

Giacomo Chetoni¹, Stefano Massei², Aurora De Acutis², Cristina Filippeschi³

¹ Università di Pisa, Laurea Magistrale in Scienze delle attività motorie preventive e adattate, Preparatore Atletico A.S. Livorno Calcio

² Ricercatore universitario, Università di Pisa; ³ Laurea in Giurisprudenza, Università di Pisa

Attività fisica preventiva e adattata nei settori giovanili di calcio: uno strumento per ridurre il rischio d'infortunio

Riassunto

Scopo: lo studio vuole dimostrare la necessità di effettuare per alcuni soggetti un percorso individualizzato di attività motoria preventiva e adattata nei settori giovanili di calcio, con l'ambizione di ampliare il concetto in analisi ad altri sport.

Materiali e Metodi: sono stati valutati 207 soggetti maschi di età compresa tra i 12 e i 18 anni, tutti praticanti come sport principale il gioco del calcio. La frequenza minima di attività sportiva era di 4 volte a settimana, con un'alternanza non specificata tra campi in erba e in sintetico, in base alla disponibilità delle strutture. È stato ottenuto tramite valutazione posturale e della tecnica di corsa di ogni atleta un parametro di riferimento chiamato FR% (fattore di rischio percentuale) che è stato rapportato all'entità degli infortuni (EI) subiti dai soggetti durante la stagione sportiva. Sulla base dei questi due dati sono state effettuate 4 analisi per capire se il *training load* (TL) incide sulla possibilità di subire degli infortuni e se esiste una correlazione tra un fattore di rischio elevato e l'entità di un infortunio.

Risultati: prima analisi: sono presenti su un totale di 207, 52 soggetti (25% dei totali) con fattore di rischio percentuale pari allo 0%, 6 soggetti (3% dei totali) con il 10%, 14 (7% dei totali) con il 20%, 30 (14% dei totali) con il 30%, 19 (9% dei totali) con il 40%, 86 (42% dei totali) con il valore $\geq 50\%$. Seconda analisi: è possibile affermare che le variabili FR e EI sono in correlazione tra di loro, $r = 0,7852$ ($p < 0,0001$), di conseguenza anche FR% è in correlazione significativa con EI. Terza analisi: possiamo considerare la presenza di una correlazione significativa tra un fattore di rischio $\geq 50\%$ e la possibilità che il soggetto possa subire un infortunio, $r = 0,8074$ ($p < 0,0001$). Quarta analisi: con un $r = 0,7245$, possiamo considerare i dati di FR% e EI in correlazione significativa. Se confrontiamo i valori di r della seconda analisi (r_2) e di quarta analisi (r_4) notiamo che hanno un valore simile: $r_2 = 0,7852$; $r_4 = 0,7245$; r_2 circa r_4 . Possiamo affermare che le analisi effettuate con soli soggetti professionisti e con soggetti misti dilettanti-professionisti, hanno ottenuto una correlazione tra FR% e EI simili e quindi il TL non incide in modo significativo sul rischio di subire un infortunio.

Conclusioni: possiamo affermare che con un TL progressivo e correttamente periodizzato il rischio di infortunio non aumenta, grazie alla capacità del corpo umano di adattarsi a stress esterni. È stata verificata la necessità di individuare le problematiche posturali e proporre un'attività preventiva, per evitare infortuni sport specifici e adattata proponendo allenamenti che siano idonei alla postura di ogni soggetto, senza indurre l'atleta a infortuni da sovraccarico. Possiamo infine affermare, che il metodo di valutazione basato sul fattore di rischio posturalmente correlato potrebbe essere un ottimo strumento per la previsione di infortuni nel gioco del calcio.

Parole chiave: prevenzione - infortunio - calcio - postura - corsa - training load - rischio infortuni

Summary

Aim: the research wants to demonstrate the necessity to implement an individual path of preventive and rehabilitation activities in the youth soccer sector. The ambition of this survey is to transfer these precepts into others sports.

Materials and Methods: we evaluated 207 male subjects aged between 12 and 18, all of them playing soccer as their main

sport. The minimum frequency of sports activity was 4 times a week, but we didn't know how many times they played on grass fields and how many times on synthetic ones; in fact this data depended on the availability of the facilities. Through postural evaluations and analyses of the running technique of each athlete, we obtained a benchmark called FR% (percentage risk factor technique) that was related to the extent of accidents (EI) suffered by the subjects during the sports season. On the basis of this data we performed 4 analysis to see if the training load (TL) influences the possibility of suffering injury and whether there is a correlation between a high risk factor and the extent of an injury.

Results: first analysis: out of 207; 52 subjects (25% of total) had a risk factor of 0%, 6 subjects (3% of total) had a risk factor of 10%, 14 (7% of total) with 20%, 30 (14% of total) with 30%, 19 (9% of total) with 40%, and 86 (42% of total) with the value $\geq 50\%$. Second analysis: it can be stated that the FR and EI variables have a correlation between them, $r = 0.7852$ ($p < 0.0001$), for this reason also FR% has a significant correlation with EI. Third analysis: we can consider the presence of a significant correlation between a $\geq 50\%$ risk factor and the possibility that the subject can suffer an injury, $r = 0.8074$ ($p < 0.0001$). Fourth analysis: with $r = 0.7245$, we can consider that the data EI and FR% are correlated. If we compare the value of r from the second analysis (r_2) and the one from the fourth analysis (r_4), we note that they have a similar value: $r_2 = 0.7852$; $r_4 = 0.7245$; r_2 about r_4 . We can state that the analysis carried out on professional players and amateur-professionals had similar results with the same correlation with FR% and EI, therefore the TL did not influence, in a significant way, the risk of injury.

