



Federazione Italiana Giuoco Calcio

Settore Tecnico

Portieri Nazionali Giovanili:

Ricerca semi-longitudinale sulle capacità e sulle abilità



Laboratorio di Metodologia dell'allenamento e biomeccanica applicata al calcio

M. Marella, E. Castellini, M. Levi Micheli

Collaboratori esterni:

G. Mascherini, A. Cattozzo, L. Pagani, C. Laface, M. D'Elia

Staff Tecnici Federali:

A. Rocca, A. Pazzagli, I. Bordon, L. Castellini

Indice

Introduzione (prima parte)

- 1.1 - Misure antropometriche
 - 1.2 - Valutazione di composizione corporea con metodica B.I.A. vettoriale
 - 1.3 - Esame stabilometrico
 - 1.4 - Conclusioni
 - 1.5 - Consigli didattici
- Bibliografia

Le Capacità del portiere (seconda parte)

La forza esplosiva

- 2.1 – La letteratura
 - 2.2 – Test di valutazione
 - 2.3 – Forza esplosiva e abilità
 - 2.4 – Consigli didattici
- Bibliografia

I Tempi di Reazione

- 3.1 La letteratura
 - 3.2.1 - Test 1 -Valutazione dei tempi di reazione oculo-motoria e rapidità nelle uscite
 - 3.2.2 -Test 2-Valutazione dei tempi di reazione oculo-motoria e rapidità nelle uscite e parate (Naddi test)
 - 3.3 - Considerazioni finali
 - 3.4 - Consigli Didattici
- Bibliografia

Le abilità del portiere (terza parte)

Il tuffo

- 4.1 – tuffo a destra
 - 4.2 – tuffo a sinistra
 - 4.3 – consigli didattici
- Bibliografia

Le uscite

- 5 – Consigli didattici
- Bibliografia

Le Capacità del portiere

La forza esplosiva

2.1 – La Letteratura

La forza esplosiva è una capacità fondamentale per un portiere di calcio. Questa, nella sua espressione di potenza, gli permette di essere adeguato alle richieste della prestazione specifica. L'allenamento del portiere è in questo senso più semplice rispetto a quello degli altri calciatori i quali necessitano anche di altre capacità spesso in contrasto l'una con l'altra; proprio per questo il pool della forza deve essere minuziosamente trattato e attentamente allenato in modo da esaltarne tutte le potenzialità.

Se analizziamo la prestazione tipica del portiere possiamo riassumerla *“in azioni improvvise di altissima intensità protratte per pochi secondi, con intervalli di recupero ampi e sicuramente remunerativi”*.

In uno studio sui tempi di “contatto della palla” di un intero campionato italiano e straniero di tutte le squadre partecipanti (Grafico 1), possiamo individuare la frequenza in cui i portieri vengono chiamati all'intervento

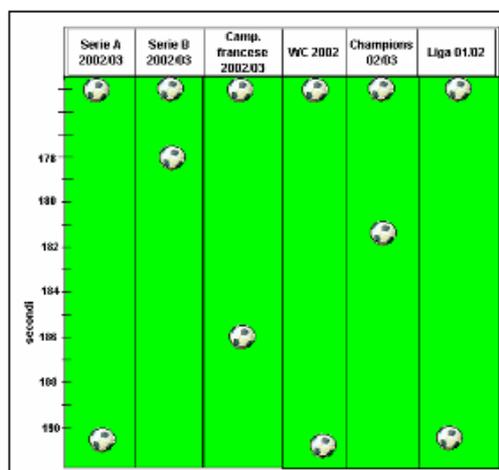
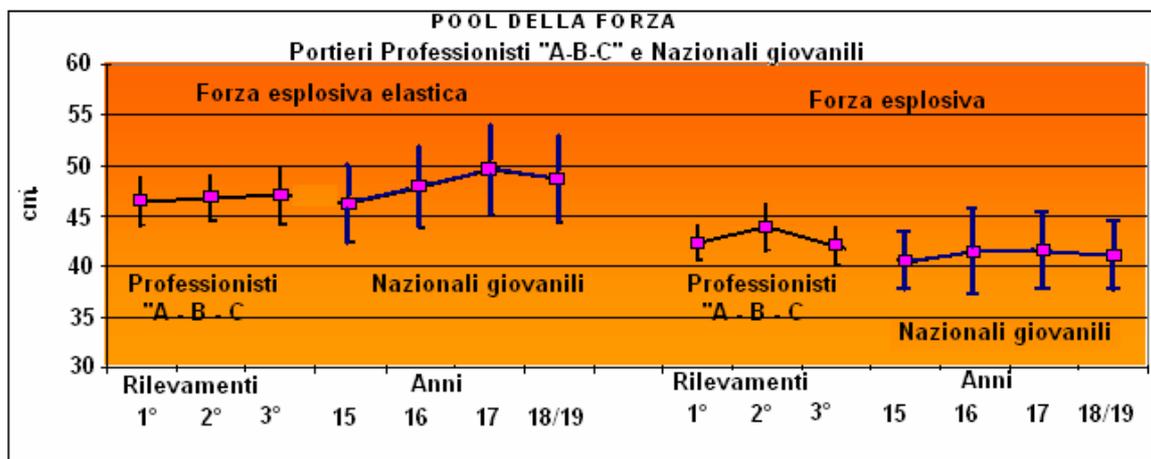


Grafico 1 - Intervallo tra i contatti con la palla

Come possiamo notare il range di intervallo oscilla tra 175 e 191 secondi: questo dipende dalle caratteristiche tecnico/tattiche della squadra. Più che alla fase di intervento dobbiamo porre maggior attenzione alle fasi di recupero tra i vari interventi che, se troppo lunghi possono peggiorare la prestazione (vedi tempi di reazione).

L'indagine su questa capacità è stato un obiettivo primario della nostra ricerca sui portieri delle Nazionali Giovanili.

Sappiamo infatti che la forza esplosiva è una capacità labile che viene esaltata velocemente ma altrettanto velocemente perde di importanza. Nell'ottica della prestazione specifica questa capacità deve essere curata in modo che il suo reclutamento sia il più rapido possibile e quindi i tempi di spinta debbono essere sempre attentamente studiati. Infatti gli allenatori dei portieri sanno che è meglio avere un portiere con una minore esplosività ma con tempi di spinta rapidi. Gli adattamenti muscolari che si devono ricercare sono quelli che si ottengono attraverso metodiche di allenamento in cui l'organismo si adatti alla risintesi di ATP per via anaerobica mediata dal creatinfosfochinasi. Il grafico 2 mette in relazione la forza esplosiva e quella esplosiva elastica dei portieri delle nazionali giovanili con quella rilevata ai portieri professionisti (A,B,C) nel campionato italiano del 1998.



	FORZA ESPLOSIVA ELASTICA							FORZA ESPLOSIVA						
	Rilevamenti			Anni				Rilevamenti			Anni			
	1°	2°	3°	15	16	17	18/19	1°	2°	3°	15	16	17	18/19
Media	46,5	46,9	47,1	46,29	47,91	49,60	48,68	42,4	43,9	42,1	40,47	41,41	41,61	41,10
Dev. Stand	2,5	2,3	2,8	3,84	4,10	4,43	4,33	1,8	2,3	1,9	2,61	4,11	3,77	3,31

Grafico 2 – Pool della forza

A destra i dati sono relativi alla forza esplosiva elastica, a sinistra quelli sulla forza esplosiva, tutti i test sono stati rilevati con l'optojump.

I portieri professionisti hanno tre rilevamenti perché seguiti durante l'anno calcistico, i test sono stati effettuati (1° alla fine della preparazione estiva; 2° a dicembre-gennaio; 3° a marzo- aprile)

I portieri delle Nazionali giovanili sono stati suddivisi a secondo dell'età cronologica.

La fisiologia dello Sport dice che con un continuo allenamento anaerobico, le modificazioni che si verificano nei muscoli riflettono in maniera specifica l'attivazione delle fibre muscolari principalmente FT e che, se si verifica un incremento della sezione trasversa delle fibre ST, questo è

meno marcato. Sappiamo anche che con l'allenamento specifico si ha uno sviluppo del sistema ATP-PCr e quindi un adattamento sia muscolare che energetico. Dobbiamo aggiungere a questi adattamenti fisiologici quelli relativi al controllo motorio e quindi alla capacità del soggetto a rispondere in maniera più efficace ed economica a stimoli conosciuti ed appresi. La moderna letteratura parla di "morfofunzionalità" intendendo quella forma di adattamento che avviene dopo 5-6 anni di lavoro continuo in una attività specifica che trasforma un soggetto in un atleta prima e poi in calciatore, pallavolista, ecc. Questo organismo "morfofunzionale" si è formato dopo un lungo processo di formazione, fatto di un allenamento specializzato, che ha creato degli adattamenti stabili e che hanno assunto una direzione estremamente selettiva determinata dalla specificità degli stimoli di allenamento e di gara. Infatti una grande quantità di compiti motori viene risolto dagli stessi gruppi muscolari con stessi meccanismi di regolazione del S.N.C. e con uguali fonti energetiche. Questo nuovo stato rende il portiere capace di rispondere in maniera più efficace a quegli stimoli che fanno parte del proprio bagaglio specifico.

1.2 – Test di Valutazione

Per valutare la forza esplosiva, (eseguiti con optojump) abbiamo inserito il gesto tipico della presa alta, facendo partire il soggetto dalla posizione di attesa del portiere (posizione neutra) foto1, con le braccia avanti al petto e chiedendo di portarle in alto nella classica presa alta verso un ipotetico pallone, eseguendo lo SJ



Foto 1
SJ specifico

Analizziamo ora, in maniera dettagliata, i risultati dei portieri delle nazionali giovanili nello SJ specifico

Anni	15	16	17	18/19
Numero	18	25	19	29
Media	39,3	39,7	39,98	40,77
Dev. Stand.	4,04	4,47	4,11	3,27

Skewness	-1,23	0,041	0,548	-0,93
Kurtosis	0,867	-0,970	-0,217	-1,108

Tabella 1

In una analisi dettagliata delle singole curve di distribuzione possiamo osservare che il gruppo dei portieri di 15 anni, si colloca prevalentemente sotto la media. È da considerare che, in soggetti di alta statura, lo sviluppo puberale è ritardato e quindi la somministrazione di allenamenti di forza incidono meno rispetto a ragazzi che presentano uno sviluppo puberale anticipato (Weineck 2001). Il grafico 3 evidenzia una estrema variabilità nel gesto esplosivo a 16 anni. Il gruppo dei sedicenni risulta infatti più eterogeneo, forse conseguenza di un iniziale training sistematico sul pool della forza che non ha ancora creato adattamenti.

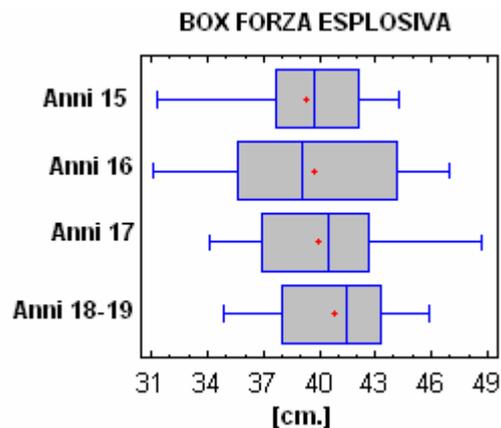


Grafico 3 S_j specifico

Anche per valutare la forza esplosiva elastica abbiamo eseguito due tipi di test: il CMJ classico eseguito con e braccia libere ed il CMJ con il gesto tipico della presa alta, facendo partire il soggetto dalla posizione di attesa del portiere (posizione neutra) foto 2, con le braccia avanti al petto e chiedendo di portarle in alto nella classica presa alta verso un ipotetico pallone.



Foto 2- Posizione neutra nel CMJ specifico

Teoricamente l'uso corretto delle braccia che vanno da tese dietro ad avanti alto descrivendo una azione pendolare, dovrebbe favorire l'elevazione con una stima vicino al 10%. Nella esecuzione speciale questa oscillazione è parziale e l'azione pendolare ridotta se non nulla; di conseguenza il CMJ dovrebbe avere un risultato sempre superiore a quello tipico del portiere mancando la spinta delle braccia. Di fronte ad un diverso risultato possiamo avanzare alcune ipotesi:

1. che il raggiungimento di un obiettivo (pallone) posto in alto offra un incentivo chiaro e definito favorendo l'elevazione
2. che l'adattamento ad un determinato gesto ha creato una nuova melodia cinetica sulla quale si è innestata una migliore efficacia.

Noi crediamo che ambedue le ipotesi giochino un ruolo determinante ma che, nella ricerca di indicatori del pool della forza sia da prediligere, specialmente nei portieri dai 17 anni in poi, il test più vicino al gesto tecnico.

CMJ classico cioè con l'uso delle braccia libere ha ottenuto i seguenti risultati.

