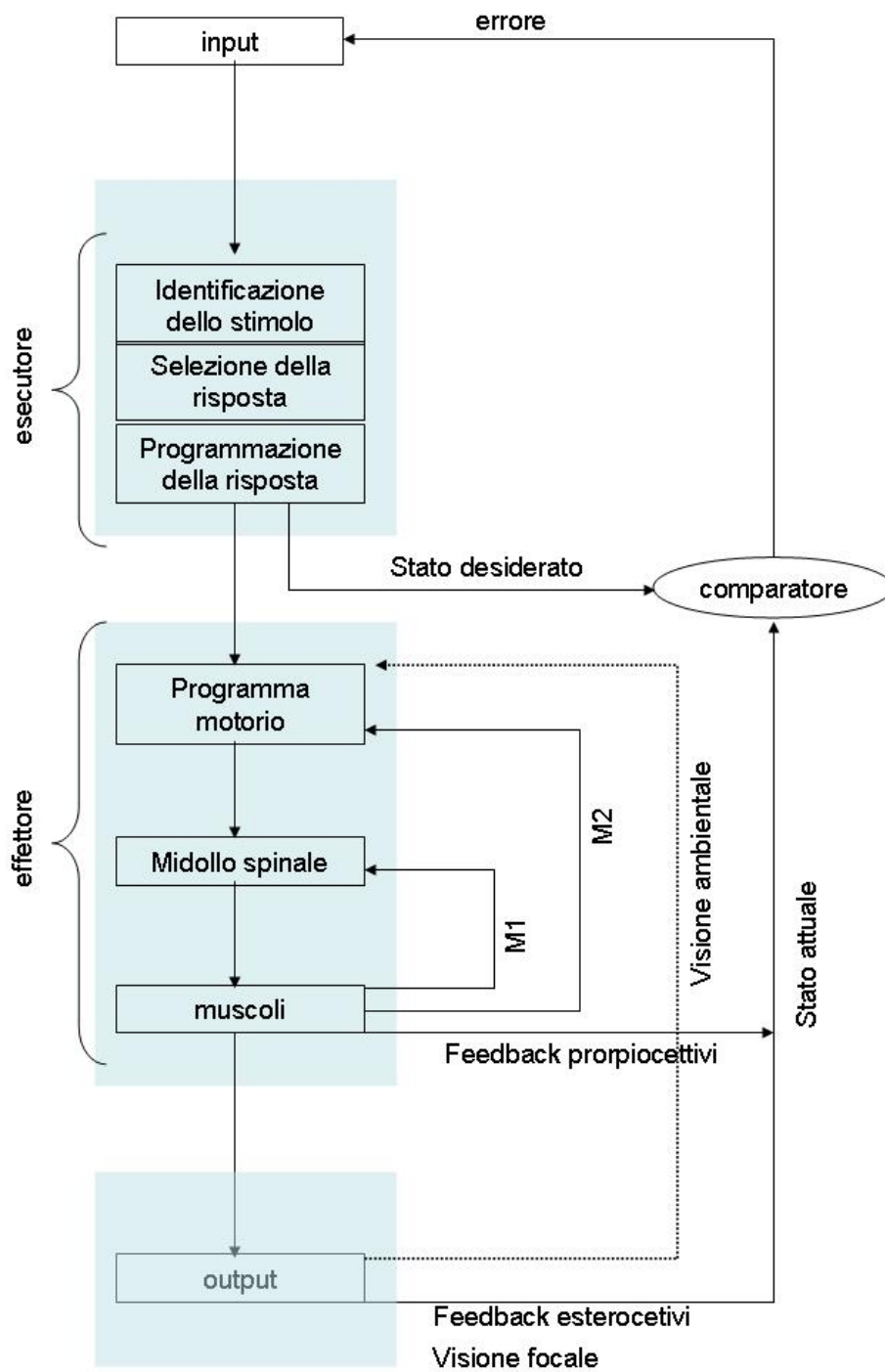


Figura 4: modello concettuale di programma motorio generalizzato secondo Schmidt e Wrisberg (2000)

I programmi motori diventano quindi una parte importante del modello concettuale proposto dagli autori in quanto lavorano all'interno del sistema motorio e in associazione con i feedback, al fine di produrre azioni abili e flessibili [Schmidt et al., 2000]. Il sistema di controllo a circuito aperto fornisce il pattern motorio che può venir modificato, quando necessario, mediante i processi a feedback presenti nel controllo a sistema chiuso. Queste affermazioni sono sostenute da due studi [Rosenbaum, 1989; Steenbergen, Marteniuk, Kalbfleisch; 1995] nei quali si conclude che le funzioni del programma motorio sono quelle di bloccare determinate articolazioni per ridurre il numero delle correzioni da eseguire in tempo reale, e di programmare l'inizio del movimento in funzione della posizione finale del arto, dell'insieme di arti o dell'intero corpo.

Questo modello concettuale permette alle persone di operare sia secondo il sistema a circuito chiuso che secondo quello a circuito aperto, in base alla natura del compito. "Naturalmente entrambi i tipi di controllo sono attivabili e possono persino operare più o meno simultaneamente a seconda della natura del compito, del tempo necessario e di altri fattori" [Schmidt et al., 2000 pg 134]. Nel caso di movimenti veloci il controllo a circuito aperto permette al sistema motorio di programmare in anticipo un'intera azione, includendo nelle informazioni i muscoli specifici a cui mandare i vari comandi, l'ordine di contrazione e decontrazione dei muscoli attivati, la forza relativa, il timing relativo di ogni singola contrazione, di ogni singolo movimento e di ogni singola sequenza da mettere in atto. Quindi secondo il modello proposto da Schmidt "l'organizzazione centrale dei movimenti è la principale fonte di controllo motorio" [Schmidt et al., 2000 pg. 134], ma è altrettanto ovvio che l'informazione sensoriale modifica i comandi centrali in vari modi.

Schmidt e coll., per ovviare ai problemi della novità³ e dell'immagazzinamento⁴, introducono, al posto della teoria del programma

³ limite della teoria del programma motorio semplice, basato sulla nozione che non saremo in grado di produrre movimenti nuovi o varianti di movimenti già appresi, non ancora esercitati in precedenza, poiché avremo sviluppato programmi motori specifici per produrre quei dati movimenti [Schmidt et al., 2000].

⁴ limite della teoria del programma motorio semplice, basato sulla nozione che sarebbe necessaria una capacità di memoria enorme per immagazzinare tutti i singoli programmi motori atti a controllare il numero praticamente illimitato di movimenti diversi che siamo in grado di produrre [Schmidt et al., 2000].

motorio semplice, il concetto di programma motorio generalizzato, il quale definisce “il programma come un pattern motorio immagazzinato in memoria” [Schmidt et al., 2000 pg. 140], e “che a differenza del pattern del programma motorio semplice, il programma motorio generalizzato è tale che può essere modificato leggermente nel corso dell’esecuzione del programma, consentendo all’esecutore di aggiustare il movimento al fine di far fronte a mutate esigenze ambientali” [Schmidt et al., 2000 pg 140]. Quindi il programma motorio generalizzato determina un pattern di movimento piuttosto che un movimento specifico, in maniera tale da essere così flessibile per adattarlo al fine di produrre varianti motorie adatte e modificate in funzione alle richieste ambientali. L’affermazione sul tennis di Bartlett secondo la quale “quando io eseguo un colpo, non produco mai qualcosa di assolutamente nuovo, ma nemmeno ripeto qualcosa di vecchio” [Schmidt et al., 2000pg. 140], lo studio di Armstrong (1970) per cui i pattern di uno stesso movimento ripetuto diverse volte non risultano mai uguali a se stessi per quanto riguarda il timing di esecuzione, ma mantengono la struttura fondamentale [Schmidt et al., 2000], e lo studio già citato di Raibert (1977), sembrano confermare l’esistenza di un programma motorio generalizzato.

All’interno di questo modello concettuale, caratteristiche quali il timing e l’ampiezza del movimento, gli arti o i muscoli utilizzati sono “caratteristiche relativamente superficiali dei pattern motori” [Schmidt et al., 2000 pg. 142], definite *parametri*, appunto perché sono caratteristiche modificabili di un programma motorio generalizzato. Per esempio, possiamo ammettere che un calciatore impegnato nel tirare un calcio di rigore elabori le informazioni ambientali e che selezioni il programma motorio secondo lui più adatto per effettuare il tiro. Una volta deciso quale sia il programma motorio più adatto, l’atleta può modificare il programma generalizzato per la situazione specifica, modificando quelli che vengono definiti i *valori dei parametri*⁵.

⁵ valori assegnati ai parametri di un programma motorio generalizzato, ad esempio, tempo di movimento, ampiezza, piede: consentono di adattare il pattern motorio per far fronte a richieste specifiche della situazioni [Schmidt et al., 2000].

Quindi tramite l'utilizzo dei programmi motori generalizzati le persone possono modificare i pattern motori appresi per far fronte a richieste ambientali variabili.

CAPITOLO 2

LA DECISIONE

Lo sport è un'attività alquanto complessa ed evoluta, in quanto risultato dell'interazione continua tra corpo e processi cognitivi, che da esso traggono le informazioni e ad esso restituiscono un'organizzazione sistematica e coordinata delle sue parti [Nicoletti, 1992].

Il compito della psicologia dello sport è proprio quello di cercare di ottimizzare questo processo, in modo che l'efficienza dell'atto motorio sia progressivamente crescente [Agostini T., et al. 2005]. Quindi l'obiettivo è quello di migliorare la performance dell'atleta, cercando di standardizzare nel tempo il livello di prestazione in modo da raggiungere dei solidi automatismi psico-motori [Agostini T., Righi G. e Galmonte A. 2005].

In qualsiasi tipo di sport, come abbiamo visto nel capitolo precedente, lo stimolo percettivo associato all'azione è fondamentale. Pertanto possiamo affermare, in accordo con Schmidt et al. (2000), che l'esecuzione di un movimento è composta da più stadi: il primo percettivo, in cui sono percepiti ed analizzati gli elementi; il secondo, decisionale in cui viene scelta l'azione motoria da intraprendere; ed il terzo esecutivo in cui il movimento viene messo in atto [Stein, 1987].

Negli sport di situazione le stimolazioni esterne sono in genere molto diversificate e complesse, e le risposte adeguate, da produrre rapidamente, non sono note con certezza assoluta. In generale, secondo la legge di Hick (1952), esiste un rapporto lineare tra i tempi di reazione ed il logaritmo del numero delle alternative stimolo-risposta: all'aumentare del numero delle possibili risposte si ottiene un graduale incremento dei tempi di reazione. L'aumento delle azioni difensive che può eseguire un portiere esperto, impegnato nel parare un calcio di rigore, incrementa parallelamente il numero di tipologie di calci che una rigorista può mettere in atto per segnare una rete.

Nella fattispecie, questo giocatore, nelle condizioni d'incertezza, deve elaborare un numero d'alternative motorie per decidere la tipologia di "attacco" più efficace.

2.1 La psicologia della decisione

Per decisione s'intende "la scelta tra più opzioni possibili che sono date, [...] è quindi costituita dalla selezione dell'alternativa ritenuta più favorevole all'interno di una serie di possibili opzioni" [Iannello et al. 2007 pg. 2]. È possibile stilare una classificazione delle decisioni in funzione del grado di sicurezza dell'esito della decisione stessa: decisioni con esito certo e decisioni da prendere in situazioni d'incertezza. Il *decision making* avviene molto spesso in queste ultime situazioni, per cui prendere decisioni "può essere definito come il processo attraverso il quale le persone scelgono il corso d'azione a cui è associata la maggior probabilità di produrre la conseguenza migliore" [Iannello et al. 2007 pg. 3]. Esistono altri due tipi di classificazione della decisione: il primo si basa sulla lunghezza del processo decisionale, quindi potremmo avere delle decisioni che si esauriscono in un momento ed altre che necessitano la strutturazione in fasi progressive, il secondo tipo si basa sul livello di coscienza del processo decisionale stesso. In questo ultimo caso potremmo definire "automatizzate" quelle decisioni che avvengono senza un controllo cosciente, mentre chiameremmo "ponderate" quelle che richiedono un maggiore quantitativo di tempo, una maggiore complessità e un maggior coinvolgimento della coscienza.

Nell'ambito delle teorie della decisione si distinguono due approcci principali: quello normativo e quello descrittivo. Il primo "pone l'accento sui criteri che stanno alla base delle scelte razionali rese da soggetti ideali pienamente razionali" [Iannello et al. 2007 pg. 3]. Il secondo "identifica i meccanismi del processo di presa di decisione effettivamente messi atto da soggetti reali" [Iannello et al. 2007 pg. 3]. La *teoria della unità attesa* è la più rappresentativa dell'approccio normativo. Partendo dall'idea che le decisioni vengono prese soprattutto in condizioni d'incertezza e di rischio, si assume che "il decisore si rappresenti le alternative associando ad ognuna di esse un

valore numerico che esprime la probabilità di verificarsi di ciascun esito" [Iannello et al. 2007 pg. 3]. Il concetto di valore, introdotto da questa teoria, esprime "la valutazione delle conseguenze di una scelta tenendo conto della probabilità che tali conseguenze si verifichino effettivamente" [Iannello et al. 2007 pg. 3]. Si tratta del risultato di un'operazione mentale che si ottiene moltiplicando il valore assoluto di ogni esito per la probabilità che l'esito stesso si verifichi. Di conseguenza le persone dovrebbero scegliere il valore atteso più elevato rispetto a quello di tutte le altre opzioni. I presupposti fondamentali di tutti i modelli normativi sono: a) che il decisore sia pienamente razionale e b) che il processo decisionale sia un insieme di principi. Alla base di questo approccio esistono quattro assiomi che definiscono la razionalità della scelta:

- assioma della cancellazione delle componenti comuni: nel prendere la decisione vengono ignorate le componenti comuni alle diverse opzioni; "pertanto, la scelta dipende esclusivamente dalle differenze tra le alternative" [Iannello et al. 2007 pg 5];
- assioma della transitività: il processo decisionale prevede una certa coerenza interna nelle preferenze;
- assioma dell'invarianza: la scelta non è influenzata dalla modalità con la quale vengono presentate le differenti opzioni;
- assioma della dominanza: le opzioni sono definite da diverse dimensioni, e sulla base delle valutazioni di tali dimensioni, il decisore esprime un ordine di preferenza.

Successive evidenze empiriche hanno dimostrato che gli assiomi proposti non sono sempre rispettati e che la loro violazione non è casuale, ma sistematica e prevedibile. Di conseguenza si è giunti alla conclusione che tali assiomi non sono in grado di descrivere e prevedere il comportamento di scelta.

Dalle critiche rivolte all'approccio normativo al *decision making* si sviluppa la necessità di descrivere le modalità e i meccanismi psicologici dei processi decisionali. La *teoria della razionalità limitata* e quella *del prospetto* sono le due teorie più accreditate in merito all'approccio descrittivo. Secondo la

prima, il processo decisionale non segue le regole proprie della logica e risente delle capacità cognitive, in quanto "la raccolta, la selezione, l'elaborazione e la memorizzazione delle informazioni presentano limiti sia dal punto di vista strutturale, sia processuale" [Iannello et al. 2007 pg. 7]. Visto che l'acquisizione delle informazioni è un processo selettivo, il sistema attentivo è influenzato dalla quantità d'informazione a cui è possibile prestare attenzione, la memoria risente dei vincoli della memoria a breve termine e di quelli di recupero delle informazioni della memoria a lungo termine, il decisore deve "ricorrere a delle strategie semplificatorie che consentano di far fronte ai compiti complessi" [Iannello et al. 2007 pg. 7]. Di conseguenza, come osservato da Simon (1956), il decisore "anziché attendere a massimizzare l'utilità attesa, si accontenta di esiti soddisfacenti" [Iannello et al. 2007 pg. 7]. Quindi la teoria della razionalità limitata evidenzia come coloro che devono decidere prendano in considerazione solo alcune possibili conseguenze, ignorando le altre, e come l'ordine di preferenza di queste conseguenze sia incompleto.

L'alternativa più accreditata alla teoria dell'utilità attesa rimane in ogni modo quella proposta da Kahneman e Tversky (1979). Tale teoria si pone l'obiettivo di descrivere i processi reali di presa di decisione a partire dall'osservazione dei comportamenti effettivi di scelta, seguendo quindi un percorso inverso rispetto alle teorie normative. "La teoria del prospetto consta di una componente quantitativa e di una descrittiva. La parte quantitativa della teoria coincide fondamentalmente con le funzioni di valore di funzione della probabilità, mentre la parte descrittiva riguarda il processo decisionale vero e proprio in cui avvengono la strutturazione e la valutazione del problema decisionale" [Iannello et al. 2007 pg. 8]. Nella teoria di Kahneman e Tversky il valore di un'opzione viene definito in termini di guadagni o perdite rispetto ad un punto neutro, in quanto il decisore è interessato ai cambiamenti di stato rispetto al livello iniziale piuttosto che agli stati finali in assoluto. Si dimostra così come le persone abbiano una differente sensibilità nei confronti delle vincite e delle perdite: "le perdite pesano più delle vincite, e pertanto l'individuo sembra considerarle in maniera diversa rispetto alle

vincite" [Iannello et al. 2007 pg. 10]. Inoltre il valore di un'opzione non è più moltiplicato per la probabilità oggettiva d'accadimento, ma per il valore soggettivo che ognuno di noi dà alla probabilità che una certa cosa avvenga. Gli autori pongono altresì l'accento sull'importanza della fase di ristrutturazione degli eventi e della loro rappresentazione mentale. La funzione di tale rappresentazione, chiamata frame, è di semplificare e guidare la comprensione di una realtà altrimenti complessa, "costringendo a vedere il mondo da una particolare limitata prospettiva" [Iannello et al. 2007 pg. 12].