Conclusions: we conclude that with a progressive and well timed TL, the risk of injury does not increase, thanks to the capacity of the human body to bare the external stress. Our analysis proves the need to identify the postural problems and suggest preventive activities to avoid specific sport injury. We suggest training that is tailored to the posture of each individual player, so that the athlete does not suffer from over-training. Our conclusion is that the evaluation method based on the postural correlated risk factor could be a superior means of anticipating, and avoiding, injuries in soccer.

Key words: prevention - injury - soccer - posture - running - training load - injury risk

Introduzione

Lo studio prevedeva un'analisi posturale effettuata utilizzando 4 foto su piani diversi e una valutazione video della tecnica di corsa dei soggetti, con osservazione successiva grazie a un software specifico (Kinovea). L'intera valutazione è stata effettuata a inizio della stagione sportiva. Sono stati costituiti dei parametri numerici che assumono un punteggio da 0 a 50 e che stabiliscono il fattore di rischio di infortunio per gli atleti analizzati. I dati ottenuti sono poi stati portati in valore percentuale dividendo per 50 (valore massimo ottenibile) e moltiplicando per 100. In questo modo è stato ottenuto il fattore di rischio percentuale (FR%), cioè l'ipotesi di subire un infortunio, da 0 a 100. Ogni risultato ottenuto è stato fornito ai genitori degli atleti, indicando se necessario, un consulto medico generico e successivamente ortopedico specialistico.

Dopo la valutazione posturale di preavviso, nessuno dei partecipanti allo studio ha effettuato una valutazione specialistica, questo ha portato a un'evoluzione dello studio, che ha previsto l'analisi del numero di infortuni subiti dai partecipanti durante la stagione sportiva. Sono stati analizzati solo 133 soggetti dei 207 totali per motivi di organizzazione, in quanto le società di appartenenza non hanno riportato la frequenza degli infortuni. Una volta trovato il valore del fattore di rischio (FR%), è stata ricercata una correlazione tra lo stesso e l'entità degli infortuni (EI) subiti dagli atleti. L'EI è stato diviso in 4 valori, rispettivamente 0,1,2,3 in base alla gravità dell'infortunio. Per dimostrare la presenza di una correlazione tra FR% e EI sono state effettuate 4 analisi dei dati ottenuti. La prima analisi prevedeva la verifica della presenza di soggetti con un FR% $> 0\%$.

La seconda valutava la presenza di infortunio in soggetti

con un FR% $\geq 10\%$, con un'analisi statistica a dimostrazione della correlazione tra FR% e EI. La terza analisi indagava sulla correlazione tra un fattore di rischio $\geq 50\%$ e la presenza di un infortunio. La quarta analisi dimostrava la validità del dato FR% sulla previsione di un infortunio, a prescindere dalla presenza di un carico di lavoro (training Load), proposto ai soggetti, maggiore o minore. Per far questo sono stati analizzati i dati degli atleti professionisti e messi in contrapposizione con i valori ottenuti nella seconda analisi.

Materiali e Metodi

Si è deciso di effettuare un Esame Posturale Ortostatico (EPO) ¹ tramite 4 fotografie. Le immagini permettono di valutare la postura sul piano anteriore, posteriore e laterale destro e sinistro. È stata utilizzata una macchina fotografica digitale Nikon Colpix L120 con risoluzione ad alta definizione per ottenere immagini molto precise. La raccolta prevede una valutazione di 207 soggetti per un totale di 828 immagini, analizzate tramite un software disponibile gratuitamente su internet di nome Kinovea ², utilizzato per valutazione di test sportivi. Anteriormente e posteriormente venivano valutati sette parametri: posizione testa, spalle, scapole, colonna vertebrale, triangolo della taglia, anche, piedi. La valutazione sul piano laterale prevedeva l'analisi di tre parametri: tratto cervicale e testa, tratto toracico della colonna vertebrale, tratto lombare e

¹ Camomilla V, di Maio G, Vasellino M. *L'esercizio di mezzo squat efficacia e/o sicurezza?* Università di Roma, "Foro Italiano". Strength & Conditioning 2012;1:48 (paragrafo: *Esame posturale ortostatico*).

² www.kinovea.org.

addome. È stata effettuata, inoltre, un'analisi della corsa di ogni atleta, mediante un video effettuato durante un test a navetta, a velocità submassimale. Il test prevedeva una corsa libera di 25 m con un cambio del senso di corsa e il ritorno al punto di partenza. Non si richiedeva una velocità precisa, ma un'andatura orientativamente pari al 70-75% della velocità massima di ogni soggetto. Le riprese per l'analisi sono state effettuate con un'Action camera SONY HDRAS15 con risoluzione 1080 full HD, con visuale ad angolo pari a 120° e possibilità di *Slow Motion*. La capacità dello strumento ha permesso un'attenta analisi tramite il programma Kinovea, riuscendo a valutare la tecnica di corsa di ogni soggetto, sulla base di sei parametri: appoggio sul tallone, appoggio sull'avampiede senza spinta, appoggio sulla suola, appoggio sulla punta del piede, mancanza di ampiezza dei passi, mancanza di frequenza dei passi. La presenza di uno di questi parametri è stato considerato come un evento negativo e non corretto nella tecnica di corsa del soggetto. È stata valutata come corretta una corsa fluida di entrambi gli arti, senza una frequenza o un'ampiezza eccessiva. Non sono stati volontariamente parametrizzati in modo scientifico, con strumenti più sofisticati, né la componente posturale, né quella della corsa, per dimostrare che l'attenta valutazione visiva permette comunque di ottenere ottimi risultati, senza dover investire troppo a livello economico e di tempo.