Anni	15	16	17	18/19
Numero	18	22	19	29
Media	44,38	45,01	45,6	48,26
Dev. Stand.	6,44	5,73	6,75	4,56
Skewness	-1,497	-0,660	-0,433	-1,936
Kurtosis	1,194	-1,159	-0,762	-0,172

Tabella 2 CMJ libero

La forza esplosiva elastica vede una buona parte dei portieri collocarsi sopra la media anche se la variabilità dei soggetti all'interno di ogni coorte è ampia dimostrando tipologie di allenamento diverse. L'elasticità muscolare è anni è buona in tutti i portieri e ben superiore a quella dei calciatori essa è infatti:

	Portieri	Calciatori
Anni 15	11%	6%
Anni 16	12%	8%
Anni 17	12%	10%
Anni 18/19	15%	9%

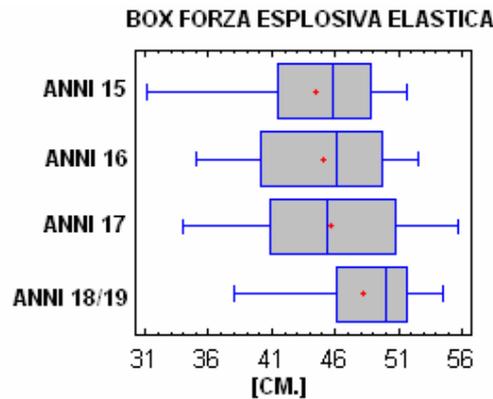


Grafico 3 Box della cmj libero

Il grafico 3 dà una idea sull'andamento delle coorti, i gruppi più eterogenei risultano essere quelli relativi a 16 e 17 anni. L'allenamento della forza esplosiva elastica è, nella prima fase, in relazione inversa rispetto alla forza esplosiva per cui con l'incremento della seconda nella prima assistiamo ad un decremento. Forse l'allenamento più o meno intenso, mirato sull'incremento della forza esplosiva, altera, in qualche soggetto, l'espressione della forza esplosiva elastica, anche se il rapporto è comunque rimasto ottimale.

Osserviamo ora la forza esplosiva elastica eseguita seguendo il modello della presa alta a due gambe.

Anni	15	16	17	18/19
Numero	18	23	19	29
Media	42,58	43,94	46,18	46,37
Dev. Stand.	2,98	3,94	4,64	4,37
Skewness	-1,147	-0,213	-0,063	-1,050
Kurtosis	0,665	-0,978	-0,751	0,62

Tabella 3 cmj specifico

L'indice di skewness indica la prevalenza di una distribuzione verso valori più alti rispetto alla media. I gruppi sono però eterogenei (tranne per i portieri di 18/19 anni) e a soggetti con grande forza esplosivo elastica si trovano altri con scarsa.

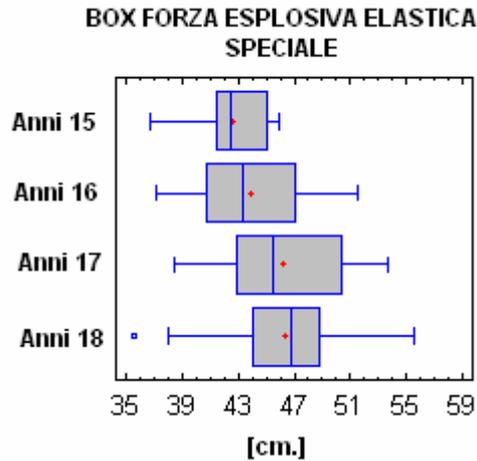


Grafico 4

Il grafico 5 è interessante perché descrive le elevazioni eseguite sia in forma libera che in quella speciale.

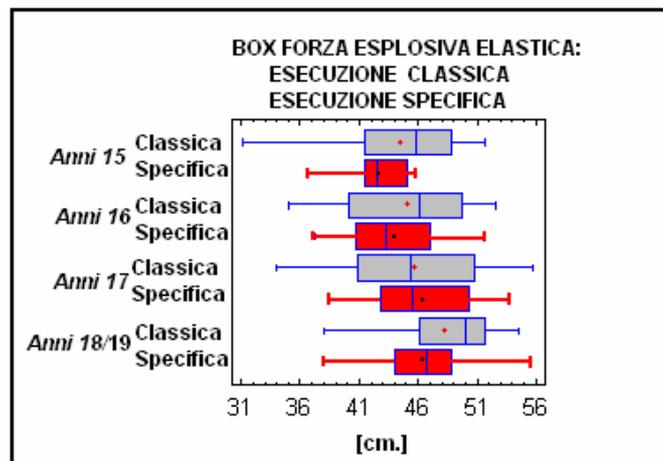


Grafico 5

I risultati indicano che mentre negli anni 15 e 16 il rapporto è decisamente a favore del gesto esplosivo libero dopo il divario diventa quasi nullo o molto relativo.

Anni 15 = -6%

Anni 16 = -2%

Anni 17 = 2%

Anni 18 = -3%

Il divario, considerando le premesse biomeccaniche, indica come l'esecuzione libera non venga sfruttata ponendo le premesse di una ipotetica situazione di morfofunzionalità che rende i nostri portieri più abili nell'esecuzione del gesto conosciuto.

1.3– Forza esplosiva e abilità

Seguendo sempre la struttura morfofunzionale abbiamo ricercato l'elevazione in un classico gesto tecnico: parata alta con incrocio a destra e a sinistra. Il test consisteva nella simulazione di una parata alta con incrocio verso un pallone posto ad una altezza di m.2,30. Lo stacco su palla alta può essere effettuato da fermo o dopo una corsa di caricamento. Lo stacco da fermo viene di solito utilizzato quando il portiere si trova già sulla traiettoria della palla e non è ostacolato da avversari. In tutti gli altri casi è da preferire lo stacco a un piede sia da fermo che dopo il passo di caricamento. La letteratura internazionale ci offre uno spaccato sulle linee di tendenza del portiere; la tabella 4 sembrerebbe accreditare l'ipotesi che nel calcio moderno il ruolo predominante sia quello dell'intervento fuori dallo specchio della porta.

	N°partite	Altri Interventi	Uscite alte	Respinte di pugno
USA '94	52	104	209	33
Francia	64	128	375	128

Tabella 4 uscita con parate alte

Per “altri interventi” si intendono tutti quei gesti tecnici che si eseguono entro lo specchio della porta; per “parate alte” quei gesti tecnici che avvengono fuori dello specchio della porta siano esse prese o respinte del pallone. Per "parate alte laterali con incrocio" si intendono quelle la cui traslocazione laterale avviene saltando con la gamba controlaterale alla direzione dello spostamento. È un gesto che presenta alcune difficoltà perché si deve abbinare la rotazione e la spinta.

Nella sequenza fotografica 3 possiamo notare (fotogramma 2) la posizione del piede che è in linea con l'arto di spinta e mentre la rotazione (fotogramma 4) dipende dall'arto raccolto in alto che compie la funzione di timone.

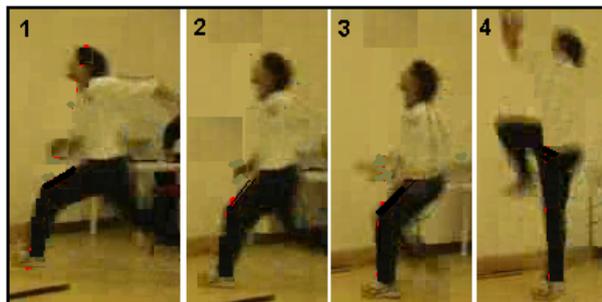


Foto 3 – Parata laterale alta con incrocio a sinistra

Il contatto a terra della prima gamba (in questo caso piede sinistro) a ginocchio semiflesso (fotogramma 2) non permetterebbe (secondo i classici canoni della elevazione) una corretta trasposizione della velocità direzionale in quella ascensionale. Nel gesto tecnico del portiere invece la modulazione di questa gamba a ginocchio più o meno teso permette di adeguare la traiettoria del salto al raggiungimento del pallone: ad arto teso la parabola sarà più stretta, ad arto più o meno flesso si avrà un andamento più ampio.

Nella sequenza fotografica 4 possiamo osservare l'incrocio a destra. Anche in questo caso il piede di attacco (fotogramma B) è in linea con la gamba di spinta ma non nella direzione dell'elevazione che avviene con la seconda gamba. Possiamo notare però (fotogramma C) l'anticipo del richiamo verso l'alto rispetto alla spinta finale. In questo caso siamo di fronte ad un errore di impostazione tecnica.

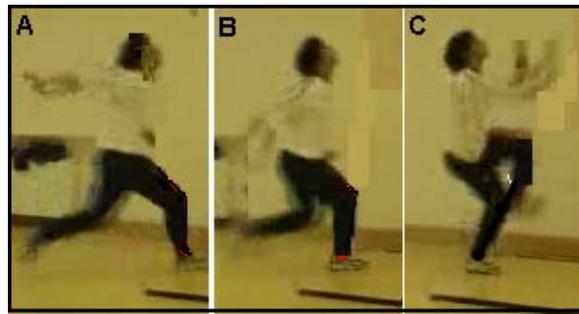
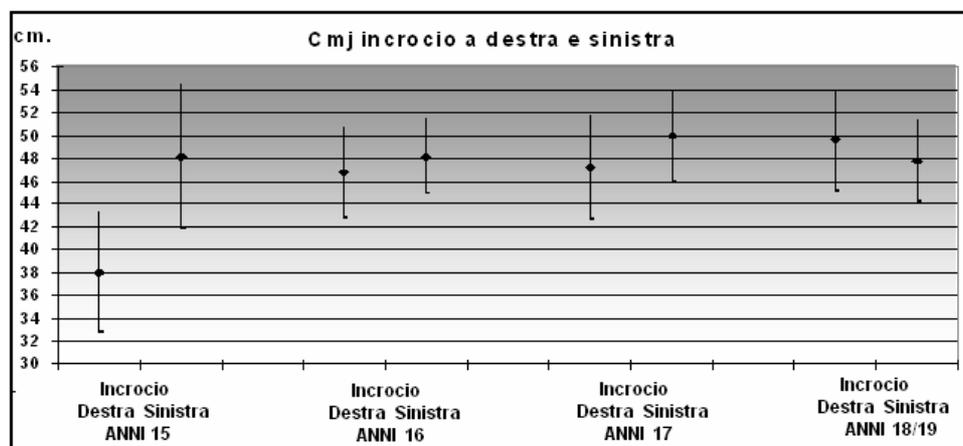


Foto 4 – Parata laterale alta con incrocio a destra

Questa analisi biomeccanica delle parate con incrocio laterale se quantizzate con l'optojump (grafico 5) possono trarci in errore perché la risposta in centimetri può dipendere non dalla elevazione ma dalla distanza tra il punto di stacco ed il punto di arrivo a terra.



	Anni 15		Anni 16		Anni 17		Anni 18/19	
	I. Des	I. Sin.	I. Des	I. Sin.	I. Des	I. Sin.	I. Des	I. Sin.
Media	38,00	48,16	46,79	48,18	47,19	49,93	49,56	47,81
Dev. Stand	5,30	6,31	3,99	3,22	4,57	3,96	4,37	3,52

Grafico 6 – Parate con incrocio a destra e sinistra

In questo caso lo studio più corretto lo possiamo ottenere con l’ausilio della pedana piezoelettrica. Nella parata frontale alta si evidenzia sempre una strategia di coscia dell’arto più forte poiché il portiere ricerca la maggior elevazione che lo porta ad effettuare un maggior caricamento. Con l’arto più forte, nel grafico 6 a sinistra, il soggetto presenta tempi di appoggio maggiori ma una qualità della spinta migliore.

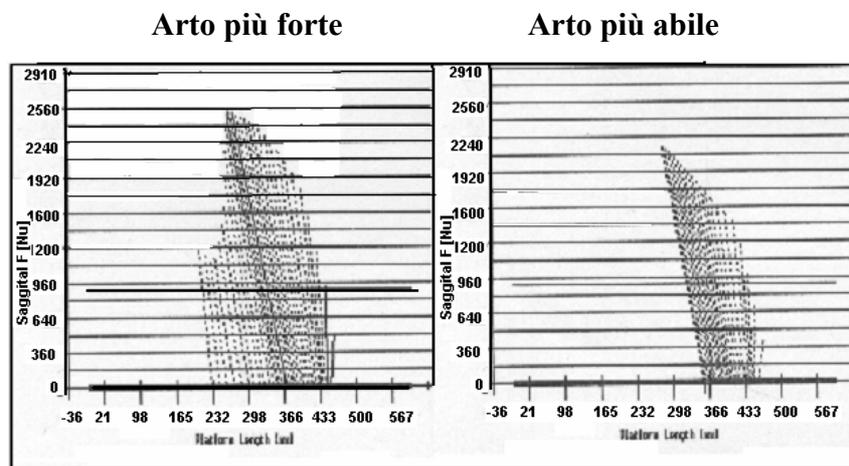


Grafico 6 - Parata frontale alta

Il picco di forza è pari a N 2560 con un tempo di spinta di 220 millisecondi, nel grafico di destra che è quello equivalente all’arto più abile, il picco forza è di N 2080 con un tempo di spinta pari a 120 millisecondi.