2.2 la teoria dei giochi e il calcio

La teoria dei giochi è "la scienza matematica che analizza le situazioni di conflitto e ne ricerca soluzioni competitive, cooperative e non, tramite modelli; ovvero uno studio delle decisioni individuali in situazioni in cui vi sono interazioni tra i diversi soggetti, tali per cui le decisioni di un soggetto possono influire sui risultati conseguiti da parte di un rivale, secondo un meccanismo di retroazione" [Lucchiari et al., 2007 pg.28]. Nella teoria dei giochi tutti sono a conoscenza delle regole del gioco e tutti sono consapevoli delle conseguenze d'ogni singola azione. Quindi la teoria dei giochi è l'insieme delle azioni che un individuo adotta come di strategia, in funzione della quale ogni giocatore ottiene un risultato finale che può essere positivo, negativo oppure nullo. Ovviamente "la strategia da seguire è strettamente determinata, se ne esiste una che è soddisfacente per tutti i giocatori, altrimenti diventa necessario calcolare e rendere massima la speranza matematica del giocatore, che si ottiene moltiplicando i compensi possibili alla loro probabilità" [Lucchiari et al., 2007 pg.28]. Nella teoria dei giochi viene citato molto spesso il "dilemma del prigioniero"⁶, in quanto esempio di violazione dell' "ottimo paretiano", cioè

⁶ È un gioco a informazione completa proposto negli anni Cinquanta da Albert Tucker come problema di teoria dei giochi. Oltre a essere stato approfonditamente studiato in questo contesto, il "dilemma" è anche piuttosto noto al pubblico non tecnico come esempio di paradosso. Il dilemma, anche se usa l'esempio dei due prigionieri per spiegare il fenomeno, in realtà descrive la corsa agli armamenti negli anni '50 da parte di USA e URSS (i due prigionieri) durante la Guerra Fredda. Il dilemma può essere descritto come segue. Due criminali vengono accusati con prove indiziarie di aver compiuto una rapina. Gli investigatori li arrestano entrambi per il reato di favoreggiamento e li chiudono in due celle diverse impedendo loro di comunicare. A ognuno di loro vengono date due scelte: confessare l'accaduto, oppure non confessare. Viene inoltre spiegato loro che: a) se solo uno dei due confessa, chi ha confessato evita la pena; l'altro viene però condannato a 7 anni di carcere; b) se entrambi confessano, vengono entrambi condannati a 6 anni; c) se nessuno dei due confessa, entrambi vengono condannati a 1 anno.

della strategia adottata da tutti i partecipanti che fa sì che ognuno possa raggiungere un risultato positivo senza intralciare i risultati positivi degli altri giocatori. Nel dilemma del prigioniero la strategia che viola l'ottimo paretiano è quella in cui entrambi gli indagati accusano l'altro. Definiamo quindi equilibrio di Nash "un profilo di strategie (una per ciascun giocatore) rispetto al quale nessun giocatore ha interesse ad essere l'unico a cambiare" [Lucchiari et al., 2007 pg. 31].

Nella teoria dei giochi, il problema del calcio di rigore fa parte dei "giochi bimatrici di ordine 2". Si tratta di trovare l'equilibrio di Nash (N.E.) in un gioco strategico non cooperativo, dove $I = \{1, 2, \dots, n\}$ è l'insieme dei giocatori, (S_i) sono le strategie del giocatore i -esimo e (U_i) è la funzione guadagno del giocatore i -esimo.

Nei giochi bimatrici, essendoci due giocatori I diventa $I = \{1, 2\}$, le strategie sono due $S_1 = \{s_{21}, s_{22}\}$ e $S_2 = \{s_{11}, s_{12}\}$, cioè il calciatore può calciare a destra o sinistra, e il portiere può parare a destra o sinistra, le funzioni di utilità o guadagno sono:

$$U_1 = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \quad \text{e}$$

$$U_2 = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix}$$

Come abbiamo visto, un esempio di gioco bimatrice è il "dilemma del prigioniero" che ha un unico N.E.: entrambi non confessano.

Nel problema del calcio di rigore $I = \{1, 2\}$ (1=calciatore e 2=portiere), le strategie sono

$$S_1 = \{\text{calciare a destra, calciare a sinistra}\};$$

$$S_2 = \{\text{tuffarsi a destra, tuffarsi a sinistra}\},$$

e le funzioni utilità

$$U_1 = \begin{pmatrix} \alpha & \beta \\ \gamma & \delta \end{pmatrix} \text{ e } U_2 = \begin{pmatrix} \alpha' & \beta' \\ \gamma' & \delta' \end{pmatrix};$$

in generale:

$$U_i = \begin{matrix} dx & sx \\ \frac{dx}{sx} & \begin{pmatrix} u_{11} & u_{12} \\ u_{21} & u_{22} \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Avremo quindi per il calciatore:

α = {probabilità del calciatore di fare goal se tira a destra e il portiere si butta a destra};

β = {probabilità del calciatore di fare goal se tira a destra e il portiere si butta a sinistra};

γ = {probabilità del calciatore di fare goal se tira a sinistra e il portiere si butta a destra};

δ = {probabilità del calciatore di fare goal se tira a sinistra e il portiere si butta a sinistra}.

Mentre per il portiere:

α' = {probabilità del portiere di parare se butta a destra e il calciatore tira a destra};

β' = {probabilità del portiere di parare se butta a destra e il calciatore tira a sinistra};

γ' = {probabilità del portiere di parare se butta a sinistra e il calciatore tira a destra};

δ' = {probabilità del portiere di parare se butta a sinistra e il calciatore tira a sinistra},

e risulta chiaramente che α e $\delta < \beta$ e γ , mentre α' e $\delta' > \beta'$ e γ' .

Usando il "metodo della svastica"⁷ si trova che esiste un unico punto di equilibrio nella strategia mista, cioè la strategia:

$$\pi_1 = (\beta, 1-\beta) \text{ per il giocatore}$$

⁷Metodo matematico per risolvere e per trovare il N.E. nei giochi con strategia mista in cui compaiono 2 giocatori. Quindi trovando la funzione dei valori di probabilità di successo per entrambi i giocatori e ponendole su uno stesso grafico, il metodo della svastica ci consente di trovare il punto di equilibrio pari per ogni giocatore: l'unico punto sul grafico dove le due funzioni si intersecano.

$$\pi_2 = (\alpha, 1-\alpha) \text{ per il portiere}$$

Il N.E. è quello di scegliere dove calciare con probabilità π_1 un attimo prima di tirare. Supponiamo che la matrice U_1 sia simmetrica (stessa probabilità di fare goal a destra o sinistra) allora $\pi_1 = (1/2, 1/2)$. Arrivare sulla palla senza sapere dove tirare e decidere all'ultimo momento è la strategia migliore.

Lo stesso vale per il portiere: deve decidere dove buttarsi un attimo prima che il giocatore tiri.

La letteratura dimostra [Moschini, 2004; Chiappori, Levitt, Groseclose, 2000] che i partecipanti impegnati in un calcio di rigore utilizzano una strategia mista in cui non esiste un unico punto d'equilibrio. Chiappori et al. (2000) propongono che sia il calciatore sia il portiere hanno tre strategie alternative: muoversi a destra, a sinistra, oppure rimanere al centro della porta. Essi ipotizzano inoltre che il calciatore abbia un lato preferenziale verso cui tirare la palla (di solito un tiro "incrociato") definito "natural side". Possiamo creare così una nuova matrice che descrive le probabilità di successo per i giocatori impegnati in un calcio di rigore:

			PORTIERE		
			NS	C	OS
RIGORISTA	NS	PN	TN	TN	TN
	C	U	0	U	U
	OS	T0	T0	T0	P0

dove NS rappresenta il *natural side* del calciatore, C il centro della porta, e OS il lato opposto a quello preferito dal calciatore. Le probabilità di successo vengono così rappresentate nella tabella in quanto il calcio di rigore è un gioco *constant-sum* nel quale l'obiettivo del calciatore è quello di massimizzare le probabilità di successo, mentre quello del portiere è di minimizzarla. Seguendo l'ipotesi di Chiappori et al. (2000), le probabilità di successo possono avere sei differenti valutazioni: TN quando il calciatore sceglie il suo *natural side* ed il portiere sceglie il centro oppure il lato opposto, T0 quando il calciatore sceglie il lato opposto mentre portiere sceglie il *natural*

side oppure centro, PN quando portiere e calciatore scelgono il *natural side*, P0 quando sia il calciatore sia il portiere scelgono il lato posto, 0 quando entrambi scelgono il centro della porta. Si può così assumere che "TN>T0>U>PN>P0>0" [Chiappori, Levitt, Groseclose, 2000]. Descrivendo così il gioco, risulta che questo ha un unico punto d'equilibrio che risulta essere la situazione in cui entrambi i giocatori provano a minimizzare il guadagno massimo dell'avversario.

2.3 La decisione nello sport

L'atleta che si trova opposto ad un avversario, e deve modificare le sue strategie di movimento in base alla reazione dell'altro, "si rende immediatamente conto che una delle variabili più importanti per l'efficacia dell'azione è il tempo che l'atleta impiega per compiere il proprio movimento" [Nicoletti, 1992 pg. 260]. Ovviamente il tempo di cui si parla non è necessario solamente all'esecuzione del gesto, ma anche alla percezione delle azioni interne ed esterne ed alla decisione della tipologia di azione motoria da compiere. Nella nostra situazione sportiva, le tre fasi presentate precedentemente possono essere identificate nel seguente modo: la prima fase con la percezione e l'elaborazione che il rigorista ha rispetto alla posizione del corpo del portiere, degli eventuali movimenti di finta che questi compie durante la rincorsa ed altri indici interni al corpo del rigorista stesso, utili per avere una rappresentazione della situazione. Nella seconda fase, sulla base delle informazioni rilevate nella fase precedente, il rigorista sceglie come ed in quale zona della porta calciare la palla. Nell'ultima fase si ha l'esecuzione del movimento in funzione della scelta fatta. Di conseguenza il tempo di cui abbiamo parlato sopra è la somma tra il tempo di reazione (o percezione secondo Bauer, 1990) della prima fase, il tempo impiegato per scegliere/decidere quale programma motorio mettere in atto ed il tempo di movimento, cioè il tempo impiegato nell'esecuzione movimento.

Prendendo in esame più dettagliatamente i processi sottostanti l'esecuzione di un movimento, possono essere individuati cinque differenti stadi [Nicoletti, 1992].

Nei primi due stadi gli stimoli vengono percepiti, selezionati, identificati e codificati anche in base all'esperienza passata.

Nel terzo stadio avviene la scelta della risposta motoria da effettuare in quel dato contesto. In questo caso "tanto più ricco è il repertorio di risposte conosciute, tanto più numerose saranno le situazioni alle quali l'atleta sarà in grado di rispondere in maniera vincente". È in questo stadio "... che il calciatore che si appresta a battere un calcio di rigore decide di tirare alla destra o alla sinistra del portiere avversario" [Nicoletti, 1992 pg. 261].

Nel quarto stadio viene selezionato il programma motorio che si vuole mettere in atto: il nostro rigorista, in questa fase, caricherà il programma motorio relativo alla rincorsa, al tronco, al piede d'appoggio, al piede che impatterà la palla, alla velocità, alla forza e alla sequenza d'esecuzione, adattandolo alla situazione.

L'ultimo stadio è quello responsabile del movimento vero e proprio.

La mente possiede tempi d'elaborazione delle informazioni e tempi decisionali abbastanza definiti. La maggiore facilità decisionale, riscontrata nell'efficacia delle scelte e nella loro rapidità, deriva da un'appropriata gestione delle informazioni in entrata nel sistema d'elaborazione.

Infatti anche Bauer (1990) riscontra nei suoi studi che l'efficacia e l'accuratezza di un gesto tecnico non dipendono solo dalle componenti condizionali (resistenza, forza e velocità) dell'attività motoria e dalle capacità tecniche, ma anche da quella che Bauer (1990) chiama "velocità dell'atleta". In particolare l'autore definisce la velocità di un calciatore non solo in termini fisici (velocità motoria ciclica ed aciclica), ma come qualità complessa che risulta composta, oltre che da elementi fisiologici e biomeccanici, anche da elementi quali la velocità percettiva, la velocità di anticipazione, la velocità di decisione, la velocità di reazione e la velocità d'intervento.

Dopo una breve trattazione delle varie tipologie di velocità, mi soffermerò su quella che rimane centrale in questo mio lavoro: la velocità di decisione nel calcio.

2.3.1 La velocità percettiva nel calcio

Durante una partita, un calciatore deve filtrare un grandissimo numero di stimoli sensoriali per poter raccogliere ed elaborare solamente quelli importanti per il compimento della sua azione motoria. Per esempio, nei giocatori di altissimo livello l'esperienza di gara ha un ruolo decisivo sulla scelta delle informazioni per lo sviluppo dei successivi movimenti: la direzione e la velocità della palla vengono determinate con grandissima precisione in brevissimo tempo, in modo da intercettare o colpire il pallone al momento giusto. Williams e Burwitz (1993) chiesero ad un gruppo di esperti e di inesperti di visionare dei filmati riguardanti una serie di calci di rigore e di predire in quale di 4 settori (alto-destra, alto-sinistra, basso-destra e basso-sinistra) della porta fosse stato indirizzato il pallone. Gli autori inserirono 4 occlusioni temporali nei filmati: 120 msec e 40 msec prima del contatto piede-palla, al contatto piede palla, e 40 msec dopo l'impatto piede-palla. I risultati dimostrarono come soltanto nelle prime due condizioni le prestazioni degli esperti si rivelassero migliori di quelle dei non esperti.

La "velocità di percezione" è stata studiata grazie a delle simulazioni di partite 11 contro 11 [Williams et al. 1994]. I risultati rivelano che gli esperti sono più veloci nel predire i futuri spostamenti della palla, mentre non si sono riscontrate differenze significative per quanto riguarda l'accuratezza delle risposte.

2.3.2 La velocità di anticipazione nel calcio

Per anticipazione si intende la capacità di un atleta di adeguarsi, in anticipo rispetto al completamento di un evento, correttamente e tempestivamente, pronosticandone le probabilità, per trarre da queste informazioni le giuste conclusioni per le sue azioni future. Quindi l'efficacia dei movimenti di un calciatore si basa, tra le altre cose, sulla capacità di anticipare in maniera adeguata ed efficace le eventuali azioni avversarie, che si riflette su una consona programmazione motoria della propria reazione. Secondo Zaciorskij (1977) "i processi di anticipazione sono molto importanti, sia per la precisione

del gioco sia per la velocità di decisione, la velocità di reazione, e la velocità d'azione e motoria". Egli indica inoltre in 1,5 sec il "tempo ottimale di anticipazione, il tempo cioè che deve indispensabilmente precedere l'inizio della reazione per sfruttare al massimo l'anticipazione". Anche in questo caso l'expertise dell'atleta ha un ruolo determinante sulla performance: "in base alla sua esperienza il calciatore esperto sa calcolare con la massima probabilità di corretta previsione l'andamento del gioco, si trova 'automaticamente' al punto giusto per intervenire nel gioco al momento opportuno e con soluzioni adeguate" [Weineck, 1998]. Inoltre secondo Schmidt et al. (2000) il calciatore esperto si distingue anche per la sua capacità di rendere velocemente disponibili programmi motori attraverso una più rapida velocità di anticipazione, mentre l'inesperto o il giocatore meno qualificato dispone soltanto di una scelta di programmi ritardati o lacunosi.

Come vedremo nei capitoli sperimentali, soprattutto nel 3°, la capacità di anticipazione e la velocità di anticipazione sono qualità fondamentali per i giocatori impegnati nell'esecuzione o nella parata di un calcio di rigore [Agostini T., Righi G., Modolo L., Galmonte A., 2004].

2.3.3 La velocità di reazione nel calcio

Le situazioni di gioco che si presentano in una partita di calcio non sempre consentono di anticipare in maniera efficace l'azione avversaria. In questi casi l'atleta deve possedere una capacità (velocità) di reazione ottimale rispetto alla situazione presentatasi. Secondo Farfel (1977) la reazione motoria si divide in 3 fasi:

1. la fase preparatoria: "il tempo che intercorre tra un segnale preparatorio ed un segnale che innesca la reazione". È caratterizzata dalla concentrazione sul segnale atteso e non incide sul tempo complessivo di reazione benché influisca in modo determinante;
2. la fase di latenza: "il periodo che va dall'emissione del segnale fino all'inizio del movimento di reazione";
3. la fase di esecuzione: il periodo di tempo in cui si svolge il movimento.

Dal punto di vista motorio si possono distinguere 2 tipologie di reazione: quelle semplici e quelle complesse. Nelle prime si mettono in moto solo piccole parti del corpo, e vengono per la maggior parte controllate da processi di dominanza genetica. Le reazioni di tipo complesso sono caratterizzate da movimenti che coinvolgono un gran numero di assi corporei e muscoli. Queste tipologie di scelta sono caratteristiche nel gioco del calcio e dipendono dalla velocità di percezione, dalla tipologia di programmazione motoria, dal numero di gruppi muscolari interessati e dall'allenamento.

Il tempo di reazione è influenzato anche dalla tipologia dello stimolo attivante: la reazione ad un segnale visivo è più lenta rispetto a quella di un segnale acustico. Secondo Zaciorskij (1977) la reazione agli "stimoli visivi può raggiungere in media nei soggetti non allenati una durata di 2,5 sec., negli atleti 0,15-0,20 sec., in casi singolari addirittura 0,10-0,12 sec". Altri autori [Oberste et al, 1974], invece, identificano in 0,13-0,17 i tempi di reazione semplici a stimoli acustici.

2.3.4 La velocità di decisione nel calcio

La velocità di decisione è un parametro fondamentale nel calcio. Essa rappresenta la "capacità di scegliere in brevissimo tempo una tra le potenziali azioni motorie o di gioco possibili" [Bauer, 1990]. Come dimostrato in diverse ricerche [Donders, 1865], più è vasto il complesso delle decisioni da prendere, più lungo è il processo di decisione. Quindi in contesto sportivo, dopo aver analizzato la situazione di gioco, è necessario fissare gli obiettivi e prendere delle decisioni a proposito della realizzazione di una determinata azione di gioco oppure di un determinato programma motorio che alla fine risulti efficace. Alla stessa maniera il tempo di decisione aumenta nel caso di azioni che richiedono dei movimenti non abituali.

I fattori che influenzano la velocità di decisione, come abbiamo visto per la velocità percettiva e per quella d'azione, sono l'esperienza [Lerda, 1996; Vickers et al. 1999; Savelsbergh et al., 2002] e le strategie e disposizioni individuali [Agostini et al., 2004; Agostini et al., 2005; Galmonte et al., 2007; Righi et al., 2007]. Di conseguenza la qualità di una determinata azione

motoria, svolta nel contesto di uno sport di situazione, è determinata dalla velocità con la quale si manifestano i processi cognitivi, soprattutto decisionali, che sono strettamente correlati all'efficacia e alla precisione del movimento stesso.