Analisi EPO

È noto come sia possibile stabilire dei valori per parametrizzare delle osservazioni effettuate senza l'utilizzo di strumenti di valutazione oggettiva³. È stato fatto riferimento nel nostro caso a dei dati numerici sulla base delle analisi eseguite nei due test proposti. Per quanto concerne il test dell'Esame Posturale Ortostatico (EPO) sono stati individuati 10 parametri, 7 sul piano frontale e dorsale e 3 sul laterale. Il punto cardine di questa valutazione è la distribuzione del carico del corpo (Presunta distribuzione errata del carico: PDEC), perché parametro che può essere causa di varie patologie posturali a carico della colonna vertebrale⁴. Si deduce un'errata distribuzione del carico se almeno un parametro dei 10 valutati viene identificato, in tal caso gli si riconosce un punteggio pari a 15 punti. Nel caso in cui venga evidenziata la presenza di una serie di parametri specifici all'interno dei 10 riconosciuti, verranno valutati possibili atteggiamenti posturali errati e si assegnerà un valore pari a 5 punti per ogni atteggiamento.

Atteggiamenti posturalmente errati:

- presunto atteggiamento di scoliosi (PAS);
- presunto atteggiamento di iperlordosi⁵;

- presunto atteggiamento di ipolordosi;
- presunto atteggiamento di ipercifosi;
- presunto atteggiamento di ipocifosi.

Si fa riferimento per tutte queste condizioni, oltre che a una scorretta distribuzione del carico corporeo, anche a un errato equilibrio tra le catene muscolari rette⁶ e crociate⁷, che necessitano di un riequilibrio e di una correzione. Un soggetto può presentare anche più di un atteggiamento posturale errato e quindi gli verranno assegnati più parametri.

Analisi della corsa

È presente in letteratura un'attenta valutazione dell'appoggio del piede durante la corsa, sia a velocità elevate che a velocità ridotta. Si evince come sia fondamentale un appoggio su l'avampiede⁸, che permetta il corretto immagazzinamento di energia reattivo-elastica⁹, indispensabile per una successiva spinta corretta, in fase propulsiva. La fase di spinta della corsa coinvolge una serie di muscoli degli arti inferiori¹⁰. Deve crearsi un equilibrio di forze che permetta una corretta dinamica atta a ridurre al minimo il costo metabolico dell'azione stessa. Oltre alla corretta rigidità contrattile dei muscoli, è necessaria anche una corretta attività tendinea¹¹. Subentra infatti, la necessità di un equilibrio tra i due sistemi che obbliga il soggetto a una richiesta coordinativa da non sottovalutare. Si avrà una stimolazione coordinativa intramuscolare e intermuscolare, necessaria per modulare, nel modo corretto, il rapporto tra ampiezza e frequenza della corsa (velocità ciclica = $L \times R$, L = lunghezza R = frequenza degli appoggi). Oltre che in senso energetico, la corsa scorretta modifica la distribuzione del carico a livello muscolare. Per questo motivo il parametro di valutazione assumerà un valore di 10 punti, doppio rispetto ai precedenti. Nell'analisi video si cercherà di riconoscere per prima cosa il tipo di appoggio del soggetto, verificando la presenza di un appoggio su tallone, avampiede senza spinta di propulsione, punta del piede e suola del piede. Successivamente valuteremo il posizionamento del corpo nello spazio, sarà necessaria la presenza di "inclinazione anteriore" del busto all'inizio della corsa e posteriore secon-

³ Camomilla V, di Maio G, Vasellino M. *L'esercizio di mezzo squat efficacia e/o sicurezza?* Università di Roma, "Foro Italicco". *Strenght & Conditioning* 2012;1:51.

⁴ Bricout B. *La riprogrammazione posturale globale*. Cap. 1. Gémenos, Fr: Statipro 1996, pp. 17-42.

⁵ Bricout B. *La riprogrammazione posturale globale*. Cap. 1. Gémenos, Fr: Statipro 1996, p. 28, figg. 1-11, p. 38, figg. 1-17.

⁶ Busquet L. *Le catene muscolari*. Vol. 1, Cap. 2: "Le catene rette del tronco". Roma: Marrapese 2002, p. 27.

⁷ Busquet L. *Le catene muscolari*. Vol. 1, Cap. 3: "Le catene crociate". Roma: Marrapese 2002, p. 59.

⁸ *Il manuale dell'istruttore di atletica leggera*. Roma: Centro studi e ricerca FIDAL 2010, p. 138, fig. 1.

⁹ Turner AN, Jeffreys I. *Il ciclo stiramento-accorciamento delle fibre muscolari: meccanismi proposti e metodi di sviluppo*. *Strenght & Conditioning* 2012;1:17.

¹⁰ *Le basi scientifiche dell'allenamento in atletica leggera*. Roma: Centro studi e ricerca FIDAL 2005, pp. 100-101.

¹¹ Chetoni G. *Allenare la forza in base al tipo di atleta: strumento per l'incremento della prestazione e la riduzione degli infortuni correlati a carichi, volumi e metodi di lavoro errati, nel gioco del calcio*. Master in teorie e tecniche della preparazione atletica nel calcio 2013/14.

dariamente, perché il test presenta una fase di accelerazione iniziale e decelerazione successiva. Evidenziata la presenza di questi due parametri possiamo riconoscere il movimento delle ginocchia e il rapporto che queste hanno con l'inclinazione del busto. Potremmo finalmente capire se il soggetto avrà una corsa corretta o con ampiezza e frequenza non idonei. Solitamente è evidente in soggetti che corrono in frequenza, come il corpo abbia un'elevata inclinazione anteriore e come le ginocchia si elevino pochissimo, con una flessione < 90°.