Da quello che emerge dalle forze agenti sulla pedana, nella parata alta frontale il portiere ricerca la massima elevazione verticale e questo lo porta ad effettuare una strategia di coscia che gli permette un maggior caricamento, aumentando così la fase aerea e mantenendo buona la sua “postura” in volo in attesa della palla. Dalle risultanti vettoriali di forza questa appare la strategia più efficace che viene sempre eseguita con l’arto che esprime più forza.

Analizzando con la pedana piezoelettrica la parata alta con incrocio, si evidenzia meglio come la strategia di salto usata dipende dalla dominanza laterale e non dall’arto più forte.

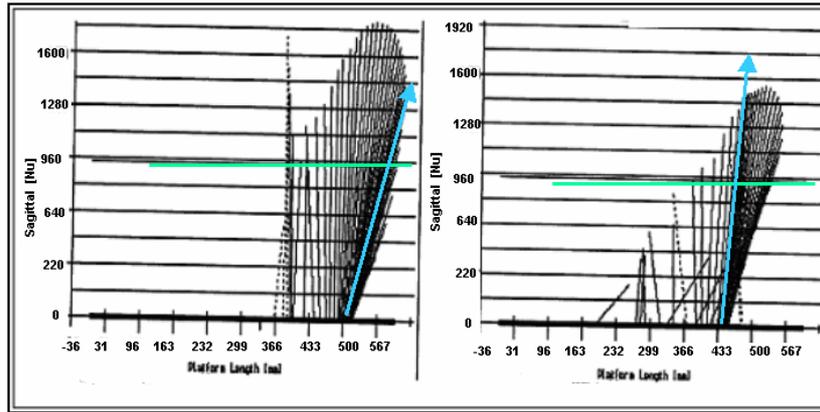
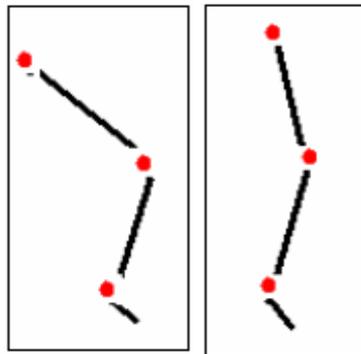


Grafico 7 - Vettori di forza nella parata alta con incrocio

Nel grafico 7 abbiamo un esempio sintomatico che evidenzia: a sinistra una grande espressione di forza, a destra una minore espressione di forza ebbene il risultato può essere schematizzato nei due grafici sottostanti corrispondenti alle strategie usate.



Strategia	Coscia	Caviglia
Forza di uscita	alta	bassa
Vettori di forza	inclinati	più verticali
Risultato	peggiore	migliore

Nei casi osservati, andando ad analizzare la parata laterale alta vediamo che non è l'arto più forte (destro o sinistro) che gioca un ruolo determinante.

Infatti nella parata laterale con incrocio ogni volta che il pallone arriva sulla sinistra il portiere spinge con il destro abbiamo, sulla pedana, una forza d' impatto bassa, una strategia di caviglia, un picco di forza in uscita alto e con le risultanti vettoriali nella fase di stacco, considerate per la qualità della spinta, sono migliori. Quando invece arriva a destra il portiere spinge di sinistro la strategia utilizzata era di coscia.

Considerando che i tempi di appoggio tra destro e sinistro sono uguali sembrerebbe che, a differenza della parata frontale, in questo caso la strategia di salto usata dipende dalla dominanza laterale rispetto all'arto più forte.

Con la pedana piezoelettrica abbiamo osservato anche un altro gesto tecnico del portiere: il tuffo

L'uso della strategia del tuffo con o senza incrocio dipende dalla distanza del portiere dalla palla. Quando questa è ridotta di norma il portiere usa la tecnica "senza incrocio", quando è maggiore usa la tecnica con "con l'incrocio". Analizziamo ora la parata alta effettuata senza incrocio. Il grafico 8 descrive i vettori di forza

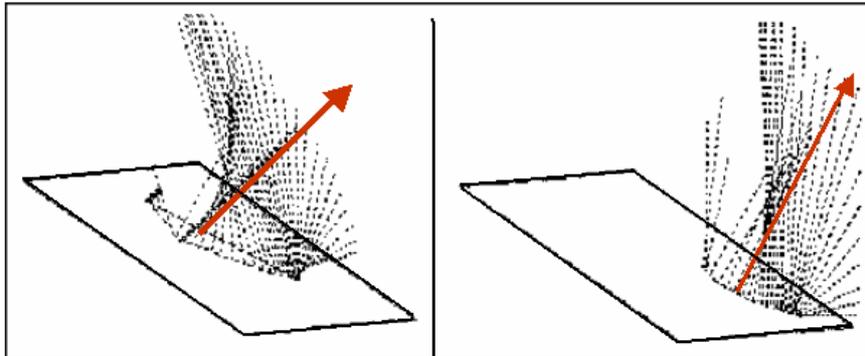


Grafico 8 - Vettori di forza nella parata laterale alta senza incrocio

I casi analizzati nel grafico 8 sono un esempio di un gruppo significativo di casi studiati e descrivono due parate laterali alte senza incrocio verso sinistra. In ambedue i casi abbiamo:

- sempre una strategia di caviglia,
- un impatto a terra e una forza in uscita bassa,
- una dispersione vettoriale,
- i tempi di appoggio maggiori.

È ovvio che la qualità della spinta risulta meno efficace della precedente strategia e forse, bisognerebbe pensare se è ancora importante, considerando i dati antropometrici dei nostri portieri, usarla per i palloni relativamente vicini.

Abbiamo fatto eseguire ai nostri portieri un cmj specifico su una doppia piattaforma (Twin plate della Globus Italia) per cercare di studiare le qualità della spinta, dell'equilibrio in volo, dell'arrivo a terra e del successivo tempo per ritornare in equilibrio.

Il grafico 9 rappresenta una sovrapposizione di alcuni CMJ (presa alta frontale). Ai portieri delle nazionali giovanili veniva chiesto, partendo dalla posizione neutra, di eseguire un salto verso l'alto (CMJ specifico) e di ricadere sulle due pedane. La doppia pedana ci permette di valutare e di quantizzare, nei vari momenti, la gamba sinistra (tracciato in rosso) e quella destra (tracciato blu).

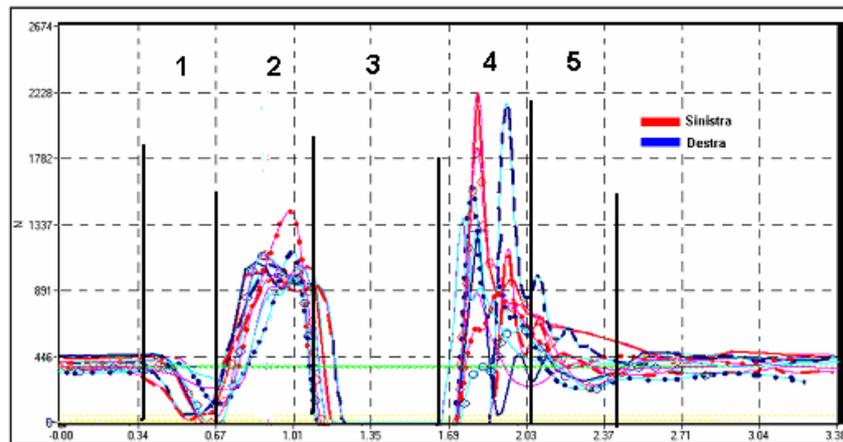


Grafico 9 - Contromovimento, spinta, volo, arrivo a terra.

Possiamo identificare le varie fasi:

1. il contromovimento,
2. la spinta,
3. volo,
4. l'arrivo a terra,
5. il ritorno in equilibrio in posizione di $\frac{1}{2}$ squat

Andiamo ad analizzare singolarmente le varie fasi:

Fase di contromovimento:

in generale questa fase risulta più ampia e, tranne in qualche caso, sincrona. La ricerca dell'altezza del salto porta i nostri portieri ad usare la strategia di coscia per sfruttare tutte le componenti della forza esplosiva.

La fase di spinta:

- tempo: media 0,562; deviazione standard di 0,026 secondi
- forza relativa al peso: media 2,956; deviazione standard di 0,306.

Il tempo di spinta risente molto del tipo di allenamento svolto nei clubs, tanto che se analizziamo i singoli portieri possiamo trovare variazioni anche del 16,77%. Dobbiamo considerare che sono ancora soggetti in fase di costruzione (specialmente dai 15 al 17 anni) che vengono seguiti ed allenati per incrementare la forza esplosiva a volte non curandosi del tempo di spinta. Crediamo quindi, specialmente durante il periodo di competizione, che sia indispensabile prestare molta attenzione al tempo di spinta forse anche a scapito dello stesso sviluppo della forza esplosiva.

Fase di volo:

La fase di volo non può essere studiata direttamente, possiamo solo valutare la fase di spinta e l'arrivo a terra di un salto e dedurre qual è stata la sua coordinazione in volo.

È noto l'equilibrio dipende dalla qualità della spinta: con la doppia pedana abbiamo osservato che se un arto ha un reclutamento temporalmente diverso o esprime una potenza superiore all'altro questo incide sull'equilibrio del corpo in volo.

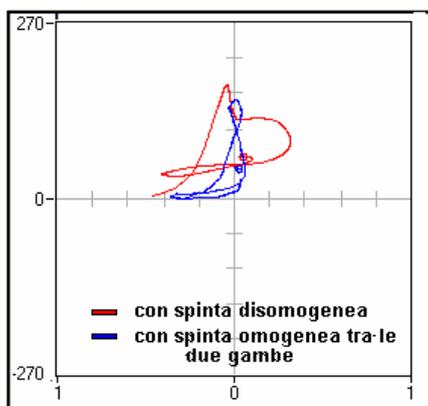


Grafico 10 - Equilibrio in volo

Il grafico 10 mostra due diversi equilibri in volo espressi da soggetti con una diversa omogeneità nella spinta. Il tracciato celeste corrisponde ad un portiere la cui spinta bipodolica è omogenea sia temporalmente sia per la potenza espressa il suo corpo in volo si sposta verso avanti alto; quello rosso di un soggetto la cui spinta è disomogenea presumibilmente il corpo durante la fase di volo oscilla a destra, a sinistra e in avanti alto. Questa valutazione può avere delle conseguenze nei tuffi (se l'espressione della potenza mostra una evidente carenza in un arto), ma anche nella ricaduta a terra (se il portiere non riesce a recuperare l'equilibrio in volo).

D'altra parte l'equilibrio e la coordinazione in volo è essenziale per riuscire a dare gradi di libertà al tronco/ braccia specialmente nelle uscite con avversari che contrastano la presa alta. La foto 5



Foto 5 Uscita in presa alta

Descrive l'abilità di Buffon che con grande equilibrio aereo svicola il tronco e le braccia riuscendo a togliere il pallone ben distante dal suo baricentro sopra la testa di un avversario

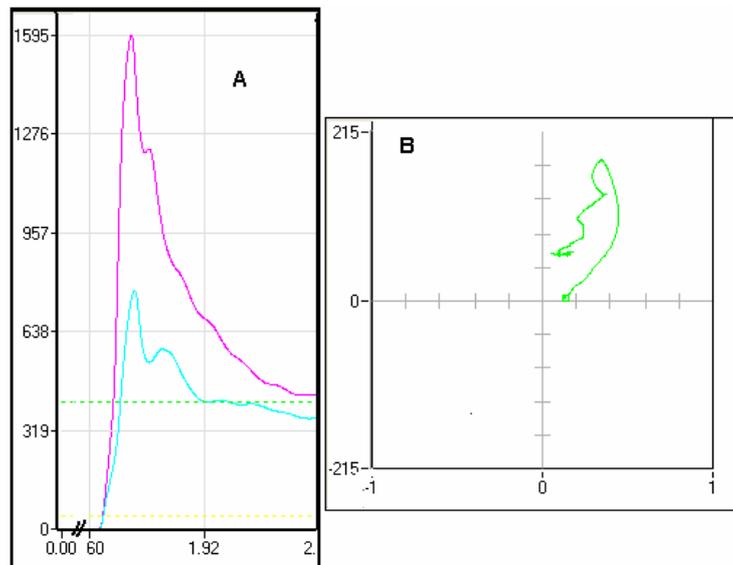


Grafico 11 - A impatto a terra; B Equilibrio in volo fase di impatto

Il grafico 11 (A) evidenzia un impatto a terra del portiere col arto sinistro pari ad una forza di 1594,6 [N] contro i 769,5 [N] dell'arto destro. Il grafico 11 (B) mostra la traiettoria ricostruita del baricentro: in questo caso il baricentro è decisamente spostato a destra, situazione che conferma le difficoltà a ritrovare l'equilibrio dinamico.

I portieri delle nazionali giovanili hanno un'altezza ben superiore alla media, per cui le difficoltà del controllo del corpo diventano oggettivamente più difficoltose.