Konzag (1983) identifica le particolarità dei processi decisionali che un calciatore deve affrontare durante una partita. Queste rispecchiano la complessità delle decisioni rispetto a compiti di reazione semplici, la modalità con cui vengono prese tali decisioni ("decisioni sicure/insicure; potenziale di insicurezza che comporta la situazione di gioco; tolleranza di insicurezza da parte del calciatore"), la singolarità della decisione in funzione delle stesse situazioni di gioco, la diversa pressione psicologica presente nelle situazioni di gioco, e le ristrettezze temporali in cui tali decisioni devono essere prese. Quindi, negli sport di situazione, soltanto il giocatore che "elaborerà adeguatamente le informazioni essenziali nel minor tempo possibile" [Weineck, 1998] avrà le maggiori probabilità di successo. Schellenberger (1985), attraverso studi effettuati con il tachistoscopio, ha dimostrato come la capacità di percepire ed elaborare solo i segnali strettamente necessari all'azione permetta ai giocatori definiti "veloci" di distinguersi dagli altri. "Non c'è da meravigliarsi dunque, che i giocatori 'veterani', a livello di velocità d'intervento, siano ancora più efficienti rispetto ai loro compagni più giovani, nonostante le loro capacità fisiche siano in calando" [Weineck, 2001]. L'esperimento di Schellenberger (1985) conferma le conclusioni secondo le quali l'expertise gioca un ruolo importante rispetto ai tempi di decisione, proponendo che i giocatori adulti hanno tempi di decisione pari a 1945 msec, gli juniores di 2077 msec, ed i giovani di 2283 msec. "Se si considera che una differenza di tempo di 0,03 sec. ad una media velocità di corsa corrisponde ad una distanza di 30 cm, s'intuisce l'importanza della velocità di decisione e di intervento per il calciatore" [Weineck, 1998]. Interessanti sono anche i risultati di Nitzche, riportati nell'articolo di Schellenberger (1985), secondo i quali i tempi di decisione sono molto minori in situazioni di goal (1943 msec) e di dribbling (1948 msec) rispetto alle situazioni in cui si deve effettuare un passaggio (2651 msec). Ciò è

probabilmente dovuto al fatto che bisogna decidere a chi passare la palla e in quale maniera, tenendo conto della situazione di gioco [Schellenberger, 1985].

Negli studi di Demuth (1984) sul tempo d'azione specifico per il calcio applicato ai tiri in porta, con o senza necessità di decisione, si è dimostrato che, in base alle esigenze della situazione, il tempo d'azione totale è costituito in media per il 50-70% dal tempo di latenza, per il 10-20% dal tempo d'esecuzione e per il 20-30% dal tempo di volo del pallone. Tali risultati evidenziano l'importanza del processo di decisione nel tempo d'azione complessivo. L'autore inoltre conclude sostenendo che, se nelle azioni semplici che richiedono una decisione, il tempo complessivo d'azione aumenta di 0,5 sec, in situazioni tatticamente complesse il tempo d'azione triplica [Demuth, 1984]. Anche Konzag (1983) afferma che le decisioni riguardanti la programmazione motoria occupano la maggior parte del tempo d'azione, determinando così la qualità ed il risultato dell'azione tecnico-tattica di un calciatore. Egli sostiene inoltre che le grosse differenze interindividuali dovrebbero essere superate attraverso la standardizzazione della performance nel tempo e che la precisione del giocatore è notevolmente danneggiata dalla ristrettezza temporale in cui egli si trova a decidere. Lo studioso afferma poi che il tempo d'azione dei calciatori, da lui studiati in maniera longitudinale, è relativamente allenabile, nonché relativamente stabile, al punto di poter esser definito come qualità attitudinale: "benché i giocatori che in partenza mostravano prestazioni meno efficaci potessero registrare miglioramenti, anche dopo un anno non raggiungevano ancora le prestazioni dei giocatori più forti. Questo fatto emerge molto chiaramente nei compiti senza necessità di decisione" [Konzag, 1983].

2.4 Il modello di Klein (1989)

In molti sport le decisioni devono essere prese in lassi di tempo estremamente brevi, e, come già detto in precedenza, la qualità del processo decisionale può determinare la differenza tra l'efficacia e l'inefficacia di un gesto atletico, causando per assurdo la vittoria e la sconfitta. Ovviamente le

richieste di un processo decisionale rapido, efficiente ed efficace sono particolarmente evidenti negli sport di squadra, quali il calcio, il rugby, l'hockey ed il basket, ma è possibile generalizzare il modello a tutti quegli sport nei quali le decisioni devono essere prese velocemente e dipendono dall'azione degli avversari come ad esempio il tennis, il tennis-tavolo o il ciclismo. Queste decisioni possono essere definire tattiche, dove per tattica s'intende "la scienza dell'organizzazione e del manovramento delle forze in gioco durante un gara per raggiungere uno scopo", e si basano sull'intelligenza visivo-spaziale, intesa come "l'abilità spostarsi nello spazio, di comprendere l'andamento di un elettrocardiogramma guardandolo su uno schermo o di leggere una pianta architettonica di una casa ed interpretarla in tre dimensioni" [Shah, Miyake 2005]. Tale abilità è centrale negli sport in quanto ci consente di leggere complessi pattern di movimento messi in atto dagli avversari o dai compagni per raggiungere un obiettivo. Questa capacità è essenziale per tutti gli atleti impegnati in sport di tipo open skill, e soprattutto nei team sport, dove esistono sia situazioni di gioco conosciute, come ad esempio il dai e vai, la difesa a zona nel basket o nel calcio, sia situazioni completamente nuove alle quali giocatori devono rispondere nella maniera più efficace possibile. Gli atleti che possiedono tale abilità vengono definite "persone con il senso del gioco", in quanto sanno leggere le tattiche di gioco complesse e posizionarsi nel posto giusto al momento giusto per ricevere un passaggio, anticipare o fermare un avversario o applicare uno schema di gioco [Vickers, 2007].

Tversky (2005) ipotizza che la rappresentazione (pensiero) spaziale possa essere composta da 4 componenti: "lo spazio occupato dal corpo, lo spazio che circonda immediatamente il corpo, lo spazio in cui il corpo può muoversi, e lo spazio delle rappresentazioni esterne".

Nel 2003 Tenenbaum afferma che gli atleti devono conoscere dove indirizzare lo sguardo (*gaze*) e l'attenzione per catturare i cue più importanti di un setting tattico, e suggerisce che gli atleti esperti mantengano la fissazione al centro del setting tattico percependo i cue periferici come parti di grandi *chunk* d'informazione, in modo tale da utilizzare la visione periferica

per monitorare e controllare le azioni tattiche che si svolgono nel setting [Vickers, 2007]. Altri autori [Williams et al., 1999] definiscono questo punto di fissazione *visual pivot*, sostenendo che gli atleti d'élite riescono a percepire diversi e complessi *workspaces* guardando al centro del campo visivo, così da attivare in memoria un gran numero di chunk d'informazioni. A differenza degli atleti esperti, definiti "*context controlled*", i non esperti dirigono la loro attenzione su ogni oggetto presente su campo visivo, venendo così definiti "*target controlled*" [Vickers, 2007 pg. 137]. Quindi la strategia *target control* consiste nel percepire tutti gli oggetti presenti nell'ambiente fino a scoprire il target compatibile con la rappresentazione presente nella memoria. La strategia *context control* consiste invece nella ricerca visiva eseguita sotto il controllo della rappresentazione mnestica, nel tentativo di riconoscere la situazione e di agire in maniera efficace in funzione dell'obiettivo.

Nelle situazioni ambientali il giocatore sarà costretto a shiftare tra le due tipologie di controllo in maniera tale da ridurre il sovraccarico derivato dal processamento delle informazioni, da incrementare l'efficienza della ricerca visiva, e semplificare le elaborazioni della memoria per la selezione della risposta efficace. Alcuni studi [Vickers, 2007] dimostrano come, sia gli atleti d'élite sia i non esperti dirigano la propria attenzione (*gaze*) verso uno specifico stimolo che si trova all'interno dello spazio visuo-motorio in cui essi eseguiranno il gesto motorio.

Il modello della decisione innescata dal riconoscimento (RDP) [Klein, 1999] propone che gli atleti prendano una decisione rapida ed efficace quando devono affrontare situazioni complesse. In questo caso la persona diventa un generatore di decisioni possibili che verranno confrontate con i vincoli imposti dalla situazione per selezionare la scelta più efficace. Secondo l'autore "gli esperti vedono cose che il resto di noi non può vedere, spesso gli esperti non realizzano che gli inesperti non sono capaci di percepire ciò che sembra ovvio per loro", sostenendo così che le decisioni degli esperti sono basate su stimoli critici provenienti dall'ambiente che i non esperti non considerano. Il modello quindi separa gli esperti dai non esperti: i primi potranno fornire una risposta in maniera più rapida ed efficace poiché possono abbinare la situazione

ambientale ad una prototipica presente nella memoria a lungo termine, mentre i secondi, per fornire una risposta adeguata, dovranno cercare un match adeguato tra tutte le decisioni possibili generate e i vincoli imposti dalla situazione.

Molte delle caratteristiche presenti nel modello di Klein si riscontrano nella presa di decisione di atleti: si decide in condizioni di incertezza, sulla base delle conoscenze acquisite, in contesti dinamici ed in costante cambiamento, sotto le richieste temporali del compito. L'atleta quindi è costretto a decidere in funzione degli avversari, del gioco di squadra, delle situazioni ambientali, sulla base delle conoscenze tecnico-tattiche acquisite, tenendo presente che la decisione presa in una situazione, non sarà altrettanto efficace in una successiva situazione simile ma in un ambiente diverso.

Il modello prevede tre tipologie di variazione in funzione della complessità della decisione che la persona deve compiere. La prima avviene quando le persone devono riconoscere uno stimolo, in un ambiente familiare, e compiere un'azione conosciuta. Nell'ambiente sportivo questa variazione, chiamata *if... then*, è molto comune, in quanto dipende dalla naturale ripetitività degli skill tecnici e tattici che gli atleti devono attuare. Queste semplici prese di decisione avvengono, per esempio, nel tiro libero del basket: l'atleta deve riconoscere in quale punto del canestro o del tabellone indirizzare la palla e, di conseguenza, attuare il movimento adatto.

La seconda variazione prevede la presenza di una nuova informazione che deve essere processata in quanto atipica o inusuale, ed un'azione automatizzata che deve essere compiuta successivamente [Vickers, 2007]. Un esempio di questo tipo di *decision making* avviene nell'azione di *putting* del golf, in quanto il movimento di un giocatore esperto è ormai automatizzato ma le informazioni ambientali provenienti dal green (inclinazione, altezza e tessitura dell'erba, posizione della pallina, posizione della buca) variano in funzione di ogni buca.

L'ultima variazione presentata dall'autore riguarda le decisioni derivate da informazioni conosciute ed utilizzate per mettere in atto una nuova azione. Un esempio di questa tipologia di decisioni si verifica quando, nei *teamsport*, una

delle due squadre deve giocare in inferiorità numerica, dovendo così cambiare la propria tattica.

Come fa notare la Vickers (2007), questo modello non tiene conto di una quarta variazione che avviene quando sia l'informazione che l'azione da produrre successivamente sono nuove. Questo tipo di decisione viene presa soprattutto negli sport di tipo *open skill* da atleti non esperti.

Nel contesto della presa di decisione il calcio di rigore può essere definito come una situazione tattica poiché prevede la presenza del portiere. Se quest'ultimo non ci fosse, quello del rigorista potrebbe essere classificato come un semplice compito di *targeting*, invece la sua presenza fa sì che il rigorista debba scegliere l'azione motoria che risulti più efficace sulla base del comportamento del portiere stesso [Vickers, 2007]. Secondo il modello RPD proposto da Klein (1999), il calcio di rigore diventa un gesto atletico quasi privo di uno stress acuto dato dal tempo, se contrapposto al calcio piazzato del rugby o del football, dove il calciatore può essere soggetto a placcaggio da parte degli avversari. Ma considerando la strategia *open skill* presentata da Kuhn (1988)⁸, e quanto riportato nei paragrafi precedenti, possiamo dire che è lo stesso giocatore a porsi in una condizione di stress acuto temporale. Di conseguenza tale modello, nella sua seconda variazione, è applicabile anche ad un calciatore impegnato nell'eseguire un *penalty*: questo perché il tempo a disposizione per compiere una scelta ed eseguire il gesto tecnico è estremamente corto, tipicamente nell'ordine dei 2-3 sec [Weineck, 2001]. Quindi, seguendo le indicazioni di Demuth (1984), il tempo di latenza necessario ad un rigorista si aggira attorno ad 1-1,8 secondi. In uno studio eseguito Morya et al. (2003) sono state identificate due modalità con le quali un calciatore può tirare un rigore: portiere-dipendente e portiere-indipendente. Nel primo caso sembra che il rigorista sia preparato a cambiare la modalità di tiro e la direzione da imprimere alla palla in funzione del movimento del portiere, mentre nella modalità portiere-indipendente il rigorista ignora completamente il comportamento del portiere ed esegue il

⁸ vedremo nel capitolo successivo che Kuhn definisce due modalità per calciare un rigore: la strategia *open skill* e quella *closed skill*.

piano motorio preparato in precedenza. Sia Morya (2003) che van der Kamp (2006) giudicano la strategia portiere-indipendente la più efficace: essi infatti sostengono che il rigorista, dirigendo la testa e lo sguardo, ma non il focus attentivo, verso il basso, sia facilitato nell'utilizzo di tale strategia e prevenga gli errori derivanti dai comportamenti di finta del portiere, potendo inoltre cambiare strategia all'ultimo momento.

Secondo il modello proposto, il processo di decisione può essere distinto in due fasi: la fase della generazione delle opzioni, cioè il tempo che serve a creare le diverse alternative motorie in funzione della situazione specifica, e la fase della selezione dell'opzione, cioè il momento in cui si sceglie e si esegue una delle opzioni. Secondo Hudson (1985), essendo il tempo a disposizione relativamente breve, "non è possibile considerare che la scelta avvenga tra più di 4 opzioni quando un'azione motoria ha già avuto inizio". Quindi il momento di generazione delle opzioni deve essere diviso in due distinte fasi: una fase *offline*, che a mio parere può coincidere con la strategia *closed loop* proposta da Kuhn (1988), nella quale il numero delle possibili opzioni può arrivare a 50, ed una fase *online*, simile a quella definita da Kuhn (idem) *open loop*, quando la scelta avviene tra non più di 4 programmi motori (nel caso di un calcio di rigore si avranno: alto-destra, alto-sinistra, basso-destra, e basso-sinistra).

CAPITOLO 3

ESECUZIONE DI UN PENALTY E PROCESSI DECISIONALI: Analisi del timing

Lo studio sperimentale del calcio di rigore ha suscitato l'attenzione degli psicologi: per esempio nel 1988 Kuhn, dopo aver visionato attentamente molti filmati, ha identificato due classi di strategie impiegate dai portieri e dai rigoristi impegnati nell'esecuzione di un calcio di rigore. Nella prima, definita *open loop*, il rigorista sceglie la direzione da imprimere alla palla all'ultimo momento possibile, cercando di ottimizzare il gesto tecnico acquisendo il maggior numero di informazioni possibili dall'eventuale movimento del portiere. Il portiere, dal canto suo, decide dove tuffarsi immediatamente prima del contatto piede-palla, massimizzando così la probabilità di scelta del lato giusto, poiché ha acquisito il maggior numero di stimoli visivi elicitati dal rigorista stesso.

Nella seconda classe di strategie, definita *closed loop*, il rigorista agisce secondo un piano predeterminato, decidendo prima di iniziare la rincorsa in quale zona della porta indirizzare la palla, mentre il portiere cerca di capire da dalla rincorsa e da altri indici elicitati dal rigorista da quale parte andrà il pallone, muovendosi con qualche frazione di secondo in anticipo rispetto al contatto piede-palla.

Ma quali problemi nascono a seconda delle strategie adottate dai due giocatori che si affrontano? Se il rigorista adotta una strategia *closed* probabilmente fornirà degli indici visivi al portiere che sarà così in grado di intuire la direzione della palla, soprattutto se quest'ultimo utilizzerà una strategia *open*. Al contrario, se il calciatore cercherà di aspettare il più possibile prima di decidere dove piazzare la palla, potrà avere delle difficoltà nel modificare all'ultimo momento la postura del corpo per finalizzare il tiro.

In Williams e Burwitz [1993], per esempio, è stato impiegato un metodo di occlusione temporale per dimostrare come i portieri esperti riescano meglio a prevedere la direzione di un calcio di rigore. Le informazioni rilevanti nel determinare tale traiettoria sono risultate essere la rincorsa di colui che calcia e l'orientamento posturale del suo corpo prima di entrare in contatto con la palla.

Savelsbergh e collaboratori [2002] hanno condotto uno studio sulle differenze motorie nell'anticipazione e nel comportamento visivo durante i calci di rigore, adottando un approccio metodologico che prevedeva la visione di filmati che riproducevano delle sequenze di calci di rigore, e lo spostamento di una barra di comando, mossa dal portiere, in risposta agli stimoli visivi elicitati dal rigorista. Questo comportamento di ricerca visiva è stato studiato mediante la tecnica dei movimenti oculari, ed ha evidenziato che i portieri meno esperti impiegano più tempo nella fissazione di tronco, braccia e del cinto pelvico dei calciatori, mentre i portieri con esperienza maggiore fissano, per un tempo di durata maggiore, la postura del piede che calcia, del piede d'appoggio e la posizione della palla al momento del contatto con il piede.

Agostini et al. [2004] hanno indagato il miglior tempo di azione del portiere impegnato nel parare i calci di rigore. Definendo operativamente il tempo di azione come il gap temporale, espresso in millisecondi, che intercorre tra il contatto piede-palla e l'inizio del movimento del portiere, in un esperimento pilota gli autori hanno notato che i portieri si muovono sempre in anticipo rispetto al movimento della palla. Questi risultati hanno portato gli autori ad ipotizzare che ad una minore anticipazione potrebbe corrispondere una maggiore efficacia della parata e che, di conseguenza, il tempo di azione più efficace debba essere settato sui tempi di reazione del portiere stesso.