Al contrario i soggetti con buona ampiezza del passo, ma senza rapporto corretto con la frequenza, tendono a distendere il busto perpendicolarmente al terreno ed elevano le ginocchia con una flessione > 90°. Si ricerca per il corretto rapporto ampiezza frequenza, un busto inclinato anteriormente in fase di accelerazione, con le ginocchia che salgono fino a ottenere una flessione di circa 90°¹². Solo in questo modo l'atleta può riuscire, con un appoggio corretto in avampiede con spinta, ad avere una corsa corretta ed economica anche in accelerazione. Tutti i soggetti che non hanno soddisfatto queste condizioni sono stati riconosciuti come soggetti con un parametro di rischio da aggiungere ai parametri posturali.

Il fattore di rischio % (FR%)

Sono stati sommati i punteggi che ogni soggetto presentava in modo da far risultare un valore finale definito "fattore di rischio" (FR) (Tab. I).

Il punteggio massimo poteva essere di 50 punti, che sono stati trasformati in un valore percentuale, definito "fattore di rischio %" (FR%) da 0 a 100%¹³.

Con questo indice è stata ipotizzata una previsione sulla possibilità che i soggetti avessero di poter subire un infortunio non traumatico, senza tener conto dell'entità. Sono state eseguite 4 analisi:

Prima analisi: presenza di soggetti con FR% > 0%

Si propone una tabella di riferimento per rendere più chiaro il lavoro svolto (Tab. II).

Se ne deduce che dei 207 atleti presi in analisi solo il 30% presenta un fattore di rischio pari allo 0%, pertanto non sono ritenuti a rischio di infortunio. Il 70% invece, presenta atteggiamenti posturali e tecnica di corsa errati che innalzano il fattore di rischio dal 10 al 100%.

Seconda analisi: correlazione tra FR% > 10% e infortunio conclamato

Ogni soggetto è stato seguito per la durata dell'intera

¹² Il manuale dell'istruttore di atletica leggera. Roma: Centro studi e ricerca FIDAL 2010, p. 81, fig. 2.

¹³ Il punteggio massimo che si può ottenere dai parametri è 50 punti. Il 100% del fattore di rischio percentuale corrisponde a 50 punti. Per ottenere una percentuale è necessario fare un calcolo matematico: punteggio ottenuto diviso il totale, il tutto moltiplicato per 100. Esempio: (25 punti/50 totale) * 100 = 50. Questo risultato è l'FR%.

TABELLA I. Parametri di riferimento per apparenti atteggiamenti posturali e non corretta tecnica di corsa.

Parametri	FR
PDEC	15
PAS	5
PA iperlordosi	5
PA ipolordosi	5
PA ipercifosi	5
PA ipocifosi	5
Corsa errata	10
Totale	50

TABELLA II. Valori di interesse da test EPO.

Soggetti con	Numero soggetti	Totale soggetti	% soggetti
Fattore di rischio (FR%) 0%	60	207	30%
Fattore di rischio ≥ 10%	147	207	70%

stagione sportiva, e sono stati raccolti dati sugli infortuni subiti, registrando la data e il tipo.

Al termine della stagione sono stati riportati i valori ottenuti, dividendo in due categorie i tipi di infortunio, riconoscendo come da trauma diretto da contatto con avversario, quelli non correlati con la valutazione posturale e di tecnica di corsa, mentre quelli non avuti da un trauma diretto, come in possibile correlazione. A tal proposito, l'obiettivo principale della seconda analisi è stato quello di verificare se le previsioni ottenute grazie al FR% potessero essere attendibili.

Per essere più precisi i soggetti sono stati suddivisi in quattro categorie (Tab. III).

La classificazione di riferimento è stata nominata come

TABELLA III. Classificazione da 0 a 3 dell'entità degli infortuni presi in analisi.

0	Nessun infortunio
1	1. Lesione muscolare di primo grado 2. Infiammazione acuta da sovraccarico funzionale 3. Distorsione di caviglia di primo grado
2	1. Lesione muscolare di secondo grado 2. Distorsioni di caviglia di secondo grado 3. Condizioni infiammatorie cronicizzate (pubalgia, tendinopatia del tendine di Achille) 4. Lesioni ai compartimenti articolari, senza però la necessità di operazione
3	1. Lesione muscolare di terzo grado 2. Distorsioni di caviglia di terzo grado 3. Lesioni articolari o tendinee che richiedono un'operazione chirurgica 4. Sindrome di Osgood Schlatter, fratture da stress o distacchi ossei da sovraccarico

TABELLA IV. Rappresenta tutti i soggetti analizzati con fattore di rischio percentuale associato alla presenza ed entità dell'infortunio.

Soggetti	FR%	EI
1	50%	2
2	0%	0
3	40%	0
4	40%	0
5	50%	1
6	60%	1
7	0%	0
8	60%	2
9	50%	1
10	60%	2
11	40%	2
12	0%	0
13	70%	1
14	0%	0
15	0%	0
16	40%	0
17	0%	0
18	30%	0
19	60%	2
20	60%	1
21	50%	0
22	0%	0
23	50%	1
24	70%	0
25	10%	0
26	40%	1
27	20%	0
28	40%	1
29	30%	1
30	20%	0
31	50%	2
32	70%	2
33	0%	0
34	40%	0
35	20%	0
36	30%	0
37	60%	0
38	20%	0
39	60%	0
40	60%	2
41	30%	0
42	0%	0