2.4 – Consigli didattici

La valutazione del pool della forza in tutti i portieri dagli anni 14/15 ai 18/19 ha evidenziato che sia nella forza esplosiva che in quella elastica non presenta significative differenze. Dobbiamo allora chiedersi se sia sufficiente avere mediamente nella forza esplosiva elastica cm. 46 o nella forza esplosiva cm. 39-40. Crediamo che le capacità esplosive nei portieri siano fondamentali e che quindi un incremento debba essere ricercato. Le leggi dell'adattamento ci dicono che gli stimoli per essere efficaci debbono essere sempre crescenti ma che lavorare sulla forza può significare avere un periodo di abbassamento nella velocità e nella tecnica. Ecco forse le difficoltà, che peraltro sono tipiche in tutti i giochi sportivi, nel trovare momenti significativi per allenare queste capacità. Poiché abbiamo però soggetti con grandi doti potenziali in fase di sviluppo, la domanda di incremento da coniugarsi con la richiesta di avere sempre una buona prestazione può essere trovata solo con la somministrazione di grandi blocchi di lavoro muscolare da tenersi in un solo periodo lontano dalle richieste di prestazione ad esempio nel periodo precampionato (Verchoshanskij 2001).

Altro aspetto che questa indagine ci ha esplicitato è quello relativo alle differenze di spinta tra i due arti, sappiamo che in ogni soggetto abbiamo un arto più forte e l'altro più abile. Abbiamo potuto constatare che non sempre l'arto più forte è preferito nelle prese alte e specialmente nei tuffi, spesso il portiere sceglie l'arto più abile. Questa scelta specie in soggetti che coprono una buona parte della porta si può tentare di spiegarla con i tempi di spinta che sono mediamente il 45% più rapidi e la strategia privilegia la spinta di caviglia. Questo dato consiglia di lavorare sulla forza con una particolare attenzione sul tempo di spinta e quindi sulla potenza espressa. Ancora una volta nel programmare un piano di allenamento bisognerà fare molta attenzione sui tempi di spinta. Nella parata laterale alta sembrerebbe che la migliore efficacia nel tuffo si abbia sull'arto più forte tenendo presente l'obbligatorietà della gamba di spinta ma anche della strategia usata dipendente dalla dominanza laterale. Comunque qualsiasi sia il gesto sembra evidente che il training sulla spinta monopodalica debba essere allenato con cura allenando e la qualità della spinta, la sua efficacia e l'abilità del gesto.

I risultati ottenuti con una doppia piattaforma (Twin plate della Globus Italia) ci hanno dato altre informazioni che possono riassumersi: la qualità della spinta, l'equilibrio in volo, l'arrivo a terra e il successivo tempo per ritornare in equilibrio. L'analisi della doppia pedana ha confermato la diversità della spinta tra i due arti sia nel reclutamento (modalità diverse nella fase di "caricamento") sia in quelle di picco di spinta (un arto con una fase di spinta più rapida dell'altro), sia nell'arrivo a terra (prevalenza del carico su un arto) e di conseguenza nel ritardo al ritorno ad un equilibrio efficace per essere disponibile ad un eventuale gesto tecnico. Queste diversità, anche se fisiologiche, possono creare, se è troppo diverse, degli squilibri che devono essere corretti sia per la salute (esp. cadere prevalentemente su un solo arto) che per la performance (squilibrio del corpo all'inizio della fase di volo) e conseguente recupero di questo squilibrio a scapito del risultato. I risultati ci devono far riflettere sulle strategie di allenamento essenzialmente su:

- esecuzioni di spinte massimali monopodali con controllo delle cadute sul posto o su superfici predeterminate in equilibrio
- esecuzioni di spinte massimali controllando il movimento delle braccia dirette verso la palla al momento dello stacco

Bibliografia

Armstrong R.B, Warren G.L., Warren J.A. Mechanisms of exercise induced-muscle fibre injury, Sport Medicine, 12, 14-207,1991

Enoka R.M., Muscle strength and its development, New Perspectives, Sports Medicine, 6, 146-168,1997

Gollinick P.D.,Armstrong R.B., Saubert C.W. IV,Piehl K., Saltin B., Enzyme ctivity and fiber composition in skeletal muscle of untrained and trained men, Journal of Applied Pysiology, 33, 312-319, 1972

- Jansson E., Esbjornsson M., Holm I., Jacobs I., Increase in the proportion of fast-twitch muscle fibres by sprint training in males, *Acta Physiologica Scandinavica* 140,359-363, 1990
- Platonov V.N., *Fondamenti dell'allenamento e dell'attività di gara*, Calzetti Mariucci, 2004
- Platonov V.N., *Adaptatsija v sporte*, Kiev, Zdoror'ja pagg. 215, 1986
- Suzuki S., Togari H., Isokawa M., Ohashi J., Analysis of the goalkeepers diving motion. In T. Relly (ed), *Frist World Congress of Science and Football (468- 475)* Liverpool: E.& F.N.Spon 1987
- Thorstensson A., Enzyme activities and muscle strength after sprint training in man, *Acta Physiologica Scandinavica* 94, 313-318, 1975
- Zehr E.P., Sale D. G., Ballistic movement. Muscle activation and neuromuscular adaptation, *Canadian Journal of Applied Physiology* 19, 363-378,1994
- Verchoshanskij Y., *La moderna programmazione dell'allenamento sportivo*, SDS, 2001
- Weineck J., *L'allenamento ottimale*, Calzetti Mariucci 2001
- Weineck J., *L'allenamento del calciatore*, Calzetti Mariucci 2003

Tempi di reazione

3.1. La letteratura

Il calcio moderno ha come caratteristica fondamentale la velocità sia nella corsa, senza e con palla, sia nella trasmissione del pallone che nei gesti tecnici. La velocità di una palla si avvicina ai 100 Km/h, il contatto palla/piede non è quasi mai superiore a qualche decina di millisecondi, picchi di velocità raggiungono anche i 130 km/h. Per avere un'idea spazio/temporale possiamo dire che un pallone impiega:

- Per percorrere metri 10: 0,36 secondi
- Per percorrere metri 11: 0,397 secondi (penalty)
- Per percorrere metri 23: 0,83 secondi

Se il pallone proviene da un tiro effettuato dalla distanza di 11 metri non c'è tempo per assumere informazioni utili a fornire risposte efficaci con la sola osservazione diretta. La reazione del portiere dipende dalla capacità di percepire la traiettoria del pallone, la quale, in molti casi, è basata sulla capacità di anticipazione che permette di intuire la traiettoria finale nell'istante in cui il pallone viene calciato dall'avversario. (Uriondo L.F., 2002). In uno studio M.Deridder (1985) ha evidenziato la differenza della durata e delle zone di presa di visione in un portiere di pallamano. L'autore ha potuto constatare che esiste una differenza significativa ($p > 0.001$) nella presa di visione del giocatore che tirava il penalty spaziale col salto tra i portieri non esperti e quegli esperti. (Gregg J.R., 1987)

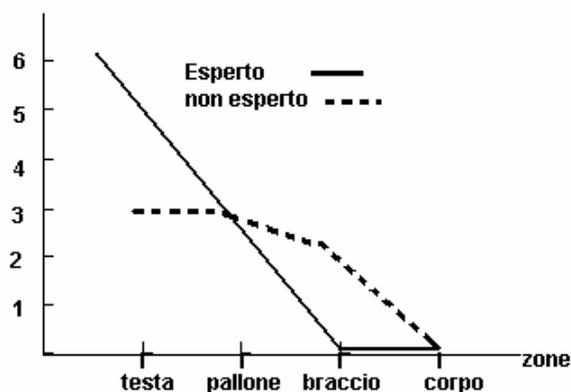


Grafico 1 - Presa di visione

Come possiamo vedere la diversità di presa di visione del numero delle parti del corpo che differenzia i due portieri è notevole. L'esperto guarda soprattutto dove volge la testa il giocatore che effettua il rigore (si tratta della pallamano) soffermandosi molto (6 prese di visione) poi il pallone (3 prese di visione) mentre sia il braccio che il corpo vengono escluse. Il portiere non esperto prende

visione quasi ugualmente della testa, del pallone e del braccio (3, 3, 2 prese di visione) disperdendosi forse sull'obiettivo che sembrerebbe importante, la testa del rigorista.

L'analisi dimostra che il soggetto esperto presenta un comportamento esploratorio visivo automatizzato mettendo in azione delle strategie percettive precostituite che favoriscono l'elaborazione di una decisione più immediata (Deridder M.1985).

Nel calcio ci sembra interessante uno studio fatto da Morya E, Ranvaud R, Pinheiro WM. (2003) sulle strategie del portiere nella parata nel penalty. Gli autori hanno individuato che le probabilità di una risposta sia corretta dipende dal tempo nella presa di decisione, infatti solo se il portiere si butta da una parte 400ms prima di dell'impatto con la palla le chances della performance sono buone; sono invece minori se l'azione del portiere avviene entro 150ms prima del contatto della palla. In laboratorio gli autori hanno potuto notare che la presa di decisione è migliore se il tempo non superasse 500 ms. altrimenti viene facilmente spiazzato.

D'altra parte la presa di visione non è la sola a determinare l'azione, le fasi esecutive dipendono dal tempo che intercorre tra la presa di decisione e gli organi esecutivi. Nei giochi di squadra assumono una importanza fondamentale i tempi di reazione complessa. Hick e Hyman 2003 descrivono nella loro legge che il tempo di reazione dipende da:

1. una costante che è il tempo di reazione semplice (caratteristico di ogni soggetto) che oscilla tra i 160 ed i 220 millisecondi
2. un'altra costante che viene rappresentata dal tempo di informazione che oscilla tra i 177 ed i 215 millisecondi
3. la quantità di informazioni realmente elaborate (nel caso dei portieri della pallamano è evidente che la superiore quantità delle diverse informazioni elaborate nei soggetti meno esperti - testa pallone braccio - rispetto a quelli esperti - testa pallone - porterà ad un tempo esecutivo finale decisamente diverso).

D'altra parte selezionare una quantità ridottissima di informazione da elaborare diminuisce i tempi di reazione motoria, ma può far commettere grossi errori di valutazione nella programmazione di una possibile risposta adeguata. Paradossalmente in uno studio australiano (*E. Audisio* 2002) si afferma che sarebbe meglio se i portieri si abituassero all'handicap dei non vedenti, infatti indossando un paio d'occhiali appositamente creati e che oscurano parte dell'orizzonte visivo, sarebbero costretti a concentrarsi su altri particolari: la postura del giocatore, l'angolazione del piede, l'oscillazione del braccio. Altre esperienze indicano l'importanza di concentrare l'interesse solo su un particolare (pallone) nascondendo, con dovuto allenamento, il giocatore calciante dal proprio campo visivo. Sappiamo che il tempo di latenza di una reazione motoria semplice supera

spesso il tempo dell'azione degli stimoli esterni e che il tempo di volo in un rigore, e che il tempo di esecuzione delle azioni rapide dei pugili, degli schermatori, dei giocatori di pallavolo è inferiore a 100 ms, mentre la durata delle prese di visione può raggiungere i 500-600 ms e dipende dalla complessità del compito percettivo, (Keller V.S.1987 da Platonov V., 2004) per cui quasi tutte queste azioni vengono eseguite grazie alla capacità di anticipazione. Se poi ci troviamo di fronte ad una situazione in cui la presa di decisione, già in fase di attuazione, viene modificata all'ultimo momento ad esempio: il portiere aspetta l'attaccante rimanendo tra i pali e preparandosi al tuffo poi decide di chiudere lo spazio cambiando il piano di azione; allora nella reazione "di scelta" (Keller Platonov 1993) la componente concentrazione assume un ruolo determinante.

La fisiologia muscolare e la prassi dell'allenamento danno molta enfasi alla messa in azione.

Il riscaldamento porta:

- all'aumento della temperatura corporea che a sua volta incrementa il metabolismo dei muscoli scheletrici
- al miglioramento dell'irrorazione sanguigna che porta ad un maggior quantitativo di glucosio e di ossigeno e una diminuzione della vischiosità interna. I muscoli avranno conseguentemente una maggior coordinazione intra ed intermuscolare
- al miglioramento dello scorrimento delle facce articolari.

Se la temperatura aumenta, tutti i processi che sono collegati alla produzione di un'eccitazione si svolgono più velocemente. La maggiore eccitabilità del sistema nervoso centrale, tra l'altro, porta ad una maggiore capacità di reazione e di contrazione: un aumento della temperatura corporea di 2°C produce una accelerazione nella velocità di contrazione del 20%. (Hill, 1956) . In generale, il riscaldamento, partendo da una situazione iniziale "neutra", serve a formare uno stato psichico di disponibilità alla prestazione, evoca uno stato ottimale di eccitazione del sistema nervoso, migliora l'atteggiamento verso la prestazione sportiva e la concentrazione su di essa.

Lo status del portiere pone una serie di interrogativi rispetto al significato della messa in azione. Infatti la sua prestazione è molto intervallata e può succedere che venga impegnato dopo diversi minuti dall'inizio della partita e che le richieste successive abbiano lunghi intervalli di non impegno. È evidente che le premesse sui benefici di un buon riscaldamento devono essere rivisti o si deve trovare un sistema che mantenga la temperatura corporea alla giusta temperatura.

Che il problema ponga una serie di interrogativi lo dimostra anche J. Bangsbo 2001 che consiglia di aumentare la fase di riscaldamento perché la capacità di reazione oculo-motoria, nei portieri di calcio, migliora con l'aumentare della fatica.