Nell'esperimento successivo [Agostini e coll., 2004] il tempo di azione del portiere è stato manipolato, creando tre livelli di anticipazione rispetto al contatto piede-palla: TR, quando questi sono settati sui tempi di reazione del portiere; TR + 300msec, quando l'anticipazione è settata sui tempi di reazione più 300 msec; TR + 600, che corrisponde ad un'anticipazione pari ai tempi di reazione più 600 msec. I risultati indicano che le parate e i movimenti del

portiere nella giusta direzione aumentano quando il tempo di azione del portiere è settato sulla media dei suoi tempi di reazione.

Quando un rigorista deve decidere dove tirare? Quanto deve aspettare l'eventuale movimento del portiere avversario?

A queste domande hanno risposto parzialmente gli studi di Castillo et al. [2000] e di Morya e coll. [2003]. Nel primo gli autori hanno provato a misurare l'efficacia della tattica individuale di un rigorista di alto livello utilizzando un sistema automatico di presentazione degli stimoli visivi per incrementare la performance del rigorista stesso. Gli autori hanno chiesto ai soggetti del loro esperimento di calciare dei rigori con la presenza del portiere, ed hanno raccolto una baseline. Successivamente, hanno sottoposto gli stessi partecipanti ad un addestramento costituito da 10 *trial*, utilizzando il sistema automatico di presentazione degli stimoli visivi, che indicava la direzione da imprimere alla palla, senza la presenza del portiere. Per concludere, hanno eseguito un post-test trovando un incremento della prestazione dei rigoristi e concludendo che il calcio di rigore può essere pianificato come un'abilità di tipo open skill, che dipende quindi dall'azione motoria del portiere. Nella seconda ricerca, Morya e coll., mediante una simulazione al computer, hanno studiato la probabilità del rigorista di rispondere in maniera efficace, durante la rincorsa, al movimento simulato di un portiere. I loro risultati indicano che la performance del rigorista risulta perfetta solo se il movimento del portiere avviene 400 msec. prima del contatto piede-palla, mentre questa scende al minimo se il portiere inizia il suo movimento circa 150 msec. prima del contatto piede-palla.

Come abbiamo appena visto, molti ricercatori hanno studiato il ruolo della percezione nello sport, e come questa possa favorire l'incremento della performance di un atleta. Nel nostro esperimento ci siamo concentrati su come i processi percettivi possano influenzare il timing dei processi decisionali, allo scopo di misurare la latenza che serve a un rigorista per calciare la palla in maniera precisa in un settore della porta segnalato durante la rincorsa.

3.1 METODO

3.1.1 Apparato

Al fine di indagare la relazione tra il tempo di attivazione del processo decisionale relativo alla scelta della zona verso la quale indirizzare la palla e la prestazione del rigorista, abbiamo costruito un sistema automatico di presentazione degli stimoli (fig. 3.1), simile a quello utilizzato da Castillo. Tale sistema è composto da una fotocellula (ReeR minicompact mod. MR 12F) posta sulla rincorsa del rigorista, la quale comanda 8 stimoli luminosi (spot luminosi da 50 watt) posizionati dietro alla porta nel punto corrispondente al centro di ciascun settore in cui è stata precedentemente divisa la porta (fig. 3.2). Queste luci servono da stimolo visivo per indicare all'atleta la direzione verso cui calciare la palla.

Figura



3.1.2 Partecipanti

I partecipanti al nostro studio sono atleti appartenenti alle categorie Under 17 e Under 19. Tutti i rigoristi calciano con la gamba destra.

3.1.3 Procedura

A ciascun partecipante viene assegnato un settore della porta. Questi ci sono sempre presenti durante la presentazione degli stimoli e rispondono a seconda del settore a cui rispondere.

Abbiamo chiesto ai partecipanti di indicare il settore a cui avevano risposto.

Figura 3.2: divisione della porta in otto settori

sarà descritto in seguito) è andato a formare la baseline, poi confrontata con i punteggi ottenuti nelle condizioni sperimentali. Inoltre abbiamo chiesto ai nostri soggetti di effettuare, ogni volta, una rincorsa il più standardizzata possibile, in modo da poterla analizzare per ottenere la funzione che più si avvicinasse alla funzione di accelerazione del calciatore stesso, e per poter calcolare, grazie alla funzione ottenuta, il momento esatto in cui presentare gli stimoli visivi.

Come detto in precedenza, sulla traiettoria della rincorsa del calciatore abbiamo posto una fotocellula che comandava 8 stimoli luminosi posizionati dietro alla porta, ognuno in corrispondenza del centro di uno dei settori in cui era stata divisa la porta. Abbiamo quindi chiesto ai 15 calciatori di tirare dei rigori, 8 per ciascun settore, cercando di direzionare la palla nel settore segnalato dal corrispondente stimolo visivo a rincorsa già iniziata (fig. 3.3).

Come mostra la figura, ogni fotocellula, il circuito elettrico indicanti la direzione in cui sequenza di presentazione di modo tale da evitare un dell'esperimento.



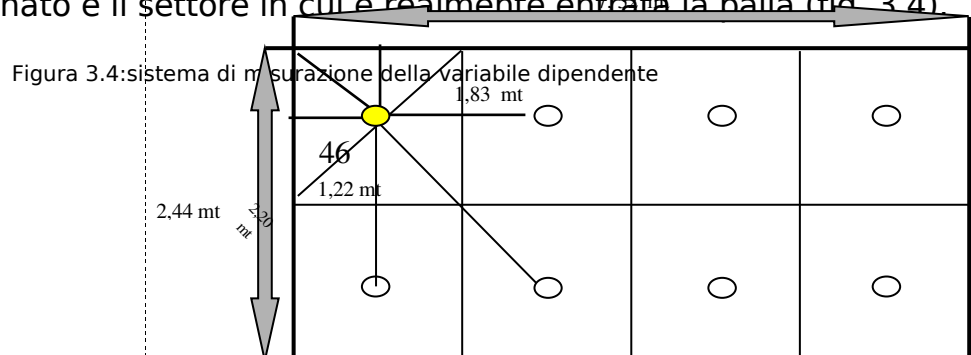
Figura 3.3: fotogramma del compito che i partecipanti dovevano compiere

3.1.4 Variabili

La nostra variabile indipendente degli stimoli e il contatto

settata sui tempi di reazione del soggetto più 300 msec.; e TR + 600 msec., quando l'anticipazione è settata sui tempi di reazione più 600 msec.

La variabile dipendente è l'efficacia del tiro, misurata in termini di distanza tra il settore illuminato e il settore in cui è realmente entrata la palla (fig. 3.4).



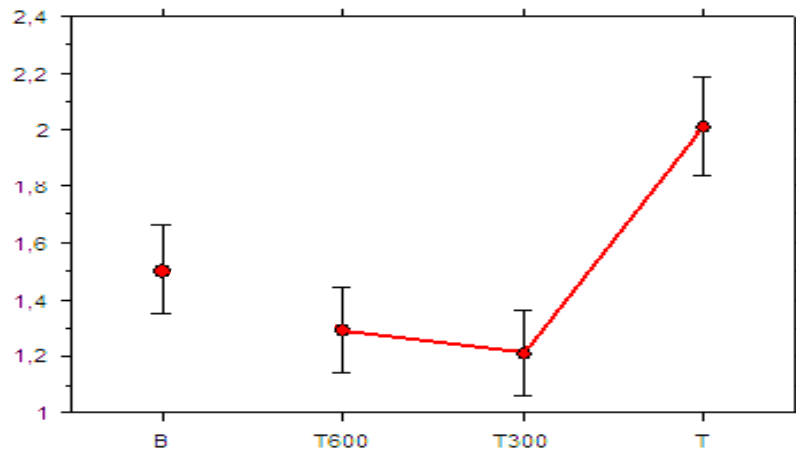
Quindi, considerando il punto giallo come lo stimolo luminoso che indica il settore in cui il nostro soggetto avrebbe dovuto calciare, da questo settore possiamo misurare qualsiasi distanza in cui è finita la palla.

3.2. RISULTATI

Applicando un'analisi della varianza per misure ripetute sui dati raccolti, abbiamo ottenuto una differenza statisticamente significativa ($F_{(3,13)} = 5,006$; $p < 0,01$) tra le condizioni del nostro esperimento.

Un'analisi post hoc ha evidenziato l'esistenza una differenza statisticamente significativa tra la condizione B e la condizione T.

condizione
partecipar
un gap ter
in quale s
analisi mc
1,621; p=
condizione
sembrava
stimolo lur



) e la
i nostri
tato su
devano
stessa
($t_{(14)} =$
, tra la
rigoristi
sa dello
one del

soggetto più 300 msec. risi al rigorista veniva indicato il

Figura 3.5: risultati ottenuti nelle diverse condizioni

s dal
grafico (fig. 5), nella condizione TR + 600 msec esiste un incremento della
precisione rispetto alla baseline che però non risulta essere statisticamente
significativo.

Nella nostra analisi abbiamo preso in considerazione anche due tipologie di tiro in funzione della direzione in cui è stata calciata la palla. In particolare abbiamo considerato quelli che in gergo calcistico vengono definiti "tiro incrociato" e "tiro non incrociato". Ipotizzando che un calciatore tiri il pallone con il piede destro, se la palla viene indirizzata nei settori di destra della porta, avremmo un tiro che si definisce "non incrociato", mentre se il pallone

viene calciato nei settori di sinistra otterremo un tiro “incrociato”. Ovviamente, rovesciando i fattori, la stessa cosa vale per un rigorista mancino.

Considerando quindi l’interazione tra le nostre condizioni e la direzione della palla, l’analisi della varianza condotta non rileva alcuna differenza significativa. Un’analisi post hoc indica però che esistono delle differenze significative tra i diversi livelli delle variabile gap temporale della presentazione degli stimoli luminosi e la direzione (destra o sinistra) data alla palla dal rigorista stesso: in particolare risulta che i rigoristi sono molto meno precisi (fig. 3.6) quando devono calciare nei settori di destra della porta e quando lo stimolo luminoso è settato sui loro tempi di reazione.

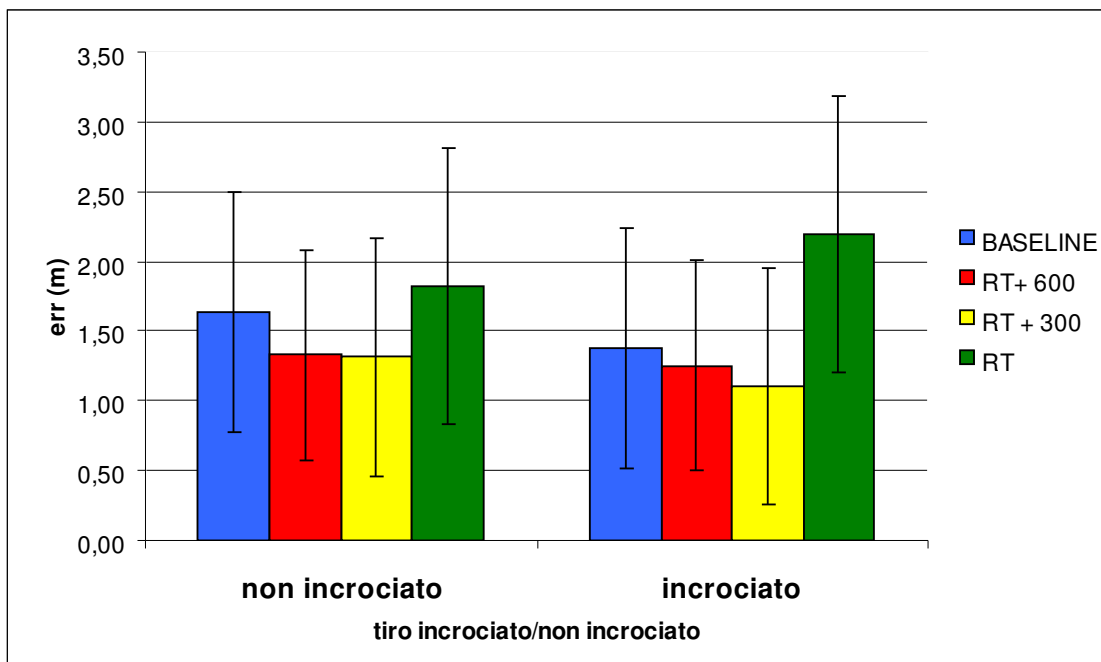


Figura 3.6:interazione condizioni*direzione della palla

Osserviamo altresì una differenza statisticamente significativa ($t_{(14)} = 2,234$; $p < 0.05$) tra la condizione in cui il rigorista deve calciare nelle zone di destra della porta mentre lo stimolo luminoso è settato sui suoi tempi di reazione più 300 msec., e quando deve calciare un tiro non incrociato nella condizione baseline, utilizzando cioè una strategia simile a quella che Kuhn definisce closed loop. Dal grafico possiamo osservare come i nostri partecipanti siano

più precisi quando devono incrociare il tiro nella condizione TR + 300 msec rispetto a quando non devono incrociare il tiro nella condizione baseline.

Inoltre, la stessa analisi rivela una differenza statisticamente significativa ($t_{(14)} = -2,405$; $p < 0.05$) tra la condizione in cui il soggetto deve incrociare il tiro con lo stimolo luminoso settato su TR + 300 msec., e la condizione in cui non deve incrociare il tiro con lo stimolo luminoso settato sui suoi tempi di reazione. Anche in questo caso possiamo notare come i rigoristi siano più precisi nell'incrociare il tiro quando il gap temporale è settato sui loro tempi di reazione più 300 msec., rispetto a quando i soggetti non debbano incrociare il tiro, con il gap settato sui loro tempi di reazione.

Prima dell'esperimento abbiamo condotto con i partecipanti all'esperimento delle piccole interviste, nelle quali chiedevamo, oltre che i loro dati anagrafici, la loro *expertise*, misurata in anni di pratica e livello di gioco raggiunto, e se utilizzavano per calciare i rigori una delle due strategie proposte da Kuhn (1988). Analizzando quindi l'interazione tra le strategie utilizzabili per calciare un rigore, come proposte da Kuhn e dichiarate dai soggetti prima dell'inizio dell'esperimento, e la direzione in cui è stata calciata la palla, osserviamo una differenza statisticamente significativa ($F_{(1,13)} = 5,89$; $p < 0,05$). In particolare la figura 3.7 mostra che i giocatori che dichiarano di utilizzare la strategia "closed loop" calciano in maniera più precisa nella parte destra della porta, mentre i partecipanti che affermano di utilizzare la strategia "open" sono più precisi quando incrociano il tiro.

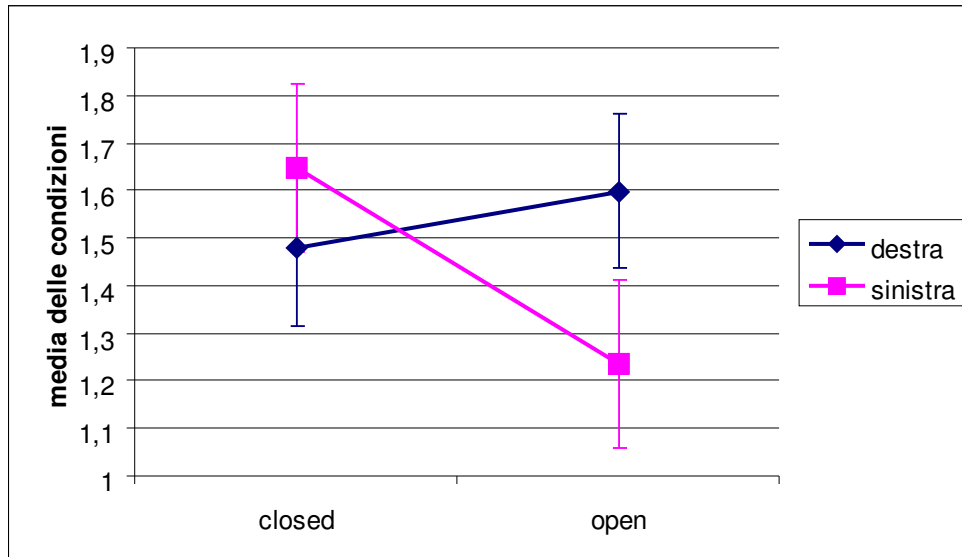


Figura 3.7: interazione strategie*direzione della palla

3.2. CONCLUSIONI

Considerando i dati rilevati dalla letteratura presentata nei capitoli precedenti ed i risultati ottenuti nel primo esperimento, possiamo concludere che nel caso del rigorista non viene confermata l'ipotesi derivata dai lavori di Agostini e coll. secondo la quale decidere dove indirizzare la palla il più tardi possibile, e quindi sui tempi di reazione del rigorista stesso, dovrebbe aumentare la precisione del tiro. Infatti, si nota dal grafico riportato precedentemente (fig. 3.5) che la precisione aumenta con il diminuire dei tempi di decisione fino alla condizione TR + 300 msec, per poi diminuire nella condizione nella condizione T, quella in cui i giocatori decidevano sui loro tempi di reazione. Quindi, la condizione TR + 300msec potrebbe essere il limite ultimo per prendere una decisione per attuare un tiro efficace. I dati evidenziano che i partecipanti manifestano delle prestazioni peggiori quando decidono dove tirare con un'anticipazione rispetto il contatto piede-palla pari ai loro tempi di reazione. Presumibilmente, in questa condizione, la decisione viene presa troppo vicino alla palla e, in accordo con l'ipotesi dei gradi di libertà di Bernstein (1967), secondo la quale il sistema esecutore deve specificare i tempi di attivazione-inibizione di ogni muscolo e la loro corretta coordinazione, il giocatore non riesce a modificare la postura in maniera tale

da indirizzare la palla nel settore atteso della porta, in quanto il lavoro del sistema esecutore allungherebbe ancor di più i tempi di elaborazione e decisione.