Soggetti	FR%	EI
43	20%	0
44	20%	0
45	50%	2
46	60%	2
47	60%	0
48	60%	0
49	0%	0
50	20%	1
51	80%	2
52	10%	0
53	50%	0
54	50%	2
55	60%	0
56	60%	2
57	50%	0
58	20%	2
59	30%	0
60	40%	0
61	70%	0
62	60%	3
63	60%	2
64	40%	1
65	50%	1
66	0%	0
67	40%	0
68	50%	1
69	0%	0
70	50%	0
71	50%	2
72	30%	1
73	60%	2
74	50%	3
75	0%	0
76	0%	0
77	20%	0
78	60%	2
79	30%	1
80	60%	2
81	40%	0
82	0%	0
83	40%	2
84	50%	0
85	0%	0
86	0%	0
87	40%	1
88	30%	0

Soggetti	FR%	EI
89	50%	2
90	0%	0
91	0%	0
92	60%	3
93	60%	2
94	20%	0
95	30%	1
96	30%	0
97	50%	3
98	30%	1
99	30%	3
100	30%	3
101	40%	3
102	70%	3
103	0%	0
104	50%	2
105	0%	0
106	50%	2
107	40%	0
108	0%	0
109	50%	0
110	0%	0
111	0%	0
112	70%	3
113	10%	0
114	60%	3
115	0%	0
116	50%	1
117	0%	0
118	20%	0
119	30%	0
120	30%	0
121	50%	3
122	30%	0
123	30%	1
124	60%	3
125	40%	0
126	30%	0
127	20%	0
128	40%	0
129	0%	0
130	30%	0
131	70%	2
132	30%	0
133	60%	2

“Entità dell’infortunio” (EI) ed è stata utilizzata per 133 soggetti. Sono stati riportati solo una parte dei soggetti perché, per motivi di mancato controllo, dei restanti 74 atleti non sono stati registrati gli infortuni, quindi non siamo in grado di poter valutare né la presenza né l’entità. Quest’analisi verterà su un numero minore di partecipanti, ma con una precisione maggiore data dalla registrazione di tutti i tipi di infortunio subiti dagli atleti. In Tabella IV sono riportati tutti i dati relativi alla valutazione, gli indici di FR% (fattore di rischio %) e di EI (entità dell’infortunio).

Dalla Tabella IV è possibile proporre quattro ipotesi fondamentali per proseguire lo studio in analisi:

1. sembrerebbe esserci una correlazione tra presenza del fattore di rischio > 10% e infortunio;
2. i soggetti con FR% pari allo 0% non hanno subito un infortunio;
3. maggiore è il FR% più frequente è la presenza di un infortunio;
4. potrebbe essere presente una correlazione tra FR% ed entità d’infortunio (EI).

Terza analisi: correlazione tra fattore di rischio \geq 50% e presenza d’infortunio

Quest’analisi è stata necessaria per verificare se un soggetto con valore di FR% \geq 50% fosse effettivamente a rischio infortunio. I dati sono stati semplificati, associando il valore 1 a tutti i soggetti con FR% \geq 50% e 0 per FR% inferiori. Lo stesso è stato fatto per i dati relativi all’EI. Non è più stata valutata l’entità (da 0 a 3), ma soltanto la presenza o l’assenza dell’infortunio. Ai soggetti infortunati è stato dato il valore 1, ai soggetti sani è stato associato il valore 0.

Quarta analisi: influenza del *training load* nella validazione dei dati

Considerando uno dei parametri fondamentali per individuare il TL, la quantità di lavoro in termini di tempo, possiamo affermare che il sommarsi di più sedute, in una settimana, può comportare un carico maggiore e quindi un TL più elevato. Da questa considerazione prende forma la quarta analisi, nella quale sono stati analizzati i dati dei soggetti partecipanti a campionati di calcio professionistici. Gli atleti si sono allenati un’intera stagione per cinque allenamenti settimanali più una gara, quindi con una frequenza di 6 giorni a settimana. Gli altri soggetti partecipanti allo studio, iscritti a un campionato dilettantistico che presentavano una frequenza di quattro sedute settimanali. Si vuole verificare se FR% e EI sono in correlazione, anche in atleti professionisti e se il TL aumenta il rischio d’infortunio o se non incidenza significativamente. Per far questo sono stati isolati i dati dei 47 soggetti ed è stata verificata la correlazione tramite il test di Spearman. Il risultato ottenuto sarà confrontato con r ottenuto della seconda analisi, per verificare se il valore fosse maggiore, minore o uguale. Nel caso in cui fosse molto minore, vorrebbe

TABELLA V. Suddivisione del numero e della percentuale di soggetti in base al fattore di rischio percentuale.

Fattore di rischio % (FR%)	Soggetti	Soggetti totali	% Soggetti
0%	52	207	25%
10%	6	207	3%
20%	14	207	7%
30%	30	207	14%
40%	19	207	9%
> 50%	86	207	42%

dire che il TL incide in modo significativo sulla possibilità d’infortunio e che i valori ottenuti dalla correlazione tra FR% e EI non sarebbero attendibili per questi soggetti. Al contrario, nel caso fosse simile o maggiore, il carico di lavoro non incide in modo significativo sulla possibilità di infortunio e pertanto le previsioni effettuate con FR% risulterebbero corrette.

Risultati

Risultati ottenuti dalla prima analisi

Sono presenti su un totale di 207, 52 soggetti con fattore di rischio percentuale pari allo 0% (25% dei totali), 6 soggetti con il 10% (3% dei totali), 14 con il 20% (7% dei totali), 30 con il 30% (14% dei totali), 19 con il 40% (9% dei totali), 86 con il valore \geq 50% (42% dei totali). Tutti i valori descritti sono riassunti in Tabella V.