I problemi che ci siamo posti con i nostri portieri delle nazionali giovanili sono stati dunque:

1. verificare se ci fosse un adattamento che modificasse in parte i principi generali indicati dalla fisiologia muscolare (d'altra parte non abbiamo significativi cali di prestazione dipendenti da una diminuzione della temperatura corporea)
2. in caso contrario osservare se e quanto incidesse la fase di riscaldamento e/o la fatica nella prestazione
3. verificare se il loro abituale riscaldamento fosse corretto
4. ed infine verificare quanto venisse usata la presa di visione periferica

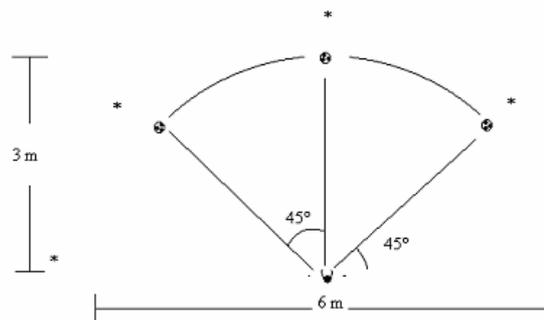
3.2- Test per la capacità di reazione

Abbiamo introdotto 2 tipi di test

3.2.1 - Test 1 -Valutazione dei tempi di reazione oculo-motoria e rapidità nelle uscite

E' un test ideato per controllare la risposta del portiere ad uno stimolo visivo/motorio con rilevazione del tempo di reazione, nonché del tempo sulle distanze prescelte per ogni singola fase dell'esecuzione stessa.

Il test è formato da 3 dispositivi elettronici in grado di chiudere un circuito e fornire il tempo tra la comparsa del led e l'arrivo al pallone. Il portiere dovrà correre in direzione della lampada accesa verso un pallone chiudendo lo spazio nel più breve tempo possibile; il sistema acquisirà i vari tempi di reazione, dall'accensione all'abbandono del dispositivo di partenza, insieme alla velocità come sopra enunciato.



Schema 1 Reazione uscite



Foto - 1 Reazione uscite

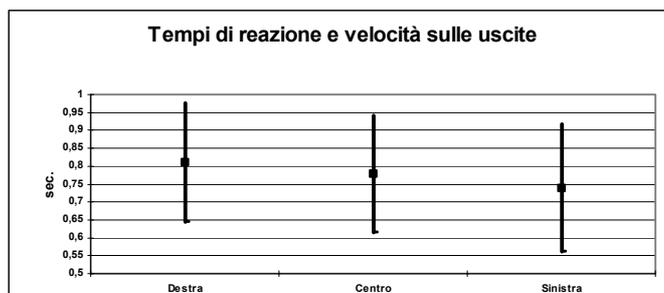
Protocollo

Il portiere è posto frontalmente alle fotocellule, l'accensione è predefinita dall'operatore e sconosciuta al portiere, l'intervallo tra una accensione e l'altra è di 7" per una sequenza di 9 uscite 3 per direzione.

Analisi dati

Analizziamo ora separatamente i tempi di reazione e quelli di arrivo sul pallone.

- **Tempi di reazione** Il grafico 1 è relativo a tutti i tempi di reazione cioè il tempo che intercorre tra l'accensione del led e la partenza, rilevati con tre prove per le zone "Destra, Centrale, Sinistra". Come possiamo vedere dal grafico 2 la variabilità attorno alla media è notevole e crediamo dipenda dalla familiarità nell'uso del test e dalla posizione di partenza che non gli permetteva di avere una visione completa dei led.

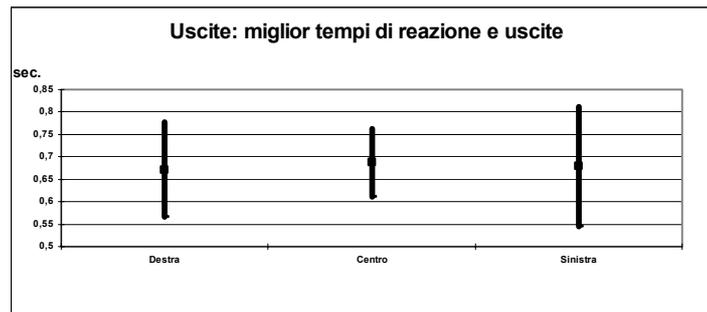


	Destra	Centro	Sinistra
Media	0,810	0,778	0,739
St.Dev.	0,165	0,163	0,178

Grafico 2 Generale sui tempi di reazione

Possiamo comunque notare che i tempi medi di reazione, anche se con differenze statisticamente non significative, sono migliori a sinistra; dobbiamo però evidenziare che la deviazione standard è, come nelle altre uscite, molto estesa e quindi che la media è virtuale.

Una domanda che ci siamo posti riguardava il peso che poteva avere l'apprendimento dei portieri nella esecuzione del test; abbiamo allora scorporato dalle tre prove i risultati migliori ottenuti da ogni portiere nelle tre direzioni, (grafico 3) in linea generale i tempi migliori sono stati realizzati alla seconda o terza prova ma sono presenti anche nella prima prova. Questo risultato valida le prove e può avvallare l'ipotesi che i non eclatanti risultati dipendano soprattutto da un scarso allenamento ai tempi di reazione ed all'uso della visione periferica.



	Destra	Centro	Sinistra
Media	0,671	0,687	0,678
Dev.Stand	0,106	0,077	0,133

Grafico 3 Tempi complessivi migliori

Dalla lettura del grafico possiamo notare

- 1) una diminuzione media del 17% a destra; del 11% al centro; del 8% a sinistra,
- 2) una diminuzione significativa della deviazione standard nell'uscita centrale del 53%

Questi risultati crediamo dipendano dalla posizione di partenza che, anziché essere a gambe parallele, si presentava con la gamba sinistra leggermente.

Tempi di arrivo sul pallone: come possiamo notare (Grafico 4) la media non ha un reale significato statistico, infatti la deviazione standard assume un grande rilievo indicando come il gruppo sia decisamente distribuito attorno a valori più o meno scarsi.

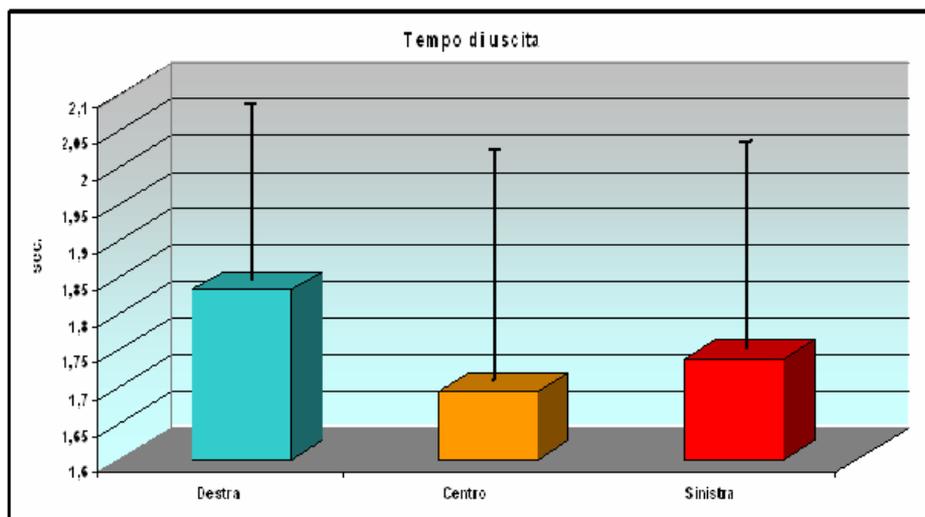


Grafico 4 tempi di chiusura dello spazio.

	Destra	Centro	Sinistra
Media	1,832	1,693	1,738
Dev. Stand	0,266	0,281	0,244

Considerando che il tratto da coprire era di m. 3, i dati rilevano il tempo che intercorre tra la comparsa del segnale di uscita e l'arrivo sul pallone. Ricordiamo che questi tempi sono il risultato del tempo di reazione e della velocità di uscita. Ebbene il range di distribuzione così largo si traduce in tempi che vanno :

Destra da 2" 096 a 1" 566

Centro da 1" 974 a 1" 412

Sinistra da 1" 982 a 1" 494

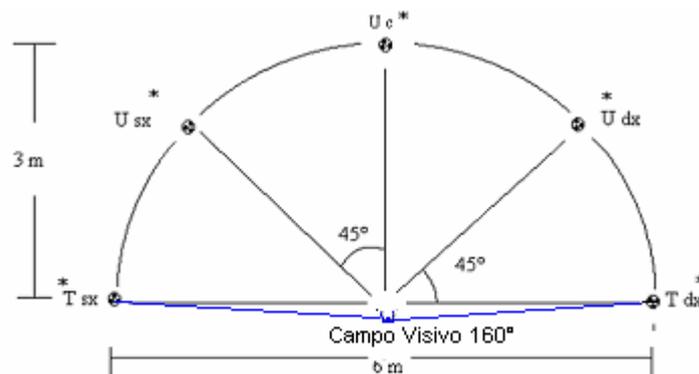
Crediamo che soggetti così preparati e di alto livello abbiano ancora un margine notevole di miglioramento. Questa nostra convinzione viene avvalorata:

- dalla posizione che i portieri assumono in attesa del test (quasi mai frontalmente ai led),
- dalla posizione del capo soggetta a continui movimenti rotatori, in modo da consentire l'utilizzo della visione foveale in luogo di quella periferica (Foto 3).



Foto 3 Posizione di attesa

3.2.2 - Test 2- Valutazione dei tempi di reazione oculo-motoria e rapidità nelle uscite e parate (Naddi test):



Schema 2 Naddi test

Legenda:

Il portiere si colloca al centro della porta -

● ha 5 palloni alla distanza di 3 m di cui 3 (U_{sx}; U_c; U_{dx}) a terra e 2 (T_{sx}; T_{dx}) entro lo specchio della porta sollevati di 30 cm da terra

* n° 5 luci che si accendono in maniera casuale e indicano la direzione del gesto tecnico.

Le sigle T e U indicano la tipologia del gesto (T = tuffo; U = uscita)



Foto 2 - Naddi test

Sui due palloni laterali il portiere deve effettuare una parata in tuffo, mentre sugli altri tre viene effettuata un'uscita sul pallone a terra.

Si avrà così una variabilità tra cinque possibili diverse situazioni che avvengono molte volte durante una partita di calcio: si uniscono i gesti tecnici dell'uscita con quelli della parata.

Essendo un test simile alle condizioni di gara anche la motivazione sarà elevata: concentrazione e motivazione sono due aspetti essenziali per la capacità di reazione.

Avendo gli stimoli visivi posizionati nell'arco di 160° , anche il campo visivo viene sollecitato quasi totalmente.

Lo spazio occupato per il test è semplicemente quello dell'area piccola, in quanto viene svolto tutto nel raggio di tre metri dal centro della porta.

Si hanno cinque luci posizionate ogni 45° ad una distanza di circa 4 metri da dove è collocato il portiere (centro porta): soltanto una luce delle cinque si illumina, il portiere in azione dovrà effettuare il gesto tecnico sul pallone corrispondente alla luce accesa.

Per le due luci più periferiche (sono poste a 160° del campo visivo) corrispondono due palloni legati alla traversa ad un'altezza di circa trenta centimetri da terra. Su questi palloni i portieri devono effettuare una parata in tuffo con deviazione.

Quando si accendono invece le luci poste più frontalmente il gesto tecnico da effettuare sul pallone corrispondente sarà un'uscita bassa.

Così riusciamo a ricavare i tempi di esecuzione che sono dati da tre momenti:

- accensione della luce/ contrazione muscolare (tempo di reazione) ;
- inizio del movimento (forza di accelerazione);
- arrivo sul pallone corrispondente.

Quando si accende una luce il tempo inizia a scorrere, abbiamo due riferimenti intermedi:

- il primo intermedio viene dato dalla contrazione muscolare, in quanto il portiere indossa degli elettrodi a livello prossimale di entrambi i quadricipiti femorali.
- Il secondo tempo intermedio invece è dato dall'arrivo sulla palla: i due palloni legati alla traversa hanno posizionato su di loro un sensore a vibrazione, che al tocco della palla arresta il tempo; per gli altri tre palloni posizionati a terra invece sono state disposte delle fotocellule sopra il pallone.

Si riescono quindi ad avere:

- I tempi di reazione dei portieri, in quanto viene quantificato il cosiddetto periodo di latenza, cioè quel tempo necessario affinché la percezione di uno stimolo diventi movimento;
- Il tempo di lavoro, dove l'inizio è dato dalla contrazione muscolare e la fine dall'arrivo sul pallone.
- Il tempo complessivo e cioè quello che intercorre tra l'accensione del led e l'arrivo sulla palla

Protocollo

Il test consiste nell'effettuare il gesto tecnico sul pallone corrispondente alla luce che si accende nel minore tempo possibile.

E' stato seguito il seguente protocollo:

- a) riscaldamento blando, con stretching mobilizzazione articolare e corsa a bassa intensità,
 - prima ripetizione del test,
- b) lavoro di intensa attivazione muscolare sul portiere testato: (10" di skip, 10" di riposo, 10" di saltelli sul posto, 10" di riposo, 10" di skip, 10" di riposo, per un tempo totale di 1'30").
 - seconda ripetizione del test, con le stesse modalità della prima ripetizione.