Per quanto riguarda la differenza di prestazione tra la baseline e le altre due condizioni è possibile ipotizzare che sia determinata dal fatto che il giocatore non prova ansia, in quanto la decisione riguardante in quale settore tirare non la prende lui ma qualcun altro, e che non sia quindi condizionato dalla prestazione in quanto non conosce fino all'ultimo ciò che dovrà fare. È possibile spiegare questo nesso tra la differenza di prestazione riscontrata e la mancanza d'ansia considerando 3 fattori: la persona, il compito e la situazione. Moltissimi studi hanno dimostrato come le persone si differenzino tra loro per il livello proprio di ansia di tratto, e che quindi siano "più suscettibili a eccedere nell'attivazione rispetto coloro che hanno livelli di attivazione normalmente più bassi" [Schmidt, 2000 pg. 68], e di conseguenza ciò che ogni rigorista dovrebbe fare è cercare di raggiungere la zona di funzionamento ottimale [Hanin, 1980]. Se consideriamo la natura del compito, possiamo affermare che i "compiti che richiedono un fine controllo muscolare o importanti componenti della presa di decisione" [Schmidt, 2000 pg. 68] richiedono un livello di attivazione più basso rispetto a movimenti senza un fine controllo motorio e con minore complessità cognitiva [Weinberg et al., 1976]. Considerando la situazione, nel nostro esperimento non era presente una richiesta eccessiva da parte della situazione proposta, come può esserlo il calciare un rigore in una finale dei campionati mondiali o farlo davanti ad un presunto selezionatore [Agostini e coll., 2007], e quindi è presumibile che i partecipanti non abbiano esperito un maggior livello d'ansia e quindi di attivazione.

Si è riscontrata, inoltre, una diversa abilità nelle strategie rispetto la zona in cui deve calciare. Come descritto prima, Kuhn (1988) ha identificato due classi di strategie impiegate dai portieri e dai rigoristi impegnati nell'esecuzione di un calcio di rigore. Nella prima, definita *open loop*, il rigorista sceglie la direzione da imprimere alla palla all'ultimo momento possibile, cercando di ottimizzare il gesto tecnico acquisendo il maggior numero di informazioni

possibili dall'eventuale movimento del portiere. Nella seconda classe di strategie, definita *closed loop*, il rigorista agisce secondo un piano predeterminato, decidendo prima di iniziare la rincorsa in quale zona della porta indirizzare la palla, mentre il portiere cerca di capire da quale parte andrà il pallone, muovendosi con qualche frazione di secondo in anticipo rispetto al contatto piede-palla. Quindi il rigorista che adotta una strategia *open* è più preciso quando incrocia il tiro, mentre il giocatore *closed* è molto più preciso quando calcia nella zona destra della porta. Un'analisi visiva dei video delle rincorse dei partecipanti suggerisce che gli atleti che adottano una strategia *closed loop* effettuano una rincorsa molto più inclinata rispetto alla perpendicolare alla linea di porta passante per il dischetto di rigore, e che, coerentemente con l'ipotesi dei gradi di libertà, non riescono ad incrociare in maniera precisa il tiro. La stessa analisi suggerisce che i rigoristi *open loop* prendono una rincorsa meno obliqua rispetto alla stessa perpendicolare e sono molto più precisi in tutti e otto i settori della porta, ma soprattutto nei settori sinistri della porta, in quanto, secondo l'ipotesi dei gradi di libertà [Bernstein, 1967], i *constrain* legati alla coordinazione di più parti del corpo consentono loro di cambiare più rapidamente e facilmente la postura del corpo.

CAPITOLO 4

FATTORI TEMPORALI ED INDIZI VISIVI NELLA PREVISIONE DELLA DIREZIONE DI UN CALCIO DI RIGORE

Il calcio di rigore è una delle poche situazioni che si verificano durante una partita di calcio nella quale è possibile individuare, con un buon margine di precisione, alcuni parametri fisici che fanno da stimolo e da sfondo all'attività percettiva di un calciatore, sia esso rigorista o portiere.

In tale circostanza di gioco, il rigorista deve calciare la palla, da una distanza di 11 metri, all'interno della porta, che si estende per una superficie totale di 17,86 metri quadrati.

All'interno di quest'area è abbastanza semplice individuare dei settori sulla base degli assi del rettangolo nella quale la porta è inscritta. Potremmo quindi tracciare idealmente all'interno della porta i contorni di almeno 4 porzioni della sua superficie (fig. 4.1).

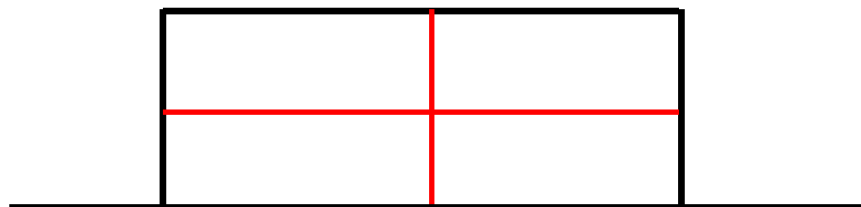


Figura 4.1: divisione della porta

La scelta sp... i materiale video registrato, da somministrare come stimolo ad un campione rappresentativo della popolazione in laboratorio.

Tale soluzione è già stata proposta in studi precedenti. Per esempio Williams e Burwitz [1993], utilizzando dei filmati ed applicando a questi la tecnica dell'occlusione temporale, dimostrarono che i portieri esperti riescono a prevedere meglio degli inesperti la direzione di un calcio di rigore. Secondo gli autori, inoltre, le informazioni rilevanti nel prevedere la traiettoria della palla

sono risultate essere la rincorsa e l'orientamento posturale del corpo del rigorista prima del contatto con il pallone.

Savelsbergh e coll. [2002] hanno dimostrato, tramite lo studio dei movimenti oculari dei portieri impegnati a vedere un filmato riprodotto un calcio di rigore, che i portieri meno esperti impiegano più tempo nella fissazione del tronco, delle braccia e del cinto pelvico dei calciatori, mentre quelli più esperti fissano per un tempo di durata maggiore la postura del piede che calcia, del piede d'appoggio e la posizione della palla al momento del contatto con il piede.

Agostini e coll. [2003], applicando le tecniche di occlusione temporale e spaziale a filmati simili, hanno confermato che gli esperti hanno maggiori abilità di previsione degli inesperti. Inoltre hanno scoperto che questa abilità risulta maggiore per tiri più lenti, e risulta significativamente minore quando sono occluse porzioni di corpo riguardanti spalle e testa o piedi e ginocchia. Inoltre l'abilità di previsione della traiettoria della palla non è significativa rispetto al caso quando viene occlusa l'informazione visiva relativa ai 2/3 del corpo del rigorista⁹.

Infine Savelsbergh e coll. [2007], utilizzando la tecnica dei movimenti oculari, sono riusciti a creare un modello di allenamento del portiere impegnato a parare un calcio di rigore, che consiste nel focalizzare l'attenzione in porzioni di corpo differenti in funzione dello sviluppo della rincorsa del rigorista. Concludono, inoltre, che una delle informazioni essenziali che si devono raccogliere è il posizionamento della gamba d'appoggio poco prima del tiro.

Come abbiamo visto poco sopra e nel capitolo precedente, molti ricercatori hanno studiato il ruolo della percezione nello sport, e come questa possa favorire l'incremento della performance di un atleta. In un secondo esperimento ci siamo concentrati sul modo in cui i processi decisionali di un rigorista possano influenzare la quantità e la qualità degli indizi visivi che lo

⁹nell'esperimento venivano occluse contemporaneamente nella prima condizione le anche ed i piedi del rigorista, nella seconda le spalle, la testa ed i piedi, e nella terza le spalle, la testa e le anche del rigorista

stesso elicitata durante la rincorsa, allo scopo di capire se e come questi diversi cue influenzino la capacità del portiere di prevedere la traiettorie della palla.

4.1 METODO

4.1.1 Raccolta materiale sperimentale

Per raccogliere il materiale visivo necessario al fine di indagare la capacità di previsione della traiettoria di una palla da parte del portiere in funzione della relazione tra il tempo di attivazione del processo decisionale, relativo alla scelta della zona verso la quale indirizzare la palla, ed i cue che elicitata durante la rincorsa, abbiamo utilizzato lo stesso sistema automatico di presentazione degli stimoli utilizzato nel precedente esperimento (fig. 3.1).

Tale sistema, come già detto in precedenza, è composto da una fotocellula posta lungo la rincorsa del rigorista, la quale comanda 8 stimoli luminosi posizionati dietro alla porta nel punto corrispondente al centro di ciascun settore in cui questa è stata precedentemente divisa (fig. 3.2). Queste luci sono servite da stimolo visivo per indicare all'atleta la direzione verso cui calciare la palla.

Abbiamo quindi chiesto a 15 calciatori di tirare dei rigori, 8 per ciascun livello della nostra variabile¹⁰, calciando la palla nel settore segnalato dal corrispondente stimolo visivo a rincorsa già iniziata (fig. 3.3).

A questa fase di creazione degli stimoli hanno partecipato 15 calciatori dilettanti, militanti in formazioni calcistiche il cui livello andava dalla promozione alla seconda categoria.

Al centro della porta è stata posizionata una telecamera digitale (Panasonic NV-GS17), in modo tale che l'obiettivo coincidesse con la posizione degli occhi di un ipotetico portiere che si appresta ad un tentativo di parata: tale altezza è stata stimata in 1,65 m (fig 4.2).

¹⁰ricordo che la variabile in questione è quella del esperimento presentato nel capitolo precedente, cioè il gap temporale tra la presentazione degli stimoli luminosi e il contatto piede-palla.



Figura 4.2: divisione della porta e posizione della telecamera

Una seconda videocamera digitale (Canon MV 790) è stata posizionata a 10 metri circa dal limite dell'area, con il compito di video registrare l'esecuzione dei calci di rigore da un punto di vista situato alle spalle del rigorista: questo ha permesso l'osservazione dell'esecuzione dei rigori da un'angolazione diversa, ed ha costituito un valido strumento di controllo per le fasi successive.

Gli otto diversi settori della porta sono stati delimitati con del nastro di segnalazione a bande diagonali di colore rosso e bianco alternati, in modo da facilitarne la visione anche da una distanza ragguardevole.

Ai calciatori coinvolti in questa prima fase di raccolta degli stimoli, è stato chiesto di calciare una serie di 40 rigori ciascuno, in modo tale che questi fossero distribuiti in egual misura nei diversi settori delimitati all'interno della porta.

Al termine di questa prima fase di raccolta dei dati, il materiale visivo raccolto consisteva in due filmati contenenti 600 rigori ciascuno: 40 rigori calciati da ciascuno dei 15 giocatori impegnati in questa fase di ricerca. Il primo filmato, ripreso dalla telecamera posta sulla linea di porta, riproduceva l'azione dal punto di vista del portiere, mentre il secondo, posizionato alle spalle dei rigoristi, riproduceva l'azione da un punto di vista esterno.

4.1.2. L'elaborazione del materiale visivo

La decisione di portare in laboratorio le immagini raccolte sul campo da gioco mi ha imposto alcune procedure di digitalizzazione da effettuare sui filmati, sia per poter scegliere quali di essi utilizzare, sia per poter poi presentarli nella modalità più consona.

Nella fase di creazione degli stimoli del mio esperimento, ho avuto quindi la necessità di usufruire di programmi di elaborazione delle immagini che fornissero una buona qualità finale del materiale video; a questo fine è stato utilizzato il programma di creazione ed elaborazione di immagini "Windows Movie Maker 2.1.4".

Al fine di creare un insieme di stimoli che mi permettesse di indagare l'oggetto di studio della mia ricerca, ho scelto innanzi tutto di isolare all'interno del filmato ogni singolo calcio di rigore, in modo da poter intervenire singolarmente su ogni tiro con l'elaborazione digitale.

Isolati i singoli tiri in porta, sono stati eliminati dai filmati tutti i fotogrammi non inerenti all'esecuzione del calcio di rigore.

In questa fase di elaborazione del materiale visivo sono stati eliminati i rigori sbagliati, quelli con diverso valore di luminosità, in quanto alcune riprese sono avvenute di sera, e quelli in cui erano presenti condizioni ambientali non standard (vento, pioggia, ecc...), in modo che, nella versione finale del filmato, risultassero presenti solo i tiri andati a buon fine, ripresi nelle condizioni più omogenee possibili.

A questo punto, ho deciso di inserire un'occlusione temporale nei videoclip rimasti per creare i veri e propri stimoli del mio esperimento: per ogni singolo rigore effettuato dai diversi calciatori, sono intervenuto manipolando l'immagine visiva in modo che il filmato terminasse nell'istante in cui il piede del giocatore entrava in contatto con il pallone posizionato sul dischetto del rigore. In ogni singolo filmato, quindi, veniva presentata la rincorsa del giocatore relativa al calcio di rigore ed i movimenti di preparazione al tiro, ma il filmato si interrompeva nel momento dell'impatto piede/palla, non permettendo quindi la visualizzazione della traiettoria assunta dal pallone.

Inoltre, alla fine di ogni filmato sono stati inseriti 5 secondi di schermata nera, affinché i filmati non terminassero con il fotogramma raffigurante un giocatore fermo nella posizione del tiro: tale situazione avrebbe rappresentato una minaccia alla validità dell'esperimento in quanto i soggetti avrebbero avuto più tempo e più indizi a disposizione per analizzare la scena visiva.

Al termine di questa prima fase di elaborazione, abbiamo ottenuto 155 filmati riproducenti altrettante rincorse di 15 giocatori diversi che si apprestano a calciare un rigore.

4.1.3 Esperimento pilota e normalizzazione degli stimoli video

Sulla base del materiale visivo a disposizione, ho predisposto la realizzazione di un esperimento pilota, nel quale è stato chiesto a soggetti inesperti di prevedere la destinazione dei calci di rigore, per selezionare successivamente i video di difficoltà intermedia da proporre poi ai portieri che avrebbero preso parte all'esperimento.

È stato quindi chiesto a 20 studenti universitari iscritti ai corsi di laurea in Psicologia ed Architettura dell'Università di Trieste, che non avessero mai giocato a calcio in maniera agonistica, di visionare il materiale e di indicare in quale zona della porta fosse finita la palla (fig. 4.3).



Figura 4.3: diversi *frame* di un videoclip mostrato ai soggetti

Abbiamo poi considerato la percentuale delle risposte esatte per ogni tiro e le abbiamo normalizzate, escludendo dal nostro set di stimoli sperimentali tutti i video le cui percentuali di risposta esatte si discostassero dalla media di più o meno 1,5 deviazioni standard.

A questo punto abbiamo raggiunto il numero di 56 video così suddivisi: 14 per la condizione baseline, 14 per la condizione TR + 600 msec, 14 per la condizione TR + 300 msec, 14 per la condizione TR, che sono i livelli della variabile dell'esperimento precedente.

4.1.4 Partecipanti

All'esperimento hanno partecipato 24 soggetti, portieri di calcio appartenenti a squadre non professioniste regionali, militanti cioè in campionati dilettantistici del Friuli Venezia Giulia, il cui livello calcistico andava dall'Eccellenza alla Terza categoria.

4.1.4 La procedura di somministrazione degli stimoli visivi

La somministrazione dei filmati è avvenuta in maniera individuale grazie all'utilizzo di un computer portatile. I filmati sono stati presentati tramite un programma (LabWindows/CVI Development Environment 8.0.1.356) che consentiva di raccogliere le risposte attraverso una tastiera numerica,

collegata con il computer portatile, raffigurante i settori della porta (fig. 4.4 e fig. 4.5). I settori della porta sono stati ridotti da 8 a 4 sia per riuscire a paragonare i futuri risultati con quelli presenti in letteratura [Williams et al. 1993; Agostini e coll., 2003] sia gli i risultati degli studi sulla biomeccanica del gesto tecnico del portiere [Mannoni e Filippi, 1993, Nunez e coll., 2004].

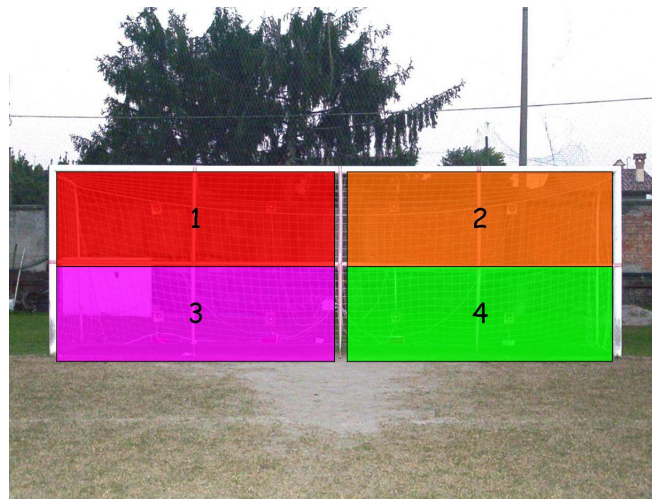


Figura 4.4: divisione della porta

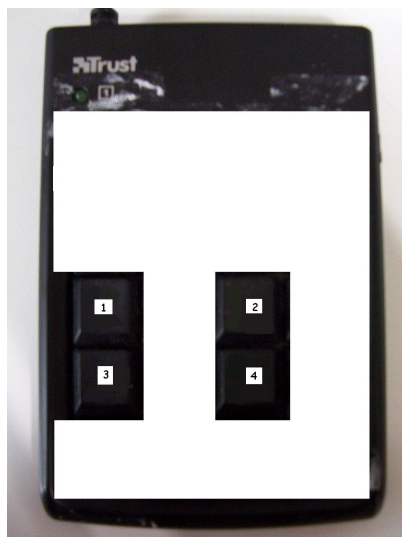


Figura 4.5: tastierino sul quale i partecipanti dovevano rispondere

Tale programma permetteva non solamente di raccogliere le risposte dei partecipanti, ma anche di registrare i tempi di risposta dei soggetti, misurati

dall'inizio del filmato al momento in cui il soggetto premeva uno dei 4 tasti di risposta.

4.1.5 Le variabili

Abbiamo manipolato la latenza che serve al rigorista per tirare la palla in maniera precisa in un settore segnalato al rigorista stesso durante la rincorsa (vedi cap. 3). Più precisamente, è stato manipolato il gap temporale tra la presentazione degli stimoli, indicanti il settore in cui calciare la palla, ed il contatto piede-palla. Ipotizziamo quindi che la manipolazione della nostra variabile indipendente si rifletta nella quantità di indizi visivi forniti dal rigorista durante la rincorsa.

Il gap temporale presenta quattro livelli di anticipazione: baseline, quando veniva indicato il settore al rigorista prima che questi iniziasse la rincorsa; TR, quando l'anticipazione è settata sui tempi di reazione del rigorista; TR + 300 msec., quando il gap temporale dello stimolo luminoso è settato sui tempi di reazione del soggetto più 300 msec.; e TR + 600 msec., quando l'anticipazione è settata sui tempi di reazione più 600 msec.