Consideriamo da subito un fattore di rischio percentuale > 50% come una condizione di allarme, che richiama una predisposizione all’infortunio. Ogni soggetto con valore > 0% è stato segnalato alla società di appartenenza con richiesta di convocazione dei genitori, per poter trasmettere l’analisi e la possibilità di una valutazione medica specialistica.

Risultati ottenuti dalla seconda analisi

Per verificare la verità delle ipotesi, la Tabella VI verrà riassunta con una tabella e dei grafici.

TABELLA VI. Tabella riassuntiva della Tabella VI con particolare attenzione alla presenza di infortunio in riferimento al fattore di rischio %.

FR%	Sogg.	Tot.	Tot. %	Presenza infortunio	Presenza infortunio %
0%	27	133	20%	0	0%
10%	3	133	2%	0	0%
20%	12	133	9%	2	17%
30%	20	133	15%	7	35%
40%	17	133	13%	7	41%
> 50%	54	133	41%	41	76%

LA Figura 1, in riferimento alla Tabella VI, sembra soddisfare le prime due ipotesi, i soggetti con FR% pari allo 0% non hanno subito infortuni, è da evidenziare che lo stesso è accaduto anche agli atleti con FR% pari al 10%. Per rispondere alla terza ipotesi possiamo utilizzare la Figura 2. Da questo grafico si evince come all'aumentare del FR% aumentano anche il numero degli infortuni, con un incremento molto maggiore per un valore > 50%. Per fare questa affermazione è necessario considerare che il FR% > 50% comprende valori fino al 100%, quindi uno squilibrio dei dati è normale, ma la cosa allarmante è la presenza di un numero così elevato di atleti con FR% oltre il 50% (54 soggetti). Inoltre la maggior parte degli infortuni fanno parte di questo gruppo di atleti (41 soggetti). Se volessimo fare un'analisi percentuale del numero dei soggetti che hanno subito infortunio potremmo fare riferimento alla Figura 3.

All'aumentare del FR% aumentano anche il numero degli infortuni, con un incremento molto maggiore per un valore $\geq 50\%$.

È così dimostrato perché il 35% dei soggetti con FR% pari al 30% ha subito un infortunio. Il 41% di soggetti con FR% pari al 40% ha subito un infortunio. Il 76% degli atleti con fattore di rischio percentuale $\geq 50\%$ si è infortunato.

La quarta e ultima ipotesi richiede la verifica della correlazione tra il FR% e il EI. Per soddisfare questo quesito siamo costretti a semplificare i dati di analisi, trasformando i valori percentuali in numeri naturali, riducendoli a una scala che va da 0 a 10. Ogni percentuale sarà per tanto riportata al suo valore originale dato dal fattore di rischio ottenuto dalle valutazioni posturali. Il dato ottenuto sarà diviso per 5 e nominato FR. Per effettuare la valutazione e decidere quale coefficiente di correlazione utilizzare è stato necessario testare la normalità dei dati tramite il test D'Agostino¹⁴ (per mezzo del software Graphpad Prism software¹⁵). Non risultando dati gaussiani¹⁶, siamo in grado di poter effettuare un'analisi statistica tramite il coefficiente di Spearman¹⁷.

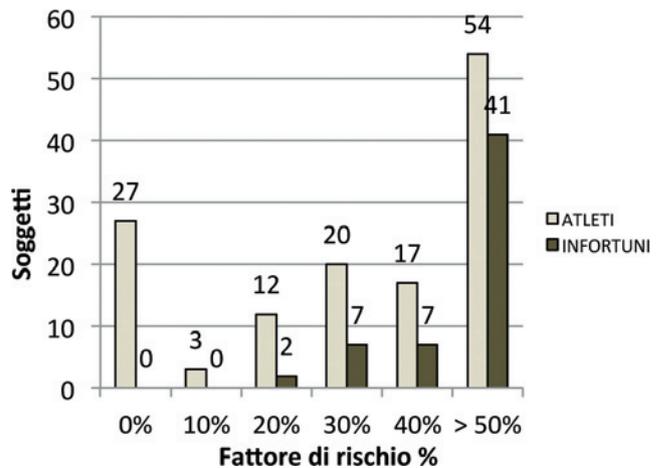


Figura 1. Atleti totali e numero di infortuni subiti in riferimento al FR%.

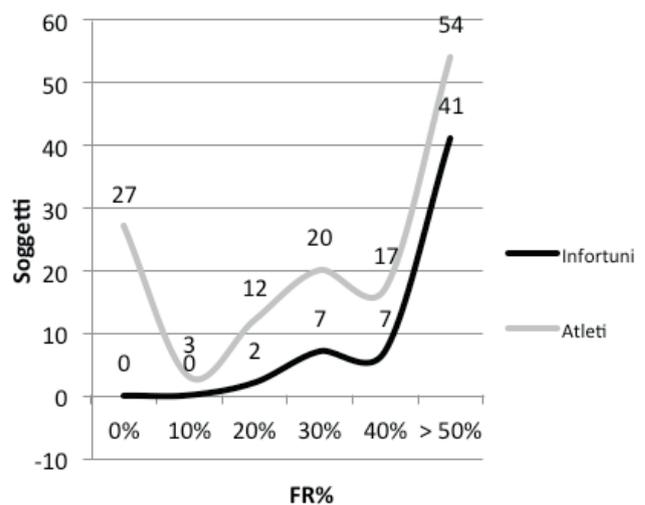


Figura 2. Andamento del numero di infortunati in base al FR%.