Ad ogni ripetizione si accendono in totale dieci luci alternativamente, con una pausa tra l'una e l'altra di dieci secondi: in totale il nostro portiere effettua dieci gesti tecnici, due per ogni stazione, facendo quindi 4 parate in tuffo e 6 uscite basse.

La prima ripetizione del test si differenzia dalla seconda per la sequenza di accensione delle luci stesse, questo per non provocare qualsiasi forma di adattamento al test stesso, quindi per escludere dalla rilevazione dei tempi di reazione una possibile influenza della capacità di anticipazione motoria,

Prima ripetizione:

- luce 1: uscita a destra;
- luce 2: tuffo a sinistra;
- luce 3: uscita a sinistra;
- luce 4: tuffo a destra;
- luce 5: uscita centrale;
- luce 6: uscita centrale;
- luce 7: tuffo a destra;
- luce 8: uscita a sinistra;
- luce 9: uscita a destra;
- luce 10: tuffo a sinistra.

Seconda ripetizione:

- luce 1: tuffo a destra;
- luce 2: uscita a sinistra;
- luce 3: uscita centrale;
- luce 4: tuffo a sinistra;
- luce 5: uscita a destra;
- luce 6: uscita centrale;
- luce 7: uscita a sinistra;
- luce 8: uscita a destra;
- luce 9: tuffo a destra;
- luce10: tuffo a sinistra

Analisi dei dati

Ricordiamo che i dati riguardano il tempo che intercorre tra la comparsa della luce nel led e la contrazione muscolare “tempo di reazione” ed il tempo che intercorre dalla contrazione muscolare all’arrivo sul pallone “tempo di lavoro”. Poiché il test comprendeva sia uscite che tuffi, abbiamo diviso l’analisi in due momenti :

- i tempi di reazione e tempi di arrivo sulla palla nelle uscite
- i tempi di reazione e tempi di lavoro nelle parate.

Per questo test abbiamo osservato le risposte di ciascun soggetti sia dopo un blando riscaldamento e sia dopo uno successivo di intensa attivazione muscolare.

Analizziamo ora le uscite:

I dati denominati:

“R U 1 dex” indicano il tempo di reazione nella uscita verso il led di destra

“R U 1 sn” indicano il tempo di reazione nella uscita verso il led di sinistra

“R U 1 c” indicano il tempo di reazione nella uscita verso il led centrale

“R U 2 dex” indicano il tempo di reazione nella uscita verso il led di destra dopo l’intensa attivazione muscolare

“R U 2 sn” indicano il tempo di reazione nella uscita verso il led di sinistra dopo l’intensa attivazione muscolare

“R U 2 c” indicano il tempo di reazione nella uscita verso il led centrale dopo l’intensa attivazione muscolare

Le uscite

Analizziamo ora le uscite – abbiamo diviso i tempi di reazione dai tempi di chiusura dello spazio e quindi dell’arrivo sul pallone.

	Numero	media	Dev. Stand.	Std. skewness	Std. kurtosis
RU1 dex	20	1001,67	344,791	0,253762	-0,549874
RU1sin	19	959,0	250,715	1,7156	0,892674
RU1 c	20	1061,67	286,429	0,0879172	0,0250873

Tabella 1 Tempi di reazione nelle uscite.

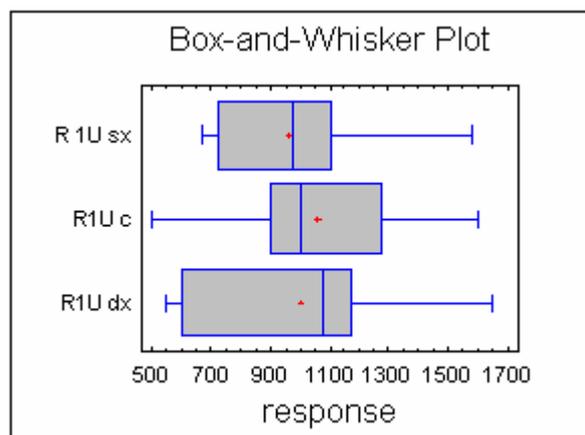


Grafico 5 box dei tempi di reazione nelle uscite

Come possiamo notare dal grafico 5 non ci sono variazioni significative tra le varie uscite. Se analizziamo i singoli test attraverso le valutazioni statistiche sulla distribuzione all’interno del gruppo possiamo dire che :

1. nell’uscita a sinistra una buona parte del gruppo si distribuisce sopra la media,
2. nell’uscita centrale il gruppo è distribuito in modo piuttosto uniforme attorno alla media,

3. nell'uscita a destra il gruppo è distribuito sopra la media, ma in misura minore rispetto alla uscita a sinistra

	Numero	media	Dev. Stand.	Std. skewness	Std. kurtosis
RU2 dex	20	921,071	376,156	0,048	1,289
RU2sin	19	889,286	296.73	0,484	-0,195
RU2 c	20	943,929	279,233	-1,656	0,356

Tabella 2 tempi di reazione nelle uscite dopo un'intensa attivazione muscolare

Se analizziamo i singoli test attraverso le valutazioni statistiche sulla distribuzione all'interno del gruppo possiamo dire che :

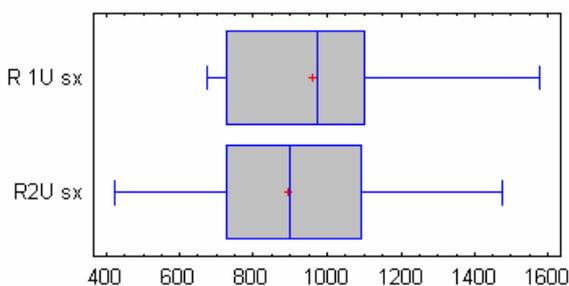
- nell'uscita a sinistra una buona parte del gruppo si distribuisce sopra la media,
- nell'uscita centrale una buona parte del gruppo si distribuisce sotto la media
- nell'uscita a destra il gruppo si distribuisce in modo uniforme attorno alla media.

Analizziamo ora le differenze tra i tempi di reazione nella prima e seconda prova.

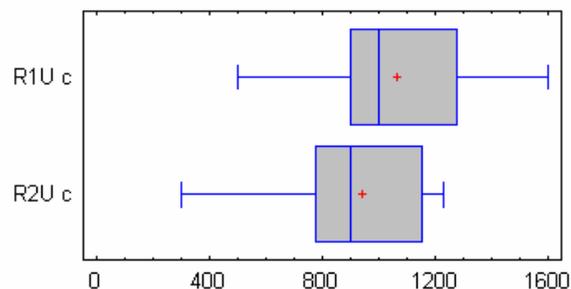
	95% intervalli di confidenza	Comparazione tra le medie	Diagnosi
RU1/2 sin	Diff. Med.: 64+/- 201,471 Rati of variance. [0,246;2,276]	Ipotesi nulla: differenza = 0 T Stat : 0,6507, Two -sided P -value = 0,6218	Shapiro-Wilks P-values = 0,1240 e 0,9647
RU 1°/2° dex	Diff. Med.: 78+/- 264,62 Rati of variance. [0,3036; 2,6993]	Ipotesi nulla: differenza = 0 T Stat : 0,608, Two -sided P -value = 0,547	Shapiro-Wilks P-values = 0,261 e 0,110
RU1/2 centro	Diff. Med.: 120+/- 208,184 Ratiof variance. [0,377; 3,352]	Ipotesi nulla: differenza = 0 T Stat : 1,187, Two -sided P -value = 0,245	Shapiro-Wilks P-values = 0,987 e 0,050

Tabella 3 differenza tra i tempi di reazione nella prima e seocnda prova

Box-and-Whisker Plot



Box-and-Whisker Plot



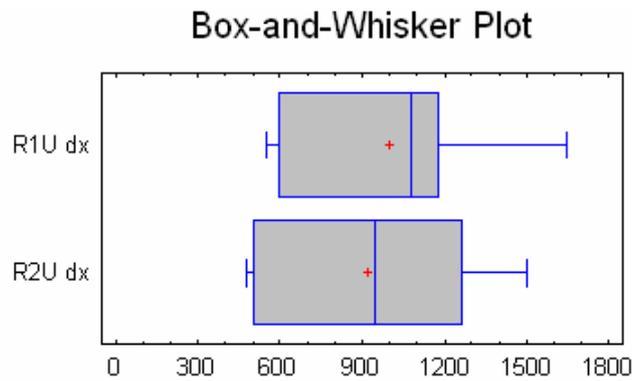


Grafico 6 confronto tra i tempi di reazione prima e dopo

Come possiamo notare dal grafico 6 e tabella 3 possiamo notare che la fatica migliora i tempi di reazione nella maggior parte dei casi.

Tempi totali di chiusura dello spazio

Nell'analisi delle uscite abbiamo studiato separatamente il tempo di reazione (comparsa della luce/contrazione muscolare) ed il tempo di lavoro (contrazione muscolare/arrivo sul pallone) , ora cerchiamo di capire quanto i tempi di reazione incidono sul tempo di arrivo sul pallone.

	Sinistra	Centro	Destra
Media	1108,67	1053	1099,0
Dev. Stand.	264,18	273,11	295,12
Skewness	0,2607	-0,545	0,468
Kurtosis	0,979	-0,625	-0,390

Tabella 4 tempi di arrivo sul pallone dopo il riscaldamento blando

Come possiamo notare nella tabella 4, l'uscita centrale, dopo il riscaldamento blando , è leggermente migliore delle altre due. L'analisi dei dati e la loro distribuzione all'interno dei gruppi differisce infatti nell'uscita a sinistra; e nell'uscita a destra il gruppo si distribuisce verso valori più alti della media, mentre nell'uscita centrale si distribuisce verso valori più bassi della media.

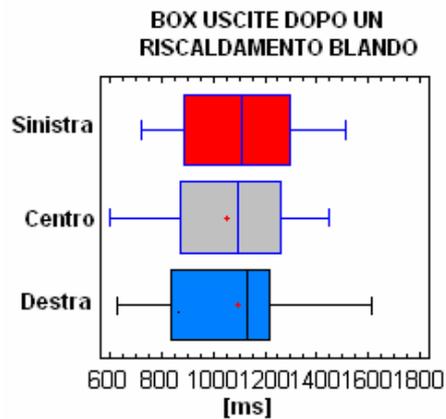


Grafico 7

Dopo l'intensa attivazione muscolare

	Sinistra	Centro	Destra
Media	1127,33	1071,67	1128,67
Dev. Stand.	300,58	224,616	311,829
Skewness	0,0119	0,2726	0,5832
Kurtosis	-0,2505	-0,777	-0,820

Tabella 5 Tempi di arrivo sul pallone dopo un'intensa attivazione muscolare

In questo caso osserviamo una sostanziale uguaglianza tra le medie come pure una distribuzione orientata verso valori distanti dalla media.

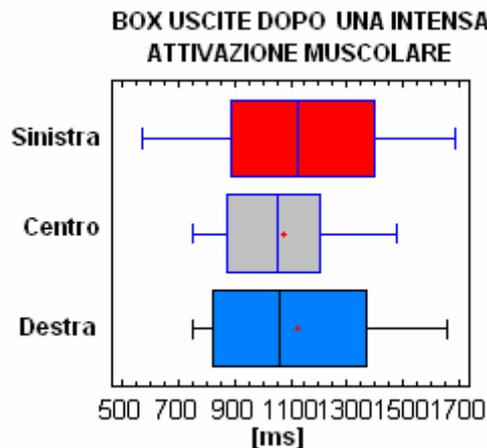


Grafico 8

Abbiamo applicato il modello lineare per descrivere il rapporto tra i due fattori (prima e seconda prova) con il P-valore nella tabella di ANOVA, la statistica R-Quadrata e il Durbin-Watson (DW).

Con queste ricerche statistiche possiamo dire che:

- 1) il rapporto tra i tempi di reazione dopo il riscaldamento blando e quello di intensa attivazione muscolare non è statisticamente significativo
- 2) il rapporto tra i tempi di lavoro dopo il riscaldamento blando e quello di intensa attivazione muscolare non è statisticamente significativo
- 3) il rapporto tra i tempi totali dopo il riscaldamento blando e quello di intensa attivazione muscolare non è statisticamente significativo

Abbiamo applicato la regressione lineare per osservare le relazioni tra il tempo totale di uscita e l'influenza che, in questo fattore, ha il tempo di reazione sia dopo il riscaldamento blando che dopo la fase di intensa attivazione muscolare.

A sinistra: Poiché il P-valore nella tabella di ANOVA è meno di 0.05, c'è un rapporto statisticamente significativo fra il tempo totale e ed il tempo di reazione al livello di riservatezza di 95%. La statistica R-Quadrata. Il coefficiente di correlazione è uguale 0.633915, indicando un rapporto moderatamente forte fra le variabili.