La variabile dipendente è la percentuale delle "parate" eseguite dal portiere nelle diverse condizioni, ossia la percentuale di previsioni corrette della direzione del tiro.

4.2 RISULTATI

Come detto in precedenza, abbiamo ridotto i settori in cui avevamo diviso la porta passando da 8 a 4 settori, in modo tale da avere una suddivisione della porta sulla base degli assi del rettangolo che costituisce la porta (fig. 4.1). Questo raggruppamento è stato fatto, come detto precedentemente, per poter paragonare i risultati di questo esperimento con quelli presenti in letteratura e per facilitare la risposta da parte dei partecipanti.

Prima di fare l'analisi dei dati abbiamo attuato una trasformazione arcoseno dei dati stessi. Tale trasformazione ha lo scopo di stabilizzare le varianze e normalizzare le distribuzioni dei dati. Inoltre essendo i nostri dati delle

percentuali di risposta, l'uso dei test parametrici richiede un'analisi preliminare per rendere le osservazioni indipendenti dalle dimensioni del campione. Quindi quando si dispone di percentuali e rapporti, occorre preliminarmente verificare su quali dimensioni del campione sono stati calcolati. L'analisi con test parametrici è accettabile solamente se le dimensioni sono relativamente simili. Se non avessimo applicato tale trasformazione sarebbe stato possibile solo un test non parametrico, poiché l'informazione reale fornita da una serie di tali valori è quella di rango.

Su questi dati trasformati è stata eseguita un'analisi della varianza per misure ripetute. Visto che i settori della porta sono 4 e i dati sono stati trasformati in arcoseno, il livello del caso corrisponde a .52 (radianti).

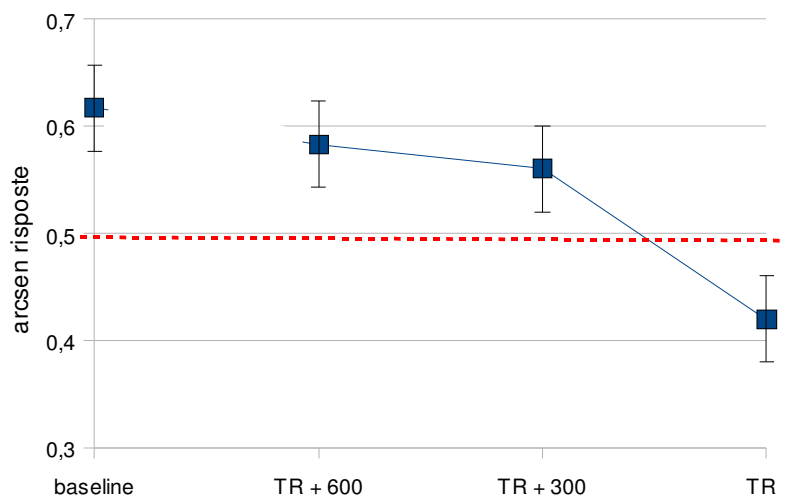


Figura 8: risultati in arcoseno delle parate

Come si può osservare dal grafico (fig. 4.5), si nota un decremento della prestazione del portiere in funzione del gap temporale tra la presentazione degli stimoli visivi, indicanti il settore in cui doveva calciare il rigorista, ed il contatto piede-palla: è più facile prevedere la traiettoria del pallone nella condizione in cui veniva indicato al rigorista dove calciare prima che iniziasse la rincorsa, rispetto alle condizioni in cui il settore veniva indicato durante la rincorsa. L'analisi della varianza dimostra la presenza di una differenza significativa tra le condizioni ($F(3,21) = 11,75; p < .01$).

L'analisi Post-Hoc indica esserci una differenza significativa tra la condizione in cui il gap temporale della presentazione degli stimoli luminosi, indicanti il settore in cui doveva esser calciata la palla, è settato sui TR del rigorista e la condizione in cui al rigorista veniva indicato dove calciare prima dell'inizio della rincorsa ($t(22)= 5,5$ per $p<.01$), tra la condizione TR e la condizione in cui lo stimolo luminoso si accendeva con un'anticipazione pari ai tempi di reazione del rigorista più 600 msec ($t(22)= 4,6$ per $p<.01$), e tra la condizione TR e la condizione TR + 300 msec. ($t(22)= 3,9$ per $p<.01$). In questo caso possiamo affermare che i portieri riescono a prevedere meglio la direzione dei rigori quando il rigorista decide dove calciare prima di iniziare la rincorsa, oppure con una latenza del rigorista pari ai suoi tempi di reazione più 300 o 600 msec rispetto a quando lo stesso rigorista decide dove piazzare la palla con un'anticipazione rispetto il contatto piede-palla pari ai suoi tempi di reazione.

Possiamo inoltre aggiungere che la prima condizione della nostra variabile indipendente risulta essere significativa anche rispetto al caso (linea rossa sulla figura 4.5), e che quindi il portiere riesce a cogliere degli indizi visivi elicitati dal rigorista che gli consentono di predire con buon margine di approssimazione la direzione futura della palla. Per quanto riguarda le condizioni TR + 600 msec e TR + 300, queste non risultano essere statisticamente significative rispetto al caso e, di conseguenza, i portieri impegnati a stabilire la direzione della palla non riescono ad usufruire in maniera adeguata degli indizi visivi elicitati dal rigorista. Infine l'ultimo livello della variabile, TR, risulta essere significativo rispetto al caso: in questa condizione sembra che i partecipanti riescano a percepire dalla rincorsa del rigorista degli indizi visivi indicanti la futura traiettoria della palla, ma è interessante notare che tali indizi risultano essere in ultima analisi fuorvianti rispetto alla reale traiettoria della palla.

In seguito abbiamo analizzato la variabile direzione del pallone nella dimensione destra/sinistra, senza tener conto della direzione alto/basso. Ciò è stato fatto per due motivi: il primo tiene conto delle critiche avanzate agli esperimenti presenti in letteratura secondo cui la presentazione di video

filmati fa sì che si perda la componente di profondità, utile probabilmente ad indicare la direzione alto/basso di un tiro. Il secondo motivo che ci ha spinto a non analizzare tale variabile è di tipo biomeccanico [Mannoni e Filippi, 1993, Nunez e coll., 2004] e tecnico¹¹.

L'analisi della varianza applicata alla categorizzazione Destra/Sinistra indica una differenza significativa ($F(1,21)= 5,81$; $p<.05$) nella previsione della direzione assunta dal pallone dopo il tiro. Dal grafico (fig. 4.6) si può notare come per i portieri sia significativamente più facile intuire i palloni che verranno calciati alla loro destra rispetto a quelli indirizzati a sinistra.

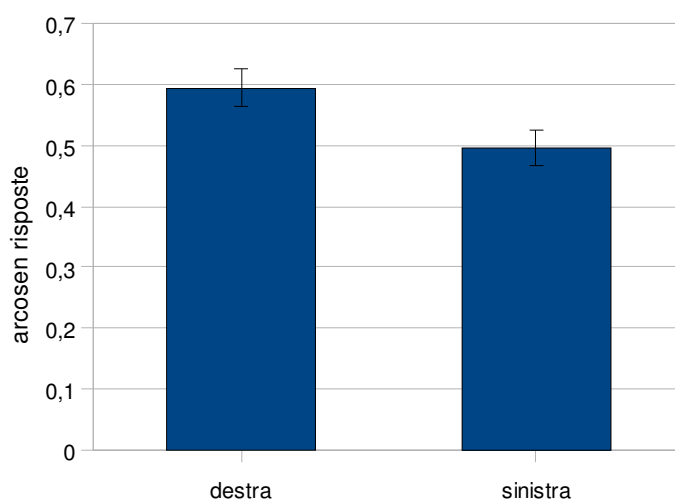


Figura 4.6: risultati dell'analisi sulla direzione

L'analisi dell'interazione delle variabili quantità di indizi visivi forniti dal rigorista durante la rincorsa, ottenuta manipolando il momento di presentazione dello stimolo luminoso indicante il settore in cui doveva esser calciata la palla, e direzione della palla non ha evidenziato alcuna differenza significativa. Un'analisi post-hoc ha messo in luce (fig. 4.7) come per i partecipanti sia significativamente più difficile intuire la direzione del pallone, in tutte le condizioni di anticipazione dello stimolo luminoso eccetto che nella livello TR della variabile, quando questo veniva calciato nella metà sinistra della porta rispetto a quando veniva tirato nella metà destra.

¹¹In questo caso per tecnico si intende l'aspetto di tecnica della parata secondo la quale il portiere nelle palle alte può utilizzare la mano di rischio (mano opposta al lato del tuffo).

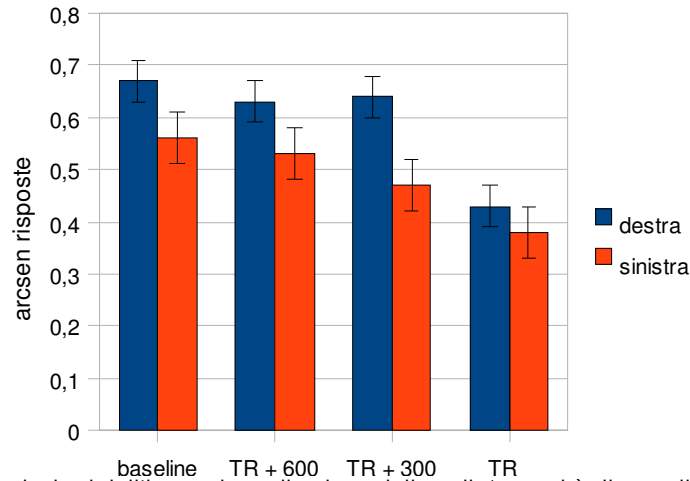


Figura 4.7: risultati dell'interazione direzione della palla*quantità di cue elicitati

Abbiamo analizzato anche la variabile strategia utilizzata dai portieri per parare un calcio di rigore. È stato possibile analizzare tale variabile perché, prima della somministrazione degli stimoli visivi, ho somministrato ai partecipanti una breve intervista in cui, oltre che chiedere i loro dati anagrafici e il loro livello di expertise, chiedevo se utilizzavano una qualche strategia per parare i rigori. Dalle loro risposte ho potuto categorizzare, anche se con qualche difficoltà, le strategie proposte da Kuhn (1988) secondo e definite open loop, secondo cui il portiere decide dove tuffarsi immediatamente prima del contatto piede-palla, massimizzando così la probabilità di scelta del lato giusto, poiché ha acquisito il maggior numero di stimoli visivi elicitati dal rigorista stesso, oppure closed loop, quando il portiere cerca di capire da dalla rincorsa e da altri indici elicitati dal rigorista da quale parte andrà il pallone, muovendosi con qualche frazione di secondo in anticipo rispetto al contatto piede-palla. Per quanto riguarda la questa variabile, l'analisi della varianza non evidenzia alcuna differenza significativa ($F(1,21)=0,19$ per $p>.05$). Nemmeno l'interazione delle variabili strategia utilizzata e quantità di indizi visivi forniti dal rigorista durante la rincorsa risulta essere statisticamente significativa, ma se nel modello dell'analisi prendiamo in considerazione

solamente i portieri che dichiarano di utilizzare una strategia di tipo closed loop, l'analisi della varianza ci indica una differenza statisticamente significativa ($F(3,10)=0,0002$ per $p<.01$) tra le condizioni della variabile quantità di indizi visivi forniti dal rigorista durante la rincorsa (fig. 4.8).

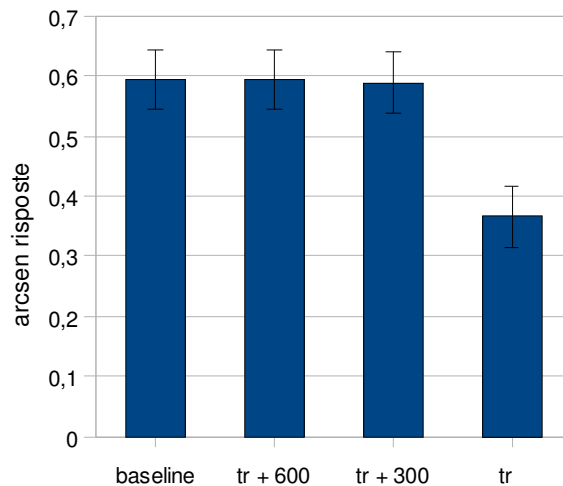


Figura 9: risultati dell'interazione tra la strategia closed e la quantità di indizi visivi elicitati

I t-test eseguiti tra le condizioni indicano come la condizione TR si differenzia in maniera statisticamente significativa rispetto tutte le altre per i portieri che dichiarano di utilizzare una strategia di tipo closed loop (baseline e TR +600: $t(10)= 4,3$ per $p<.01$; TR +300: $t(10)= 4,2$ per $p<.01$). Possiamo affermare, confermando le ipotesi presenti nella letteratura, che i portieri che utilizzano una strategia di tipo closed loop sono meno capaci di prevedere la traiettoria della palla quando il segnale luminoso indicante il settore in cui doveva esser calciata il pallone è settato sui tempi di reazione del rigorista.

Analogamente, escludendo dall'analisi i partecipanti che sostengono di utilizzare una strategia closed, e considerando solo quelli che affermano di utilizzare quella open, l'analisi della varianza mostra, come si può vedere anche dalla figura 4.9, una differenza significativa ($F(3,11)= 0,01$ per $p<.01$) tra le condizioni.

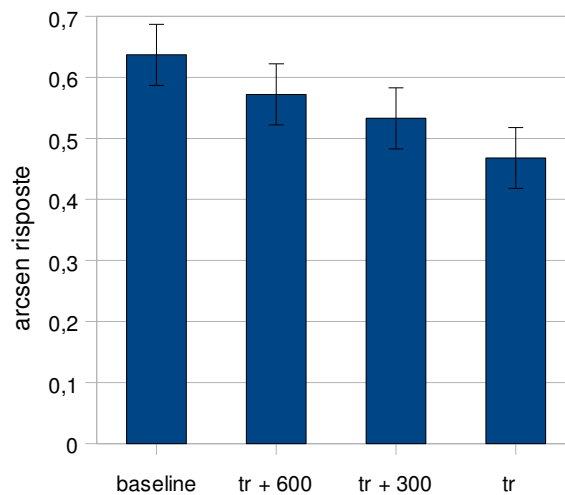
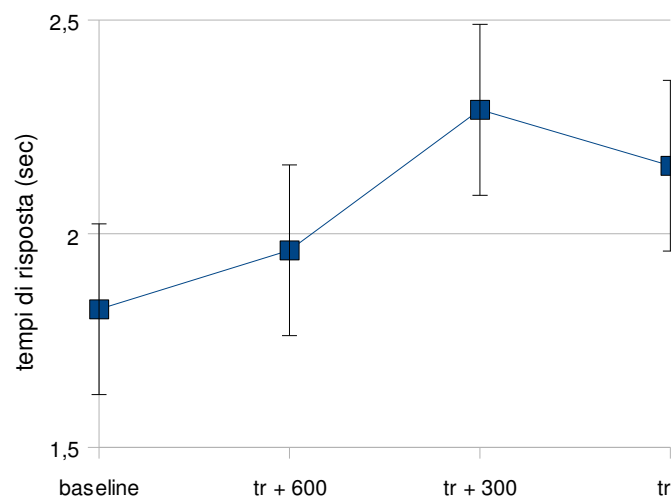


Figura 4.9: risultati dell'interazione tra la strategia open e la quantità di indici visivi elicitati

L'analisi post-hoc evidenzia una differenza significativa tra la condizione baseline e la condizione TR + 300 msec ($t(11) = 2,12$ per $p < .05$), tra la baseline e la condizione TR ($t(11) = 3,43$ per $p < .01$), e tra la condizione TR + 600 msec e TR ($t(11) = 2,14$ per $p < .05$). Anche in questo caso vengono confermate, in maniera più convincente, le ipotesi presenti in letteratura, in quanto tra i portieri che dichiarano di utilizzare una questo tipo strategia si osserva un decremento graduale della prestazione con il diminuire della latenza necessaria ad un rigorista per calciare in maniera precisa la palla in un settore della porta segnalato durante la rincorsa.

Come detto in precedenza, il programma utilizzato per somministrare gli stimoli visivi ai nostri partecipanti consente anche di raccogliere i tempi di risposta ad ogni videoclip presentato. Questi tempi venivano misurati dall'inizio del filmato fino alla pressione del tasto di risposta. Visto che i filmati presentati non risultano di lunghezza uguale, almeno nella parte che andava dall'inizio della rincorsa fino al contatto piede palla, ma variano tra i 2 ed i 2,5 sec., ed essendo le rincorse dei vari rigoristi diverse tra loro, ho deciso di considerare la risposta corretta più veloce e la risposta errata più veloce come punto zero degli insiemi delle risposte corrette e delle risposte sbagliate. Quindi si è proceduto alla sottrazione, da tutti i tempi acquisiti in fase di raccolta dei dati, dei tempi di risposta minimi degli insiemi "risposte corrette" e "risposte sbagliate", in modo tale da poter applicare una analisi parametrica



sui dati raccolti. L'analisi della varianza eseguita sui tempi evidenzia una differenza statisticamente significativa tra le condizioni ($F(3,21)=3,83$ per $p<.01$). L'analisi post-hoc eseguita rivela esserci una differenza significativa (fig. 4.10) tra la condizione baseline e la condizione TR + 300 msec ($t(21)=-3,21$ per $p<.01$), una differenza significativa tra la baseline e la condizione TR ($t(21)=-2,25$ per $p<.05$), ed una differenza significativa tra la condizione TR + 600 msec e la condizione TR + 300 msec ($t(21)=-2,20$ per $p<.05$).

fig. 4.10: Figura 10: tempi di risposta nelle diverse condizioni

Questi dati confermano quanto trovato nelle analisi precedenti: il grado di certezza dei partecipanti diminuisce in funzione della diminuzione degli indici visivi elicitati dal rigorista durante la rincorsa.

La stessa analisi non rivela alcuna differenza significativa tra gli insiemi delle risposte corrette e quello delle risposte sbagliate ($F(1,21)=0,51$ per $p>.5$).