¹⁴ D'Agostino K-squared test: "In statistics, D'Agostino's K2 test, named for Ralph D'Agostino, is a goodness-of-fit measure of departure from normality, that is the test aims to establish whether or not the given sample comes from a normally distributed population. The test is based on transformations of the sample kurtosis and skewness, and has power only against the alternatives that the distribution is skewed and/or kurtic".

¹⁵ Graphpad Prism. http://www.graphpad.com/guides/prism/5/user-guide/prism5help.html?reg_correlationchoices.htm.

¹⁶ Nella teoria della probabilità la distribuzione normale, o di Gauss (o gaussiana) dal nome del matematico tedesco Carl Friederich Gauss, è una distribuzione di probabilità continua che è spesso usata come prima approssimazione per descrivere variabili casuali a valori reali che tendono a concentrarsi attorno a un singolo valor medio. Il grafico della funzione di densità di probabilità associata è simmetrico e ha una forma a campana, nota come campana di Gauss (o anche come curva degli errori, curva a campana, ogiva). La distribuzione normale è considerata il caso base delle distribuzioni di probabilità continue, a causa del suo ruolo nel teorema del limite centrale. Più specificamen-

te, assumendo certe condizioni, la somma di n variabili casuali con media e varianza finite tende a una distribuzione normale al tendere di n all'infinito. Grazie a questo teorema, la distribuzione normale s'incontra spesso nelle applicazioni pratiche, venendo usata in statistica e nelle scienze naturali e sociali come un semplice modello per fenomeni complessi. La distribuzione normale dipende da due parametri, la media μ e la varianza σ^2 .

¹⁷ Il coefficiente di correlazione di Spearman per ranghi: questo indice di correlazione non parametrico viene indicato con r_s o Spearman rho e permette di valutare la forza del rapporto tra due variabili quando le assunzioni per il modello di correlazione parametrica, coefficiente r Pearson, non sono soddisfatte. In particolare quando la distribuzione delle variabili X e Y non risulta normale (caso piuttosto frequente per popolazioni di dati a elevato numero di casi) o quando le sottopopolazioni dei valori di Y o X non risultino avere la stessa varianza, la correlazione parametrica non viene utilizzata e si ricorre a questo indice che ha inoltre modalità di calcolo piuttosto semplice. <https://laboratoriostatistica.files.wordpress.com/2014/09/spearman.pdf>.

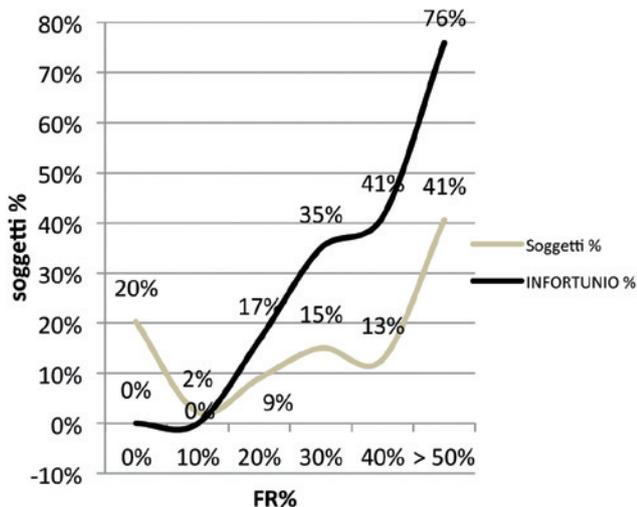


Figura 3. Analisi percentuale degli atleti totali e del numero di infortuni subiti in riferimento al FR%.

Per l'analisi è stato utilizzato il software Graphpad Prism 5 ed è risultato:

Spearman r

r	0,7852
95% IC	0,7074 - 0,8443
p value	
p (two-tailed)	< 0,0001
p value summary	****
p value esatto o approssimativo?	approssimativo
significativo? (alpha = 0,05)	sì

Per esistere una correlazione perfetta, il valore di r deve essere = 1, pertanto il dato di $r = 0,7852$ può essere ritenuto soddisfacente, di conseguenza anche FR% è in correlazione significativa con EI.

Possiamo ritenere soddisfatta l'ipotesi numero quattro.

Risultati ottenuti dalla terza analisi

I dati sono stati analizzati utilizzando il software Graphpad Prism 5 e il procedimento effettuato è stato uguale a quello della seconda analisi. È stata verificata la normalità dei dati tramite il test D'Agostino, ma non risultando gaussiani, è necessario utilizzare il coefficiente di correlazione di Spearman.

Spearman r

r	0,8074
95% IC	0,7364 - 0,8609
p value	
p (two-tailed)	< 0,0001
p value summary	****
p value esatto o approssimativo?	approssimativo
significativo? (alpha = 0,05)	sì
Numero di coppie XY	133

Con un valore di r pari a 0,8074, considerando che per esserci una correlazione perfetta tra le due matrici analizzate, r deve essere = 1, possiamo affermare che c'è una correlazione significativa tra un fattore di rischio $\geq 50\%$ e la possibilità che il soggetto possa subire un infortunio.

Risultati ottenuti dalla quarta analisi

La valutazione dei dati è stata effettuata con il software Graphpad Prism 5.