Nel centro Poiché il P-valore nella tabella di ANOVA è meno di 0.05, c'è un rapporto statisticamente significativo fra tempo totale ed tempo di reazione al livello di riservatezza di 95%. La statistica R-Quadrata indica che il coefficiente di correlazione è uguale 0.657246, indicando un rapporto moderatamente forte fra le variabili. Statistica del Durbin-Watson (DW). Poiché il P-valore è più grande di 0.05, non ci è indicazione di autocorrelazione di serie nei residui al livello di riservatezza di 95%.

A destra Poiché il P-valore nella tabella di ANOVA è meno di 0.05, c'è un rapporto statisticamente significativo fra questi due fattori al livello di riservatezza di 95%. La statistica R-Quadrata indica che il coefficiente di correlazione è uguale 0.62552, indicando un rapporto moderatamente forte fra le variabili. Statistica del Durbin-Watson (DW) Poiché il P-valore è più grande di 0.05, non ci è indicazione di autocorrelazione di serie nei residui al livello di riservatezza di 95%.

La regressione lineare tra il tempo totale di uscita e il tempo di reazione dopo una intensa attivazione muscolare indica:

A sinistra Poiché il P-valore nella tabella di ANOVA è più grande o uguale a 0.05, non c'è un rapporto statisticamente significativo fra tra il tempo di uscita e quello di reazione al 95% o il livello elevato di riservatezza. Nella statistica R-Quadrata il coefficiente di correlazione è uguale 0.359845, indicando un rapporto relativamente debole fra le variabili. Poiché il P-valore è più

grande di 0.05, non c'è indicazione di autocorrelazione di serie nei residui al livello di riservatezza di 95%.

Nel centro Poiché il P-valore nella tabella di ANOVA è meno di 0.05, c'è un rapporto statisticamente significativo fra i tempi di uscita dopo un'attivazione muscolare intensa ed il tempo di reazione al livello di riservatezza di 95%. La statistica R-Quadrata indica un coefficiente di correlazione è uguale 0.677867, mostrando un rapporto moderatamente forte fra le variabili. La statistica del Durbin-Watson (DW): poiché il P-valore è più grande di 0.05, non trova indicazione di autocorrelazione di serie nei residui al livello di riservatezza di 95%.

A destra Poiché il P-valore nella tabella di ANOVA è meno di 0.05, c'è un rapporto statisticamente significativo fra i tempi totali e i tempi di reazione dopo un'intensa attivazione muscolare al livello di riservatezza di 95%. La statistica R-Quadrata indica che il coefficiente di correlazione è uguale 0.579563, indicando un rapporto moderatamente forte fra le variabili. La statistica del Durbin-Watson (DW): poiché il P-valore è più grande di 0.05, non trova indicazione di autocorrelazione di serie nei residui al livello di riservatezza di 95%.

Questi dati apparentemente contraddittori possono indicare che:

1. nel riscaldamento blando il tempo totale è moderatamente correlato con il tempo di reazione
2. dopo la fase di intensa attività muscolare il tempo totale è moderatamente correlato con i tempi di reazione nell'uscita a destra e in quella centrale ma non in quella a sinistra.

In sintesi possiamo dire che, con questo campione, che :

- la fatica non incide significativamente sulla prestazione,
- esiste una relazione moderatamente significativa tra il tempo totale e il tempo di reazione

D'altra parte la comparsa della contrazione è sicuramente da attribuirsi alla risposta motoria dello stimolo visivo e quindi all'avvio della contrazione, ma questa non è la condizione esclusiva per definire la qualità dell'azione motoria. La moderna teoria dell'allenamento infatti ha diviso il gesto esplosivo in:

- forza istantanea o forza iniziale
- forza di accelerazione

la prima avviene prima che si contraggono i muscoli e possiamo definirla come una preconditione o come il reclutamento neuro muscolare; la seconda è la contrazione muscolare vera e propria delle fibre muscolari e quindi la velocità di rottura dei ponti actomiosinici e la sua efficacia dipende da altri fattori:

- Le percentuali dei diversi tipi di fibre muscolari: nell'uomo, i valori di velocità ottenuti sperimentalmente suggeriscono l'esistenza di una differenza, di circa 10 volte, tra la massima velocità di accorciamento delle fibre lente tipo I e le fibre veloci tipo IIX (0.26 l/s tipo I; 2.42 l/s tipo IIX, 12 °C) (Bottinelli et al., 1996) con valori intermedi per le fibre pure IIA e le fibre miste I-IIA e IIA-IIX (rispetto ai corrispondenti valori delle fibre pure (Larsson & Moss, 1993; Bottinelli et al., 1996b).
- L'attività del sistema nervoso che regola l'aumento della frequenza di scarica dei motoneuroni i quali determinano un reclutamento temporale e spaziale delle unità motorie (Patten C., Kamen G., 2000; McCarthy JP, Pozniac MA JC., 2002; Kamen G., Knight CA., 2002; Hakkinen K., Pakarinen A., Alen M., Kauhanen H., Komi PV., 1988).
- La tipologia dell'allenamento. L'allenamento può essere indirizzato verso impegni di grande esplosività, con recuperi adeguati (l'organismo si adatta alla risintesi di ATP per via anaerobica mediata dal creatinfosfochinasi; tempi di lavoro brevissimi, tempi di recupero molto lunghi-a secondo del livello di adattamento dell'atleta). Oppure prevedere esercizi sub-massimali con una copertura incompleta del debito d'ossigeno e conseguente accumulo di metaboliti non completamente ossidati, diminuzione del PH ecc.

L'ultimo test considerato riguarda il tuffo verso un pallone posto a cm 30 a destra e sinistra dai pali della porta.

In questo caso la strategia del gesto è ancora diversa dal tuffo a terra già analizzato, infatti, il nostro campione, dalla posizione neutra effettuava un presalto nella direzione in cui effettuava la parata per poi tuffarsi con una spinta senza incrocio. Il risultato era che spingeva a destra con la gamba destra, a sinistra con la sinistra.

Anche in questo caso abbiamo diviso l'analisi in tre parti:

1. tempo di reazione (quello che intercorre tra l'accensione del led e la contrazione muscolare)
2. il tempo di lavoro (quello che intercorre dalla contrazione all'arrivo sulla palla)
3. il tempo totale (la somma del tempo dalla comparsa della luce sul led e l'arrivo sul pallone).

1- Tempi di reazione

Prima prova

Reazione	Media	Dev. Stand.	skewness	kurtosis
Destra	910,71	216,109	0,9696	1,240
Sinistra	862,857	212,46	0,3450	-0,3320

Tabella 6 tempi di reazione nel tuffo dopo un riscaldamento blando

Nella tabella 6 possiamo notare che i tempi medi della capacità di reazione a sinistra sono leggermente migliori rispetto a quelli di destra. I due gruppi sono maggiormente distribuiti verso valori più alti della media; inoltre il gruppo a sinistra è più raccolto attorno a valori centrali mentre quello a destra più disperso verso le deviazioni standard.

Questo tempo di reazione è, come abbiamo già sottolineato, dipendente dalla velocità di lettura dei led posti quasi a 160° e, siccome i nostri portieri usavano esclusivamente la visione foveale, risente dei movimenti del capo e della collocazione del corpo.

All'interno dei due gruppi abbiamo:

- A destra il tempo tra la comparsa del segnale e la contrazione va da un minimo di 649 a un massimo di 1126 ms.
- A sinistra da un minimo di 650 a un massimo di 1075 ms.

Questo dato è interessante perché in ambedue i casi il tempo più basso è di 649 ms., abbastanza elevato, soprattutto pensando che a questo si deve aggiungere il tempo del tuffo vero e proprio.

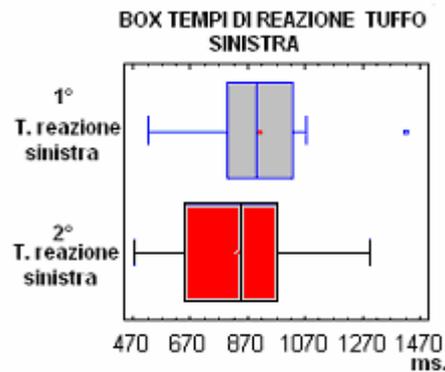
Seconda prova

Reazione	Media	Dev. Stand.	skewness	kurtosis
Destra	788,0	239,93	0,9107	-0,9099
Sinistra	838,214	223,526	0,449	-0,0340

Tabella 7 tempi di reazione nel tuffo dopo un'intensa attivazione muscolare

Anche in questo caso i tempi di reazione nel tuffo a sinistra sono inferiori di quelli espressi a destra ed i due gruppi sono ugualmente distribuiti verso valori superiori alla media. Inoltre possiamo osservare che il gruppo nel tuffo a sinistra è meno disperso di quello di destra.

L'analisi successiva vuol verificare i tempi di reazione dopo un'intensa attivazione muscolare e confrontarli con quelli rilevati dopo il normale riscaldamento.



95% confidence intervals

Diff. of means: 72,5 +/- 170,805 [-98,3048;243,305]
 Ratio of variances: [0,300074;2,91175]

Comparison of Sigmas

Null hypothesis: ratio = 1
 F statistic = 0,934741 Two-sided P-value = 0,9050

Comparison of Means

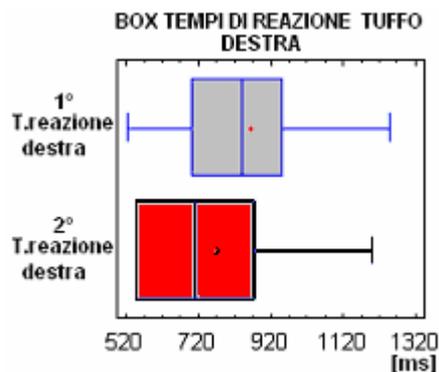
Null hypothesis: difference = 0
 t statistic = 0,872494 Two-sided P-value = 0,3909

Diagnostics

Shapiro-Wilks P-values = 0,5941 and 0,9129
 Lag 1 autocorrelation = 0,0388 +/- 0,5238, -0,3175 +/- 0

Grafico 9

Il grafico 9 mostra come i tempi di reazione non risentano in maniera significativa dell'intensa attivazione muscolare anche se in alcuni migliorano i tempi. Inoltre coloro che migliorano dopo l'affaticamento hanno una forza esplosiva ed esplosiva elastica superiore rispetto alla media del gruppo di appartenenza.



95% confidence intervals

Diff. of means: 93,2143 +/- 175,192 [-81,9777;268,406]
 Ratio of variances: [0,256233;2,48634]

Comparison of Sigmas

Null hypothesis: ratio = 1
 F statistic = 0,798174 Two-sided P-value = 0,6904

Comparison of Means

Null hypothesis: difference = 0
 t statistic = 1,09369 Two-sided P-value = 0,2841

Diagnostics

Shapiro-Wilks P-values = 0,7405 and 0,0201

Grafico 10

Il grafico 10 mostra come a destra la variazione tra il primo e il secondo test sia maggiore rispetto a quello registrata a sinistra anche se per molti soggetti non si avvertono variazioni. In linea generale se confrontiamo gli andamenti dei due tuffi (a sinistra e a destra) i tempi di reazione non migliorano né peggiorano in maniera significativa con la somministrazione di un

secondo intervento di intensa attivazione muscolare e/o di incremento della fatica. Se confrontiamo però le sole medie possiamo osservare un miglioramento a destra è dell'11%, a sinistra = 8%.

2 - Tempo di lavoro

Ricordiamo che per tempo di lavoro si intende il tempo che va dal tempo di reazione all'arrivo sulla palla, ed è legata all'azione dei muscoli che permettono lo spostamento. Tale azione dipende dalla capacità del muscolo di aumentare rapidamente l'impegno di lavoro all'inizio dell'accorciamento (forza di accelerazione).

Lavoro	Media	Dev. Stand.	skewness	kurtosis
Destra	767,22	165,32	-1,568	0,719
Sinistra	929,44	140,1	-1,104	0,4212

Tabella 8 Tempi di lavoro per tuffo dopo un riscaldamento leggero

Nella tabella 8 possiamo notare che i tempi medi di lavoro a destra sono migliori rispetto a quelli espressi a sinistra del 17%. La distribuzione dei gruppi è accentrata ed orientata verso valori più bassi della media

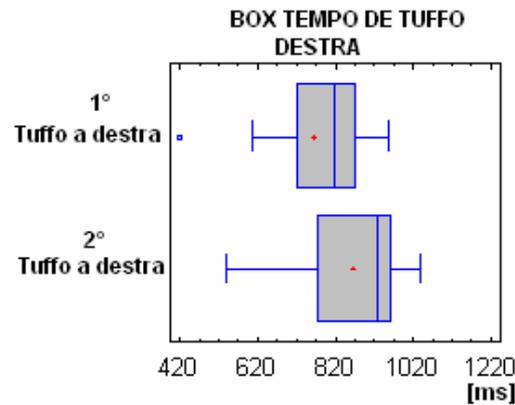
Analizziamo ora i risultati dopo un' intensa attivazione muscolare.