4.3 CONCLUSIONI

Considerando i risultati di questo esperimento, possiamo concludere che la prestazione del portiere sembra subire un decremento in funzione del diminuire dei tempi di decisione del rigorista: più vicino alla palla il rigorista decide il settore in cui indirizzerà il rigore, più bassa risulta essere la capacità di previsione della traiettoria della palla stessa da parte del portiere. Sembra anche che la quantità di indici visivi necessari al portiere per parare il tiro siano sufficienti solo nella prima condizione della nostra variabile, mentre negli ultimi tre livelli queste siano insufficienti o ingannevoli. Le analisi compiute indicano come siano maggiormente prevedibili i rigori calciati durante la baseline, quindi secondo una strategia closed loop. Interessante è vedere come la prestazione dei portieri nelle condizioni TR + 600 msec e TR + 300 msec non si discostino significativamente dal caso: situazione questa che può indicare che una presa di decisione prossima alla palla farebbe sì che la postura corporea dei rigoristi elicitò un numero insufficiente di indici visivi, che non consentono al portiere una corretta anticipazione della traiettoria finale della palla. Infine, nell'ultima condizione, cioè quando il segnale luminoso veniva emesso con un'anticipazione rispetto al contatto piede-palla pari ai tempi di reazione del rigorista, è interessante notare che, anche se i portieri ottengono la peggior prestazione, questa risulta essere significativamente sotto il caso. Questo fatto potrebbe indicare che i portieri raccolgano un qualche indizio visivo particolare, che però risulta essere ingannevole rispetto la reale direzione della palla.

Le analisi rivelano come i tiri incrociati, quelli che vanno alla destra del portiere, siano più facili da parare rispetto ai tiri calciati alla sinistra del portiere.

Le interazioni significative tra la strategia utilizzata dal portiere e la quantità di indizi visivi elicitati dal rigorista durante la rincorsa confermano le ipotesi proposte dalla letteratura (Kuhn, 1988; Morya, 2003; Agostini 2003) secondo cui il portiere che utilizza una strategia di tipo open loop, al contrario dei portieri che utilizzano quella closed, riesce a raccogliere un numero maggiore di indizi visivi sufficienti per anticipare in maniera adeguata la traiettoria finale della palla.

CAPITOLO 5

CONCLUSIONI

Come già discusso nel capitolo 2, l'attività sportiva può essere vista come un'interazione continua tra corpo e processi cognitivi, che dal corpo traggono le informazioni e ad esso restituiscono un'organizzazione sistemica e coordinata delle sue parti. Nell'attività sportiva, gli atleti degli sport di opposizione sanno bene che una delle variabili più importanti per l'efficacia dell'azione motoria è il tempo che l'atleta impiega per compiere il movimento [Nicoletti, 1992]. All'interno di tale visione, lo scopo di questa tesi, come proposto già da Singer e coll. (1993), è quello di fornire agli atleti impegnati nel calciare un rigore una strategia cognitiva tale che l'insieme dei processi motori da loro sviluppati sia il migliore possibile, dall'informazione sensoriale disponibile e dalle peculiarità individuali dell'atleta stesso. Di conseguenza, perseguendo l'obiettivo della psicologia sperimentale dello sport, cercherò ora di "fornire le linee guida per permettere ad ogni atleta di essere consapevole delle risorse a disposizione, e di convogliare le energie attentive nella direzione più appropriata, alla ricerca, cioè, delle informazioni ambientali più utili ed integrabili nel macro-processo di percezione-azione che si realizza nella pratica sportiva" [Agostini e coll., 2005 pg. 221].

In questo lavoro mi sono soffermato soprattutto sull'analisi delle tempistiche di quello che Nicoletti (1992) definisce lo stadio della scelta della risposta motoria, e di quello che succede in funzione di tali tempistiche, in quanto la qualità di una determinata azione motoria, svolta nel contesto di uno sport di situazione, è determinata dalla velocità con la quale si manifestano i processi decisionali, che sono strettamente correlati all'efficacia e alla precisione del movimento stesso.

Dai risultati emersi possiamo dire che le tempistiche dei processi decisionali possono essere manipolate e modulate in funzione della latenza necessaria

per calciare un rigore in maniera precisa. Inoltre, tali tempistiche influenzano sia la prestazione del rigorista, consentendogli di modificare la postura del corpo e quindi la direzione finale del tiro entro una latenza che ho identificato con un'anticipazione rispetto al contatto piede-palla pari a non meno dei tempi di reazione più 300 msec., sia la quantità di informazione visiva che il rigorista stesso elicitava durante la rincorsa. Tale manipolazione delle tempistiche decisionali, influenzando la quantità dell'informazione visiva elicitata dal rigorista, non consente sempre al portiere di anticipare adeguatamente la traiettoria futura della palla.

Come detto nel capitolo 2, molte delle caratteristiche presenti nel modello della decisione innescata dal riconoscimento (RDP) [Klein, 1999] si riscontrano nel comportamento degli atleti: essi sono costretti a decidere in condizioni di incertezza, in funzione degli avversari, sulla base delle conoscenze tecnico-tattiche acquisite, in contesti di squadra dinamici ed in situazioni ambientali in costante cambiamento, il che fa sì che una decisione efficace presa in una data situazione, non sarà altrettanto efficace in una successiva situazione simile ma in un ambiente diverso. Tale modello non considera il rigore come una situazione decisionale che possiede le caratteristiche dell'incertezza dovuta all'avversario o alla situazione ambientale dinamica e mutevole: lo considera un gesto atletico quasi privo di uno stress acuto. Con i risultati ottenuti nella mia ricerca ho confermato quanto scritto nel sopraccitato capitolo, secondo cui è lo stesso giocatore, rigorista o portiere che sia, a porsi in una condizione di stress acuto. Si può notare, infatti (fig. 5.1), come nella rincorsa del rigorista sembri esistere un "punto di non ritorno", al di là del quale egli non riesce a modificare in maniera efficace la postura del corpo, e come, se il rigorista decide dove calciare la palla dopo aver iniziato la rincorsa, il portiere sembri non riuscire a cogliere in maniera efficace gli indizi visivi elicitati dal rigorista stesso. Di conseguenza è possibile considerare il rigore come un'azione motoria che ricade nella seconda tipologia di variazioni proposta da Klein: situazione che prevede la presenza di nuova informazione che deve essere processata in quanto atipica o inusuale, ed un'azione automatizzata da compiersi successivamente [Vickers, 2007].

Inoltre come si vede dal grafico seguente (fig. 5.1), la prestazione dei portieri subisce un decremento progressivo con il diminuire della latenza di cui necessita a un rigorista per calciare la palla in maniera precisa in un settore della porta segnalato durante la rincorsa. Inoltre, osserviamo come, nella condizione in cui i calciatori ottengono la massima performance, la prestazione del portiere non si differenzi significativamente dal caso, come succede invece nelle altre due condizioni.

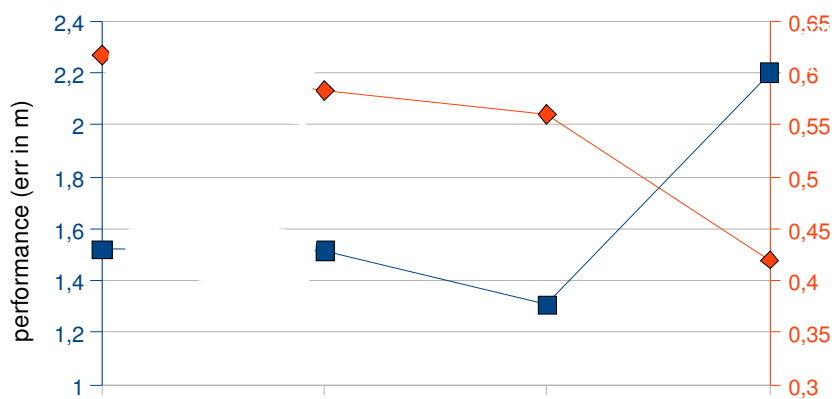


Figura 11: confronto tra la prestazione dei portieri e quella dei rigoristi

et al., 2007; Righi et al., 2007] e confermato dalle nostre analisi, la velocità di decisione dipende anche dalle strategie utilizzate: le strategie identificate da Kuhn (1988) influenzano sia il modo di calciare che di parare i rigori. Come evidenziato già da Morya (2003), il rigorista riesce ad avere delle performance ottimali solo se il portiere inizia il suo movimento molto prima del contatto “virtuale” tra piede e palla. A differenza di questo studio, condotto tramite una simulazione computerizzata, ho riscontrato un diverso presumibile limite temporale nella capacità del rigorista di modulare la postura del corpo in funzione sia del settore della porta in cui calciare la palla, sia dell'anticipazione con cui viene segnalato il settore in cui tirare. Come abbiamo visto, è stato riscontrato un incremento della prestazione fino a quando la segnalazione del settore tramite stimolo luminoso avveniva con

un'anticipazione pari ai tempi di reazione del rigorista più 300 msec; poi, nella condizione TR, si osserva un decremento drastico della prestazione. Tale riduzione della prestazione può essere spiegata mediante l'ipotesi dei gradi di libertà di Bernstein (1967), secondo la quale il sistema esecutore deve specificare i tempi di attivazione-inibizione di ogni singolo muscolo e la loro corretta coordinazione. Di conseguenza, il rigorista non riuscirebbe a modulare in maniera ottimale la postura del corpo, in quanto il lavoro del sistema esecutore allungherebbe ancora di più i tempi di elaborazione della risposta.

I risultati ottenuti indicano inoltre diverse tempistiche di decisione ed azione tra portieri [Agostini e coll. 2004] e rigoristi: l'esperimento condotto da Agostini e coll. (si veda capitolo 3) dimostra come il portiere impegnato nel parare i calci di rigore, per avere un incremento della prestazione, debba muoversi in anticipo rispetto al contatto piede-palla, e come la performance aumenti quando il tempo di azione del portiere stesso è settato sulla media dei suoi tempi di reazione. Al contrario, come si è visto nel presente lavoro, il rigorista che decide dove calciare la palla con un'anticipazione pari alla media dei suoi tempi di reazione otterrà un decremento della sua prestazione; viceversa, i risultati dimostrano come la sua prestazione aumenti significativamente con un'anticipazione pari alla media del suo tempo di reazione più 300 msec.

Sembra altresì che le diverse strategie utilizzate influenzino anche la tipologia di rincorsa eseguita dai partecipanti all'esperimento: i rigoristi che si definiscono closed loop eseguono una rincorsa maggiormente obliqua rispetto a quelli che si ritengono open. Questo, unitamente alla teoria di Bernstein (1967), potrebbe spiegare perché i rigoristi open siano più precisi nei tiri incrociati, mentre i closed riescano a calciare più efficacemente nei settori destri della porta.

Inoltre, i risultati ottenuti, confermando gli studi presenti in letteratura [Williams e coll., 1993; Agostini e coll., 2003; Savelsberg e coll., 2007], indicano che il rigorista, durante la rincorsa, elicitava degli stimoli visivi e che questi, siano essi concentrati nel cinto pelvico [Williams e coll., 1993], in

spalle e testa o piedi e ginocchia [Agostini e coll., 2003], oppure nella postura del piede d'appoggio e di quello calciante o nella palla al momento del contatto piede-palla [Savelsberg, 2007], suggeriscono al portiere la futura traiettoria della palla, consentendogli di anticiparla in maniera adeguata. In particolare, possiamo notare come gli indici visivi elicitati dal rigorista durante la baseline consentano al portiere di anticipare adeguatamente la traiettoria della palla, a differenza di quelli elicitati durante le condizioni TR + 600 e TR + 300 msec. Nell'ultima condizione, in cui la latenza imposta al rigorista è settata sulla media dei suoi tempi di reazione, gli stimoli visivi elicitati dal calciatore sembrerebbero addirittura risultare ingannevoli per il portiere: si può ipotizzare che i portieri raccolgano delle informazioni non fondamentali per anticipare correttamente traiettoria della palla.

Citando la teoria dei giochi, secondo la quale la strategia migliore nel calcio di rigore è quella di arrivare sulla palla senza sapere dove tirare e decidere all'ultimo momento, possiamo ipotizzare che, se Agostini e coll. (2003) hanno trovato "l'ultimo momento" atto a ottimizzare la performance del portiere, dai risultati di questo studio sia possibile identificare la latenza di TR + 300 msec come il momento in cui il rigorista dovrebbe decidere al fine di migliorare la sua precisione nel tiro e, contemporaneamente, per fornire al portiere indici visivi tali da non consentirgli di anticipare adeguatamente la traiettoria del tiro.

Analizzando la performance dei portieri in funzione della strategia utilizzata posso sostenere, confermando le ipotesi presenti in letteratura, che i portieri che dichiarano di utilizzare la strategia closed hanno maggiori difficoltà nel parare i calci di rigore quando il segnale luminoso, indicante il settore in cui deve esser calciata la palla, è settato con un anticipo rispetto al contatto piede-palla pari ai tempi di reazione del rigorista. Inoltre, possiamo osservare che le performance dei portieri open decrescono con il diminuire della latenza imposta ai rigoristi per calciare in un settore della porta.

Considerando l'atleta e la prestazione sportiva come una Gestalt, dove il tutto è diverso dalla somma delle singole parti, possiamo prendere questa Gestalt stessa come punto di riferimento e quindi formulare delle ipotesi

strategiche da implementare nell'allenamento dei rigoristi, in modo tale che questi riescano a cogliere le risorse a loro disposizione per migliorare, ossia ottimizzare e standardizzare, la prestazione, almeno nel contesto e nelle condizioni da me studiati.

In un'ottica applicativa possiamo così immaginare che, in un allenamento formato da vari esercizi tecnici e fisici, sia possibile creare delle condizioni tali che permettano a chi si occupa dell'allenamento dei calciatori di integrare la loro preparazione con la consapevolezza da parte dell'atleta delle proprie strategie cognitive.

Il prendere decisioni in contesti con elevate condizioni di incertezza e ristrettezze temporali è una variabile sempre presente in quasi tutti gli sport, soprattutto in quelli di squadra, e pensare all'applicazione delle strategie finalizzate all'incremento ed alla standardizzazione è una delle ipotesi con cui lo psicologo dello sport può inserirsi a pieno titolo nell'ambito dello staff tecnico che prepara l'atleta.

Con la presente ricerca non voglio quindi proporre soltanto un'integrazione delle conoscenze di tipo biomeccanico [Bernstein, 1967; Mannoni e coll., 1993; Bauer, 1990; Farfel, 1977; Weineck, 1998] con lo studio e l'implementazione nell'allenamento delle strategie cognitive più consone all'atleta per migliorare la sua performance, ma anche un nuovo modello di atleta che si sta affermando con la diffusione della psicologia sperimentale dello sport: un atleta consapevole delle proprie capacità fisiche e mentali in funzione di una performance. Per fare ciò, le persone che lavorano con l'atleta devono saper strutturare gli allenamenti in funzione dei pre-requisiti fisici, tecnici e cognitivi di una performance di alto livello, cercando di raccogliere attorno all'atleta le persone con le competenze adeguate, finalizzate a una maggior conoscenza dell'uomo-atleta nei suoi limiti e nelle sue potenzialità, in funzione della sua specifica attività fisica.

BIBLIOGRAFIA

ABERNETHY B., 1990

“Anticipation in squash: Differences in advance cue utilisation between expert and novice players”

Journal of Sports Sciences, 8, 17 - 34.

AGOSTINI T, RIGHI G., GALMONTE A., GHERZIL A., 2002

“Visual and auditory integration in sport performance”

Perception supplement, 31, 127 b.

AGOSTINI T., RIGHI G., GALMONTE A., 2002

“Sport performance and auditory integration in sport”

Review of Psychology supplement, 77.

AGOSTINI T, RIGHI G., DOSUALDO P., GALMONTE A., 2003

“Critical sensorial information for a goalkeeper engaged in penalty”

Perception supplement 32, 11b.

AGOSTINI T, RIGHI G., DOSUALDO P., GALMONTE A., 2003

“Informazioni sensoriali rilevanti per un portiere impegnato nei calci di rigore”

Riassunti delle comunicazioni al Congresso Nazionale della sezione di Psicologia Sperimentale, 219-221.

AGOSTINI T., RIGHI G., MODOLO L., GALMONTE A., 2004

“The best action time for a goalkeeper engaged in penalties”

Perception supplement 33, 172b.

AGOSTINI T., RIGHI G., GALMONTE A., 2004

“Cognitive strategies for a goalkeeper engaged in penalties: the best action time”

Atti del convegno “14th Psychology Days in Zadar” - Zara, Croazia (HR).

AGOSTINI T., RIGHI G., GALMONTE A., 2005

“Nuove prospettive di ricerca in psicologia dello sport: l’approccio sperimentale”

Giornale italiano di psicologia, Vol. 32, Mar, n°1, 219-226.

AGOSTINI T., GALMONTE A., RIGHI G., PIN A., BIANCHI B., GHERZIL A., 2007
"Anxiety induction and precision of the kick in soccer penalties"
at 12th European Congress Of Sport Psychology, Halkidiki, Grecia;

BAKER J., HORTON S., 2004
"A review of primary and secondary influences on sport expertise"
High ability studies, vol 15 (2), Dec, 211-228.

BARFIELD W.R., KIRKENDALL D.T., YU B., 2002
"Kinematic instep kicking differences between elite female and male soccer players"
Journal of Sports Sciences and Medicine, 1, 72-79.

BAUER G., 1990
"Der teufel steckt im Detail"
Fussballtraining, vol. 11, 3-7

BERNSTEIN N., 1967
"The coordination and regulation of movement"
Pergamon Press, London

BEEK P.J., PEPPER C.E., STEGEMAN D.F., 1995
"Dynamical models of movement coordination"
Human movement science, vol. 14, 573-608

BERRY J., ABERNETHY B., COTE' J., 2004
"The contribution of pattern recognition and prediction skill to expert game-based decision-making in Australian rules football"
Science and football: conference communication

BOOTSMA R.J., OUDEJANS R.R.D., 1993
"Visual information about time-to-collision between two objects"
Journal of experimental psychology: human perception and performance, vol. 19, n°5, 1041-1052

BRAY K., KERWIN D.G., 2002
"Modelling the flight of a soccer ball in a direct free kick"
Journal of Sports Sciences, 21(2), Feb, 75-85.