Spearman r

r	0,7245
95% IC	0,5460 - 0,8400
p value	
p (two-tailed)	< 0,0001
p value summary	****
p value esatto o approssimativo?	approssimativo
significativo? (alpha = 0.05)	sì
Numero di coppie XY	47

Il valore di r risulta pari a 0,7245, possiamo considerare i dati di FR% e EI in correlazione significativa. Se confrontiamo i valori di r della seconda analisi (r2) e di quarta analisi (r4) notiamo che hanno un valore simile:

$$r2 = 0,7852; r4 = 0,7245; r2 \text{ circa } r4$$

Possiamo affermare che le analisi effettuate con soli soggetti professionisti e con soggetti misti dilettanti-professionisti, hanno ottenuto una correlazioni tra FR% e EI simili e quindi il TL non incide in modo significativo sul rischio di subire un infortunio. In sostegno all'analisi effettuata si fa riferimento a uno studio di Tim J Gabbett¹⁸, nel quale si afferma che un TL elevato è una forma protettiva dagli infortuni e non un incremento di rischio. Si ricorda anche uno studio effettuato nel 2016 da Zouita¹⁹ nel quale si fa riferimento all'importanza dell'allenamento della forza generale, in atleti professionisti che praticano il gioco del calcio, come strumento per ridurre gli infortuni. Possiamo affermare questo se il carico di allenamento è programmato in modo corretto e progressivo, sono infatti riportati casi di infortunio per incrementi acuti e squilibrati del TL.

Conclusioni

Possiamo affermare che su 207 casi analizzati un'elevata percentuale ha degli squilibri posturali e di tecnica di corsa. È stata dimostrata l'esistenza di una correlazione

¹⁸ Gabbett TJ. *The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder?* Br J Sports Med 2016;50:273-80.

¹⁹ Zouita S, Amira Zouita BM, Keksi W, et al. *Strength training reduce injury rate in elite young soccer players during one season.* J Strength Cond Res 2016 Feb 25 [Epub ahead of print].

tra un fattore di rischio $\leq 10\%$ e un rischio minimo di subire un infortunio.

Per i soggetti con FR% $> 10\%$ le possibilità sono maggiori e nel caso di soggetti con FR% $\geq 50\%$ il rischio aumenta notevolmente. È presente una connessione tra l'incremento del fattore di rischio percentuale e l'entità dell'infortunio; è stata infatti, dimostrata una correlazione significativa tra i valori di FR% e dell'EI.

Possiamo affermare che per un TL progressivo e correttamente periodizzato il rischio di infortunio non aumenta, grazie alla capacità del corpo umano di adattarsi a stress esterni. È stata verificata una correlazione simile tra soggetti con TL settimanale maggiore e soggetti con TL minore. Possiamo concludere affermando che

un carico di lavoro differente incide allo stesso modo in soggetti con un fattore di rischio $> 10\%$, e che è necessario introdurre l'attività fisica preventiva e adattata nei settori giovanili di calcio, così da ridurre il FR% di ogni atleta in modo individuale, permettendo una formazione continua per tutta la durata della stagione. È fondamentale individuare le problematiche e proporre un'attività preventiva, per evitare infortuni sport specifici e adattata proponendo allenamenti che siano idonei alla postura di ogni soggetto, senza indurre l'atleta a infortuni da sovraccarico. Possiamo infine affermare, che il metodo di valutazione basato sul fattore di rischio posturalmente correlato è un ottimo strumento per la previsione di infortuni nel gioco del calcio.

Bibliografia di riferimento

- Bricout B. *La riprogrammazione posturale globale*. Cap. 1: Marseille. Statipro 1996, pp.17-42, p. 28, figg. 1-11, p. 38, figg. 1-17.
- Busquet L. *Le catene muscolari*. Vol. 1. Cap. 2: Le catene rette del tronco. Cap. 3: Le catene crociate. Roma: Marrapese 2002, pp. 27, 59.
- Camomilla V, di Maio G, Vasellino M. *L'esercizio di mezzo squat efficacia e/o sicurezza?* Università di Roma, "Foro Italico". *Strength & Conditioning* 2012;1:48 (paragrafo: *Esame posturale ortostatico*), 51.
- Candela V, Dragoni S. *Traumatologia dello sport*. Paris: Rhone-Poulenc Rorer 1998.
- Castagna C. *Il controllo del carico interno nel calcio, il training load (TL)*. <https://www.google.it/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=c>
- ontrollo+del+cARICO+INTERNO+CARLO+CASTAGNA.
- Chetoni G. *Allenare la forza in base al tipo di atleta: strumento per l'incremento della prestazione e la riduzione degli infortuni correlati a carichi, volumi e metodi di lavoro errati, nel gioco del calcio*. Master in teorie e tecniche della preparazione atletica nel calcio 2013/14.
- Gabbett TJ. *Reductions in pre-season training loads reduce training injury rates in rugby league players*. *Br J Sports Med* 2004;38:743-9.
- Gabbett TJ. *The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder?* *Br J Sports Med* 2016;50:273-80.
- Graphpad Prism 5. http://www.graphpad.com/guides/prism/5/user-guide/prism-5help.html?reg_correlationchoices.htm
- Il manuale dell'istruttore di atletica leggera*. Roma: Centro studi e ricerca FIDAL 2010, p. 138, fig. 1.
- Impellizzeri FM, Rampinini E, Couutts AJ, et al. *Use of RPE-Based training load in soccer*. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:1042-7.
- L'allenamento fisico nel calcio, concetti e principi metodologici*. Milano: Edizioni Correre 2010, pp. 24, 26.
- Le basi scientifiche dell'allenamento in atletica leggera*. Roma: Centro studi e ricerca FIDAL 2005, pp. 100-101.
- Turner AN, Jeffreys I. *Il ciclo stiramento-accorciamento delle fibre muscolari: meccanismi proposti e metodi di sviluppo*. *Strength & Conditioning* 2012;1:17.
- Zouita S, Amira Zouita BM, Kebisi W, et al. *Strength training reduce injury rate in elite young soccer players during one season*. *J Strength Cond Res* 2016 Feb 25 [Epub ahead of print].

CORRISPONDENZA

Giacomo Chetoni
giacomo.chetoni11@gmail.com