Lavoro	Media	Dev. Stand.	skewness	kurtosis
Destra	866,66	159,64	-1,467	0,553
Sinistra	972,77	157,02	1,713	0,604

Tabella 9 tempi di lavoro nel tuffo dopo un'intensa attivazione muscolare

Anche in questo caso i tempi medi nel tuffo a destra sono inferiori di quelli espressi a sinistra. La distribuzione dei gruppi è piuttosto accentuata e, a destra è orientata verso valori più bassi della media, a sinistra verso valori più alti. Il peggioramento, dopo l'intensa attivazione muscolare, a destra è del 11% a sinistra del 4%

L'analisi è volta al confronto statistico fra i valori dei tempi di lavoro dopo il riscaldamento leggero e dopo l'intensa attivazione muscolare.



95% confidence intervals

Diff. of means: -99,4444 +/- 162,403 [-261,847;62,958]
 Ratio of variances: [0,241891;4,75408]

Comparison of Sigmas

Null hypothesis: ratio = 1
 F statistic = 1,07237 Two-sided P-value = 0,9237

Comparison of Means

Null hypothesis: difference = 0
 t statistic = -1,29809 Two-sided P-value = 0,2127

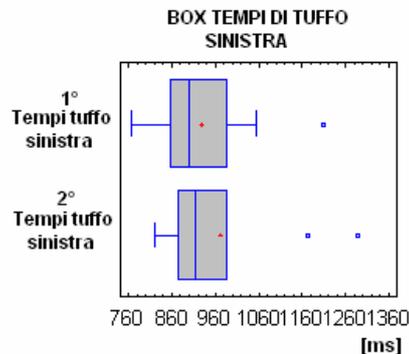
Diagnostics

Shapiro-Wilks P-values = 0,2295 and 0,1631

Grafico 11

Il grafico 11 mostra che i tempi del tuffo a destra risentono dell'affaticamento peggiorando anche se in maniera non significativa.

Il grafico 12 riguarda i tempi del tuffo a sinistra.



95% confidence intervals

Diff. of means: -43,3333 +/- 149,081 [-192,415;105,74]
 Ratio of variances: [0,181618;3,56948]

Comparison of Sigmas

Null hypothesis: ratio = 1
 F statistic = 0,80516 Two-sided P-value = 0,7666

Comparison of Means

Null hypothesis: difference = 0
 t statistic = -0,616192 Two-sided P-value = 0,5464

Diagnostics

Shapiro-Wilks P-values = 0,5558 and 0,0362

Grafico 12

Come possiamo notare l'affaticamento ha un'incidenza minore sull'aumento dei tempi di lavoro e non incide sul peggioramento dei tempi di esecuzione.

In maniera prevedibile la spinta nell'arto più forte sembra risentire maggiormente della fatica.

3 - Tempo totale

È poi quello che interessa ai fini della prestazione e cioè il tempo necessario al portiere da quando compare il segnale a quello di arrivare sul pallone. La frammentazione di questo gesto ci è servita per capire dove potessero essere i margini di miglioramento e conseguentemente individuare il training più adeguato.

Il tempo complessivo è allora:

Tempo totale	Media	Dev. Stand.	skewness	kurtosis
Destra	1626,11	120,92	-0,750	-0,3320
Sinistra	1865,56	296,82	-0,493	-0,4729

Tabella 10 tempo totale del tuffo dopo un riscaldamento leggero

Come possiamo vedere nella tabella 10 il tempo medio necessario per arrivare al pallone nel tuffo a destra è inferiore del 13% rispetto allo stesso tuffo a sinistra anche se le variazioni all'interno del gruppo sono doppie. L'indice di skewness indica una distribuzione in entrambe i gruppi orientata verso valori più bassi della media.

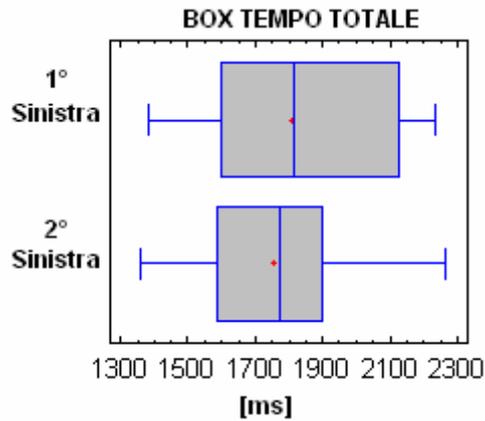
Dopo una intensa attivazione muscolare abbiamo:

Tempo totale	Media	Dev. Stand.	skewness	kurtosis
Destra	1587,0	128,36	0,149	-1,20
Sinistra	1752,33	244,26	0,20	0,053

Tabella 11 tempo totale del tuffo dopo un'attivazione muscolare intensa

Come possiamo vedere nel grafico 13, il tempo necessario per arrivare al pallone nel tuffo a destra è inferiore del 9% rispetto al tuffo a sinistra. L'indice di skewness indica una distribuzione orientata verso valori più alti della media in entrambi i gruppi. Il tuffo a destra è nettamente più esteso verso le deviazioni standard rispetto al tuffo a sinistra

Confrontiamo ora le differenze tra i tuffi dipendenti dall'affaticamento



95% confidence intervals

Diff. of means: 55,3333 +/- 197,09 [-141,757;252,424]

Ratio of variances: [0,443372;3,93359]

Comparison of Means

Null hypothesis: difference = 0

t statistic = 0,575094 Two-sided P-value = 0,5698

Comparison of Sigmas

Null hypothesis: ratio = 1

F statistic = 1,32062 Two-sided P-value = 0,6099

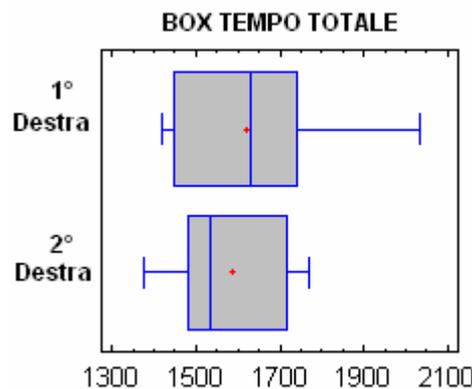
Diagnostics

Shapiro-Wilks P-values = 0,2972 and 0,6525

Lag 1 autocorrelation = 0,0072 +/- 0,5061, 0,2295 +/- 0,

Grafico 13

Come possiamo osservare nel grafico 13, dopo l'attivazione muscolare intensa, a sinistra la distribuzione tende ad accentrarsi. Sembra che l'intervento affaticante migliori complessivamente la risposta.



95% confidence intervals

Diff. of means: 33,3333 +/- 117,516 [-84,1829;150,85]

Ratio of variances: [0,67014;5,94547]

Comparison of Means

Null hypothesis: difference = 0

t statistic = 0,581029 Two-sided P-value = 0,5659

Comparison of Sigmas

Null hypothesis: ratio = 1

F statistic = 1,99607 Two-sided P-value = 0,2083

Diagnostics

Shapiro-Wilks P-values = 0,1491 and 0,0831

Lag 1 autocorrelation = -0,0239 +/- 0,5061, 0,0309 +/- 0

Grafico14

Analizzando il tuffo a destra (grafico 14) notiamo anche in questo caso un leggero miglioramento dopo l'affaticamento.

In sintesi abbiamo riguardo ai tuffi a destra e sinistra queste comparazioni:

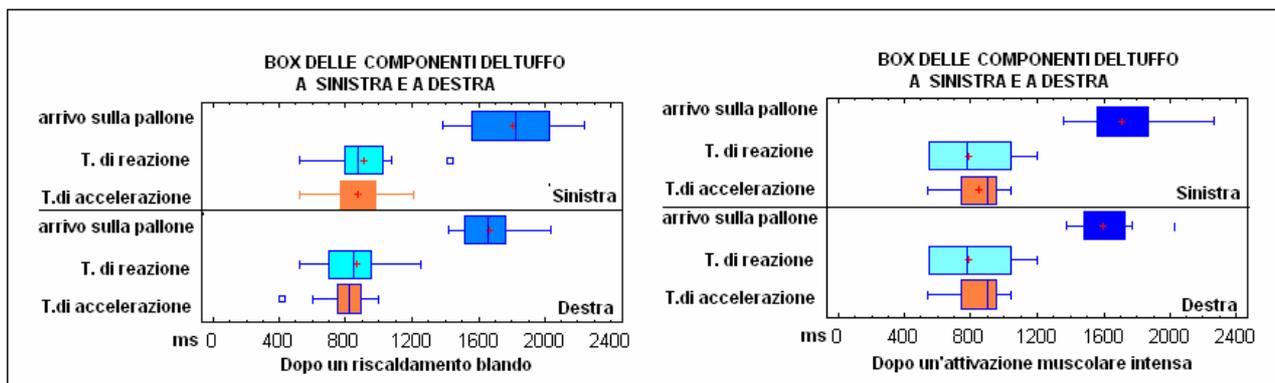


Grafico 15 tabella delle componenti nei tuffi a destra e sinistra

3.3 - Considerazioni finali

- Nelle uscite i tempi migliori vengono eseguiti a sinistra o al centro. Crediamo che questo dipenda prevalentemente: dalla posizione di partenza che vedeva i portieri collocati al centro della porta con l'arto destro avanti per cui i led di sinistra e del centro venivano privilegiati.
- L'uso della visione foveale, che è una caratteristica dei portieri, costringe a muovere il capo per coprire lo spazio di 160°. È chiaro che questo movimento può ritardare la presa di visione e conseguentemente la risposta motoria.
- Nei tuffi a destra e a sinistra la risposta migliore è sempre a destra. Dobbiamo tener presente che in questo specifico test i portieri spingevano a destra col piede destro a sinistra col piede sinistro e in ambedue i tuffi non veniva effettuato alcun incrocio. La forza quindi assumeva un ruolo importante e determinante nei tempi totali del tuffo.

3.4 – Consigli Didattici

In quasi tutte le conclusioni verso la porta provenienti da dentro l'area di rigore, i portieri debbono anticipare il tuffo all'esecuzione del tiro e quindi i tempi di reazione svolgono un'azione supplementare e non sostitutiva. Questo principio vuol sottolineare l'importanza della presa di decisione attraverso segnali anticipatori ma che possono avere un loro handicap se i tempi di reazione e di esecuzione non sono adeguati. L'allenamento del portiere indica la priorità nella presa

di visione del pallone, poco si dice sulla visione periferica che a noi sembra invece importante. Gli studi fatti dimostrano come i portieri seguano la visione dei led solamente con la visione foveale. Ci sembra un adattamento poco corretto infatti a volte accadeva che i tempi di reazione subivano un ritardo dipendente dalla mancata visione di un led periferico. Consigliamo quindi un allenamento specifico sullo sviluppo del sistema periferico con i classici metodi che provengono dalla pallacanestro. Contrariamente a studi che la letteratura internazionale sottolinea riguardo al tempo di reazione che dovrebbe migliorare con la fatica, abbiamo osservato che l'affaticamento non provoca significativi cambiamenti complessivi.

Bibliografia

- Abernethy, B, Anticipation in sport: a review . Physical education review, 10; 1,5-16 1987
- Abernethy, B., Skill in cricket batting: Laboratory and applied evidence, proceedings of the kinesiological sciences section of the VIIth commonwealth conference of sport. University of Queensland M.L., Howell et B.D. Wilson pp.35-50 1982
- Alain, C., Proteau, L., La difference de pente du temps de reaction au choix en fonction du mode de présentation des stimuli: role des effets de séquence. Journal Canadien de Psychologie, 36, 576-585 1980
- Alegria, J., Henneman, M.C., & Kekker, D., Analyse des comportements préparatoires à l'exécution d'un geste sportif: le tir de pénalty. Revue EPS, 150, 6-9 1979
- Bonnet, C., Approche chronométrique et réflexologique de la préparation au mouvement. In G. Azemar et H. Ripoll (Coord.) Neurobiologie des comportements moteurs, pp.155-180. Paris: Insep 1982
- Deridder M., Enregistrement et analyse des comportements exploratoires visual du gardien but en situation de penalty, in Recherches en activités Physiques et sportives, recherche de U.E.R.E.P.S. Marseille II, 1985.
- Gregory, R.L., L'oeil et le cerveau, Paris: Hachette 1966
- Hakkinen K., Pakarinen A., Alen M., Kauhanen H., Komi PV. Neuromuscular and hormonal responses in elite athletes to two successive strength training sessions in one day Eur.J.Appl Physiol Occup Physiol 1988.
- Hakkinen K., Pakarinen A., Alen M., Kauhanen H., Komi PV., 1988.
- Hill A.V. Muscular activity Baltimore, 1956
- J. Bangsbo, Fitness training in football University of Copenhagen, 1994, trad. 2001
- McCarthy JP, Pozniac MA JC. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. Med. Sci.Sports Exerc. 2002;Kamen G., Knight CA. Training-related adaptations in motor unit discharge and endurance training Med. Sci. Sports Exercr. 2002.
- Morya E, Ranvaud R, Pinheiro WM., Dynamics of visual feedback in a laboratory simulation of a penalty kick, J Sports Sci. 2003 Feb;21(2):87-95.
- Patten C., Kamen G. Adaptations in motor unit discharge activity with force control training in young and older human adults. Eur. J. Appl Physiol. 2000.
- Platonov V.N, Teoria generale della preparazione degli atleti negli sport olimpici, Calzetti Mariucci, 2004
- Yarbus, A.L. Eye movements and vision. New York: Plenum Press 1998