- BRADSHAW E.J., SPARROW W.A., 2001
 "Effects of approach and foot-target characteristic on visual regulation of step length"
Human movement science, vol. 20, n° 4, 401-426
- BRUCE V., GREEN P.R., GEORGESON M.A., 1996
 "Visual perception. Physiology, Psychology, and Ecology"
 Psychology Press, Erlbaum (UK), Taylor & Francis
- CASTILLO J.M., RAYA A., ONA A., MARTINEZ M., 2000
 "La Tàctica Individual en el Penalty (I)"
Training Fùtbol, 50, 8-15.
- CHARDENON A., MONTAGNE G., BUEKERS M.J., LAURENT M., 2002
 "The visual control of ball interception during human locomotion"
Neuroscience letters, 334, 13-16.
- CHIAPPORI P.A., LEVITT S., GROSECLOSE T., 2002
 "Testing mixed-strategy equilibria when players are heterogeneous: the case of penalty kicks in soccer"
American economics review, vol 92, Set., 1138-1151.
- COELLO Y., RICHAUD S., MAGNE P., ROSSETTI Y., 2003
 "Vision for spatial perception and vision for action: a dissociation between the left-right and near-far dimension"
Neuropsychologia, vol. 41, 622-633
- DAVIDS K., SAVELSBERGH G., BENNETT S.J., VAN DER KAMP J., 2002
 "Interceptive actions in sport: information and movement"
 Routledge, London, EC4P 4EE
- DE LUCIA P.R., COCHRAN E.L., 2005
 "Perceptual information for batting can be extracted throughout a ball's trajectory"
Perceptual & motor skill, vol 61 (1), Aug, 143-150.
- DEMUTH C., 1984
 "Kognitive verlaufprozesse bei zielhandlungen von fussballspielern"
 Dissertation, Martin-Luther-Universität Halle, Wittenberg

DONDERS F.C., 1865

“Over de snelheid der gedachte en der wilsbepaling: Voorlopige mededeling”
Nederlandsch Archiv voor Genesen Naturkunde, vol.1, 518-521

FARFEL V.S., 1977

“Bewegungssteuerung im sport”
Sportverlag, Berlin

FARROW D., ABERNETHY B., 2002

“Can anticipatory skills be learned through implicit video based perceptual training”
Journal of Sports Sciences, 20, 471 - 485.

FAZEY J.A., HARDY L., 1998

“The Inverted U-Hypothesis: Catastrophe for Sport Psychology”
in: British Association of Sport Sciences, Monograph, 1, Leeds, The National Coaching Foundation.

FINNOFF J.T., NEWCOMER K., LASKOVSKY E.R., 2002

“A valid and reliable method for measuring the kicking accuracy of soccer players”
Journal of Science Medicine Sport, 5(4), Dec, pp. 348-353.

FRANKS I.M., HARVEY T., 1997

“Cues for Goalkeepers”
Soccer Journal, May/June, 30 - 33.

GALMONTE A., BIANCHI B., GHERZIL A., PIN A., RIGHI G., AGOSTINI T., 2007

“Penalty kick: the best action time”
at 12th European Congress Of Sport Psychology, Halkidiki, Grecia;

GAO L., ZELAZNIK H.N., 1991

“The modification of an already-programmed response: a new interpretation of Harry and Harrison (1961)”
Journal of motor behaviour, vol. 23, 221-223

GIBSON J.J., 1979

“An ecological approach to visual perception”
Houghton-Mifflin, Boston MA

- GILBOURNE D., RICHARDSON D., 2005
 "A practitioner-focus approach to the provision of psychological support in soccer: adopting action research themes and processes"
Journal of sport sciences, vol. 23, jun, n° 6, 651-658
- GOODALE M.A., MILNER A.D., 1992
 "Separate visual pathways for preception and action"
Trends in neurosciences, vol 15, n°1, 20-25
- HAYES S.J., HORN R.R., HODGES N.J. SCOTT M.A., WILLIAMS A.M.
 "The relative effect of demonstrations and outcome information in the teaching of novel motor skill"
 Science and football: conference communication
- HELSEN W.F., STARKES J.L., 1999
 "A multidimensional approach to skilled perception and performance in sport"
Applied cognitive psychology, vol. 13, 1-27
- HODGES N.J, HAYES S.J., EAVES D., HORN R.R., WILLIAMS A.M., 2004
 "Teaching soccer skills through ball-trajectory matching strategies"
 Science and football: conference communication
- HUDSON J.L., (1985)
 "Prediction of basketball skill using biomechanical variables"
Research quarterly for exercise and sport, vol. 25, 42-57
- IANELLO P., ANTONIETTI A., 2007
 "La psicologia della decisione"
 in PRAVETTONI G., VAGO G. (a cura di)
 "La scelta imperfetta: caratteristiche e limiti della decisione umana", McGraw-Hill, Milano, 1-20
- JAMES W., 1890
 "The principles of psychology, vol. 1"
 Holt, New York
- KEELE S.W., POSNER M.I., 1968
 "Processing of visual feedback in rapid movements"
Journal of experimental psychology, vol.77, 155-158
- KEELE S.W., SUMMERS J.J, 1976
 "Motor control mechanisms underlying human movement production"
Journal of experimental psychology: human perception and performance, vol. 3, 529-543
- KLEIN G., 1999
 "Source of power: how people make decisions"
 MIT Press, Chambridge, MA

KONZAG G., 1983

“Zur diagnostic der handlungszeit in verbindung mit handlungsrelevanten kognitiven komponenten bei sportspielern”

Theorie und Praxis der Körperkultur, vol. 8, 592-597

KUHN W., 1988

“Penalty-kick strategies for shooter and goalkeeper”

in REILLY, T.; LEES, A.; DAVIDAS, K.; W.J. MURPHY, W.J.(Ed.).

Science and football. London: E&FN Spon, 489-492.

LAND M.F., McLEOD P., 2000

“From eye movement to actions: how batsman hit the ball”

Nature Neuroscience, vol. 3, 1340-1345

LAURENT M., THOMSON J.A., 1988

“The role of visual information in control of constrained locomotion task”

Journal of motor behaviour, vol.20, 17-37

LEES A., NOLAN L., 2004

“The biomechanics of soccer: a review”

Journal of Sports Sciences, 16(3), Apr, 211-234.

LEMMINK K.A.P.M., DIJKSTRA B, VISSCHER C, 2005

“Effects of limited peripheral vision on shuttle sprint performance of soccer players”

Perceptual & motor skill, vol 100 (1), Feb, 167-175.

LEMMINK K.A.P.M., VISSCHER C., 2005

"Effect of intermittent exercise on multiple-choice reaction times of soccer players"

Perceptual & motor skills, vol. 100, n° 1, 85-95

LIEBERMANN D.G., KATZ L., HUGES M.D., BARTLETT R.M., 2002

“Advances in the application of information technology to sport performance”

Journal of sport sciences, vol. 20, n° 10, 755-769

LE RUNIGO C., BENGUIGUI N., BARDY B.G., 2005

“Perception-action coupling and expertise in interceptive actions”

Human movement science, 24, 429-445

LUCCHIARI C., LEOTTA S.N., DI NUOVO S.,2007

“Aspetti neurofunzionali dei processi decisionali. un approccio neuroeconomico”

in PRAVETTONI G., VAGO G. (a cura di)

“La scelta imperfetta: caratteristiche e limiti della decisione umana”, McGraw-Hill, Milano, 21-52

LUHTANEN P., BLOMQUIST M., VANTTINEN T., 2004
"Perceptual-motor skills in international youth soccer"
Science and football: conference communication

MANONI A., FILIPPI C., 1993
„Ricerca di una metodica per la valutazione del portiere di calcio in relazione ai tempi di movimento ed ai tempi di reazione“
Alcmeone, anno 6, gen-mar, n° 1, 24-32.

MASTERS R.S.W., van der KAMP J., JACKSON R.C., 2007
"Imperceptibly Off-center goalkeepers influence penalty-kick direction in soccer"
Psychological science, vol 18, n°3, 222-223

McGARRY T., FRANKS I.M., 2000
"On winning the penalty shoot-out in soccer"
Journal of sport sciences, vol 18 (6), Jun, 401-409.

McLEOD P., DIENES Z., 2002
"The optic trajectory is not a lot of use if you want to catch the ball"
Journal of experimental psychology: human perception and performance, vol. 28, n° 6, 1499-1501

- McLEOD P., REED N., DIENES Z., 2001
 "Toward a unified fielder theory: what we do not yet know about how people run to catch a ball"
Journal of experimental psychology: human perception and performance, vol. 27, n° 6, 1347- 1355
- McLEOD P., REED N., DIENES Z., 2006
 "The generalized optic acceleration cancellation theory of catching"
Journal of experimental psychology: human perception and performance, vol 32, n°1, 139-148
- McMORRIS T, COLENSO S., 1996
 "Anticipation of professional soccer goalkeepers when facing right- and left-footed penalty kicks"
Perceptual and Motor Skills, vol 82, 931-934.
- MONTAGNE G., FRAISSE F., RIPOLL H., LAURENT M., 2000
 "Perception- action coupling in an interceptive task: first-order time-to-contact as an input variable"
Human movement science, vol 19, 59-72
- MORRIS A., BURWITZ L., 1989
 "Anticipation and movement strategies in elite soccer goalkeepers at penalty kicks"
Journal of Sports Sciences, 7, 79 - 80.
- MORYA E., RANVAUD R., PINHEIRO W.M., 2003
 "Dynamics of visual feedback in a laboratory simulation of a penalty kick"
Journal of sport science, vol 21 (2), Feb, 87-95.
- MOSCHINI G.C., 2004
 "Nash equilibrium in strictly competitive games: live play in soccer"
Economics letters, 85, 365-371.
- MUESSELER J., VAN DER HEIJDEN A.H.C., KERZEL D., 2004
 „Visual space perception and action: introductory remarks“
Visual cognition, vol 11(2/3), 129-136

- NAGANO T., TAKAAKI K., TADAHIKO F., 2004
 "Visual search strategies of soccer players in one-on-one defensive situations on the field"
Perceptual and motor skills, 99968-974.
- NASH J., 1951
 "Non-cooperative games"
Annals of mathematics, vol 54, 286-295.
- NATTKEMPER D., ZIESSLER M., 2004
 "Cognitive control of action: the role of action effects"
Psychological research, vol. 68, 71-73
- NUNEZ F.J., BILBAO A., RAYA A., ONA A., 2004
 "Valoración del comportamiento motor y preíndices de movimiento del portero de fútbol durante el lanzamiento de penalti"
European journal of human movement, 12, 21-38.
- OBERSTE W., BRADTKE M., 1974
 "Die bedeutung der motorischen reaktionszeit im sprint"
Leistungssport, vol. 6, 424-430
- OSBORNE M.J., 2002
 "An introduction to game theory"
 Oxford University Press, New York.
- PANCHUK D., VICKERS J.N., 2006
 "Gaze behaviors of goaltenders under spatial-temporal constraints"
Human Movement Science, vol. 25, nº 4, 733-752
- PIN A., AGOSTINI T., RIGHI G., GALMONTE A., 2006
 "Penalty kick: When to decide where to kick"
Perception Supplement, 35, pg. 107.
- PIN A., AGOSTINI T., GALMONTE A., RIGHI G., 2006
 "Esecuzione di un penalty e processi decisionali: analisi del timing"
 atti del congresso AIP- sez. sperimentale, Rovereto

PIN A., AGOSTINI T., GALMONTE A., RIGHI G., GHERZIL A., BIANCHI G., 2007
"Fattori temporali ed indizi visivi nella previsione della direzione del calcio di rigore"
atti del congresso AIP- sez. sperimentale, Como

POULTER D.R., JACKSON R.C., WANN J.P., BERRY D.C., 2005
"The effect of learning condition on perceptual anticipation, awareness, and visual search"
Human movement science, 24, 345-361

REILLY T., GILBOURNE D., 2003
"Science and football: a review of applied research in football codes"
Journal of sport science, vol 21 (9), Sep, 693-705.

REILLY T., WILLIAMS A.M., 2003
"Science and football- second edition"
Routledge, London, EC4P 4EE

RIPOLL H., KERLIRZIN Y., STEIN J.F., REINE B., 1995
"Analysis of information processing, decision making, and visual strategies in complex problem solving sport situation"
Human movement science, vol. 14, 325-349

RULENCE-PAQUES P., FRUCHART E., DRU V., MULLET E., 2005
"Decision-making in soccer game: a developmental perspective"
Revue européenne de psychologie appliquée, 55, 131-136.

SAVELSBERGH G.J., WILLIAMS A.M., VAN DER KAMP J., WARD P., 2002
"Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers"
Journal of Sports Sciences, vol. 20, n°3, 279-287

SCHACK T., TENENBAUM G., 2004
"Perceptual and cognitive control in action - a preface"
International journal of sport and exercise psychology, vol. 2, 207-209.

SCHACK T., TENENBAUM G., 2004
"Effect representation and action planning: a preface"
International journal of sport and exercise psychology, vol. 2, 343-345.

SCHELLENBERGER H., 1985
"Tachistoskopische untersuchungen zur entscheidungsscherheit und
schenelligkeit in sportspielhandlungen"
Medizin und Sport, vol.8, 236-238

SCHMIDT R.A., WRISBERG C.A., 2000
"Apprendimento motorio e prestazione"
Società stampa sportiva, Roma

SHIM J., CARLTON L.G., CHOW J.W., CHAE W.S., 2005
"The use of anticipatory visual cues by highly skilled tennis players"
Journal of motor behavior, vol 37, n° 2, 164-175.

SHIM J., MILLER G., LUTZ R., 2005
"Visual cues and information used to anticiapte tennis ball shot and
placement"
Journal of sport behavior, vol. 28, n°2, 186-200

SINGER R.N., LIDOR R., CAURAUGH J.H., 1993
"To be aware or not aware? What to think about while learning and
performing a motor skill"
Sport Psychologist, vol. 7, n°19, 19-30

SPINELLI D., 2002
"Psicologia dello sport e del movimento umano"
Zanichelli editore S.P.A., Bologna

STEENBERGERN B., MARTRNUIK R.G., KALBFLEISCH L.E., 1995
"Achieving coordination in prehension: joint freezing and postural
contributions"
Journal of motor behaviour, vol. 27, 333-348

STRATTON G., REILLY T., WILLIAMS A.M, RICHARDSON D., 2004
"Youth soccer: from science to performance"
Routledge, London, EC4P 4EE

TAMORRI S., 2000
"Neuroscienze e sport"
UTET, Torino

- THORNTON I.M., HAYES A.E., 2004
"Anticipating action in complex scenes"
Visual cognition, 11 (2/3), 341-370.
- TREMBLAY L., PROTEAU L., 2001
"Specificity of practice in ball interception task"
Canadian journal of experimental psychology, vol. 55, n° 3, 207-218
- TRESILIAN J.R., 1994
"Approximate information sources and perceptual variables in interceptive timing"
Journal of experimental psychology: human perception and performance, vol. 20, n°1, 154-173
- TUMILTY D., 1993
"Physiological characteristics of elite soccer players"
Sports Medicine, 16, 80-96.
- TURVEY M.T., SHOW R.E., MACE W., 1978
"Issue on the theory of action: degrees of freedom, coordinative structure and coalitions"
in *REQUIN J. (Ed)*
Attention and performance VII, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- TVERSKY B., 2005
"Functional significance of visuospatial representation"
in SHAH P., MIYAKE A. (Eds)
The cambridge handbook of visual spatial thinking, Cambridge University Press, NY, 1-34
- UMILTÀ C., 2003
"A cognitive approach to the sport psychology"
Movimento vol. 19 - n. 2 Maggio-agosto, 49-51
- UNGERLEIDER L.G., MISHKIN M., 1982
"Two cortical visual system"
in *INGLE D.J., GOODALE M.A., MANSFIELD R.J.W. (Eds)*
Analysis of visual behavior, MIT press, Cambridge (MA), 549-586

van der KAMP J., 2006

"A field simulation study of the effectiveness of penalty kick strategies in soccer: late alterations of kick direction increase errors and reduce accuracy"
Journal of Sport Sciences, vol 24, n° 5, 467-477

VICKERS J.N., LIVINSTON L.F., UMERIS-BOHNERT S., HOLDEN D., 1999

"Decision training: the effects of complex instruction, variable practise and reduced delayed feedback on the acquisition and transfer of a motor skill"
Journal of sport sciences, vol. 17, 357-367

VICKERS J.N., 2007

"Perception, cognition and decision training: the quiet eye in action"
Human Kinetics, Champaign, IL 61825-5076

WARD J.D., WILLIAMS A.M., WARD P., SMEETON N.J., 2004

"The effects of playing and viewing perspective on anticipation skill in soccer"
Science and football: conference communication

WEINBERG R.S., HUNT V.V., 1976

"The interrelationship between anxiety, motor performance, and electromyography"
Journal of motor behavior, vol. 8, pp. 219-224

WEINECK J., 1998

"La preparazione fisica ottimale del calciatore"
Calzetti Mariucci editori, Perugia

WEINECK J., 2001

"L'allenamento ottimale"
Calzetti Mariucci editori, Perugia

WILLIAMS A.M., BURWITZ L., 1993

"Advance cue utilization in soccer"
in REILLY T., WILLIAMS A.M., (Eds)
"Science and football- second edition", Routledge, London, EC4P 4EE

WILLIAMS A.M., DAVIDS K., WILLIAMS J.G., 1999

"Visual perception & action in sport"
Spon Press, Abingdon, Oxon, OX14 4RN.

WILLIAMS A.M., WARD P., HERRON K., SMEETON N.J., 2004
"Using situational probabilities to train perceptual and cognitive skill in novice soccer players"
Science and football: conference communication

WILLIAMS A.M., WARD P., KNOWLES J.M., SMEETON N., 2002
"Anticipation skill in real-world task: measurement, training, and transfer in tennis"
Journal of experimental psychology, vol. 8, n°4, 259-270

WILLIAMS L.R., 1998
"Coincidence timing of a soccer pass: effects of stimulus velocity and movement distance", *Perception of Motor Skills*, 91(1), Aug, 39-52.

WILLIAMS M., DAVIDS K., BURWITZ L., WILLIAMS J., 1994
"Visual search strategies of experienced and inexperienced soccer players"
Research quarterly for sport and exercise, vol. 65, n°2, 127-135.

WILLIAMS M., DAVIDS K., BURWITZ L., WILLIAMS J., 1998
"Proficiency-related differences in anticipation and visual search strategy in soccer"
Journal of Sport and Exercises Psychology, 15, supplemento, S91.

ZACIORSKIJ V.M., 1977
"Die körperlichen eigenschaften des sportlers"
Bartels & Wernitz, Berlin - Frankfurt - München

