



R. D'Onofrio

**Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.**

**Analisi Retroattiva della Letteratura .**

Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007

ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

345

# Ita. J. Sports Reh. Po.

Italian Journal of  
Sports Rehabilitation and Posturology

## Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio: Analisi Retroattiva delle Letteratura Internazionale .

**Autori : Rosario D'Onofrio**

<sup>1</sup> MSc\*PO, BScPh ,PGCK ,PGDT -Rehab & Posturologist Fitness Coach - Editor in Chief - Italian Journal Sports Rehabilitation and Posturology - Presidente della Società Scientifica Italiana di Riabilitazione e Posturologia dello Sport -

### Abstract

*Il calcio è considerato lo sport più popolare del mondo essendo praticato da almeno 200 milioni di atleti e da 21 milioni di calciatrici, registrate alla Fédération Internationale de Football Association (FIFA) . Gli eventi lesivi sono un evento avverso, importante, spesso estremamente invalidante, per la carriera di un giocatore di calcio. Le lesioni muscolari sono molto comuni nel calcio, che rappresentano fino al 37% di tutte le lesioni per assenza dall'attività agonistica I risultati delle ricerche sulle evidenze scientifiche evidenziate nella letteratura dipendono dal concetto di definizione della lesione, dalle caratteristiche dei giocatori e dall'obbiettivo della ricerca. <sup>16</sup> I problemi metodologici associati alla ricerca delle lesioni sportive sono stati descritti ed evidenziati da Finch, <sup>58</sup> , Dvorak<sup>59,60</sup> e da Noyes.<sup>61</sup> Studi epidemiologici, internazionali, sui giocatori di calcio, hanno identificato un livello di incidenza delle lesioni pari al 10–35 per 1000 ore di gioco. <sup>64</sup> La maggior parte delle lesioni si verificano all'arto inferiore, in particolare il 61.2% a carico del ginocchio e della caviglia<sup>2</sup> . Oltre 1/4 degli infortuni nel calcio sono rappresentati da lesioni muscolo scheletriche, principalmente localizzate nel quadricipite (14%), nei muscoli ischio-crurali (28%) e negli adduttori (8%).<sup>3,4</sup> Asymmetries/dysbalances" nel rapporto funzionale quadricipite/ischio crurali dimostrano un significativo impatto sull'incidenza delle lesioni. La prevenzione e riabilitazione delle lesioni degli ischio crurali dovrebbe essere parte di un approccio, interdisciplinare, sistematico basato sulle evidenze proposte e validate dalla letteratura scientifica.*

**Key words :** Soccer Injury, Muscle Strains ,Hamstring Injury



R. D'Onofrio

Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.

Analisi Retroattiva della Letteratura .

Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007

ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

346

## Introduzione

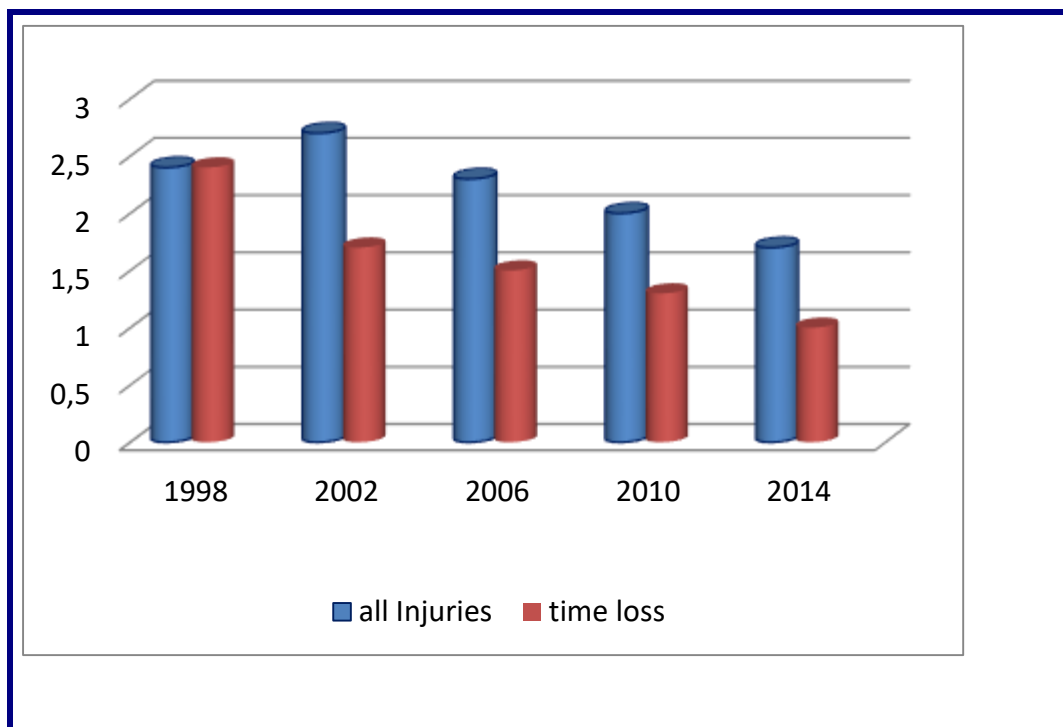
La FIFA ha pubblicato in questo anno scientifico 2015,<sup>63</sup> uno studio sull'incidenza e le caratteristiche della lesioni durante le gare della Coppa del mondo 2014 . Un totale di 104 eventi lesivi sono stati riportati con una incidenza di 1,68 lesioni per ogni partita (95% CI 1.36 a 2,00). Le lesioni traumatiche da contatto con un altro giocatore, sono state il 63,4% . I distretti anatomici maggiormente interessati sono stati :

- 1) "quadricipite/ischio crurali " (26; 25%)
- 2) testa (19; 18%)

La diagnosi più frequente era "stiramento al quadricipite/ischio crurali " (n = 18) con l' 88,2% (15/17); di queste, lesioni, verificatesi senza contatto.

Quasi tutte le lesioni alla testa (18/19; 94,7%) sono state causate da contatto con altro calciatore. Nel numero totale delle lesioni totali (104) otto sono classificate come gravi.

L'incidenza delle lesioni nel FIFA World Cup 2014 <sup>63</sup> era significativamente minore rispetto alla media delle quattro precedenti edizioni dei Mondiali FIFA, sia per tutte le lesioni (2,34; 95% CI 2.15 a 2,53) e sia per il tempo di assenza (1,51; 95% CI 1.37 a 1,65). (Grafico 1)



**Grafico 1.** Number of injuries per match in FIFA World Cups 1998– 2014. All injuries (Blue bars); injuries expected to result in time loss (Red bars); \*information with regard to time loss was not documented during the 1998 FIFA World Cup.(63)



R. D'Onofrio

**Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.**

**Analisi Retroattiva della Letteratura .**

Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007

ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

Dai dati pubblicati è stato riscontrato un decremento della % complessiva degli infortuni, da contatto/contrasto, dai Campionati World Cup del 2002 all'ultimo, 2014, pari ad un valore del 37%.<sup>63</sup>

In contrapposizione, però, c'è da evidenziare come l'incidenza degli infortuni da non contatto, sostanzialmente, non cambia significativamente, in tutti i tornei, rimanendo costante .

Questa analisi fatta da Junge A,<sup>63</sup> per la FIFA, ci spinge ad analizzare, con questa nostra review, l'incidenza epidemiologica delle lesioni muscolari presenti nella quotidianità calcistica internazionale .

### **Analisi epidemiologica delle lesioni muscolari nel calcio**

] Stubbe J ,(2015)<sup>64</sup> durante la stagione sportiva calcistica 2009-2010, esaminò un totale di 217 calciatori professionisti inseriti in 8 squadre.

Sono stati registrati 286 infortuni, interessanti il 62,7% dei giocatori. L'incidenza complessiva era 6,2 infortuni per ogni 1000 ore di gioco, 2,8 in sessioni di allenamento e 32,8 nelle partite.

La maggior parte delle lesioni registrate erano acute (68,5%). Così l'otto per cento degli eventi lesivi, sono stati classificati come ricorrenti con una localizzazione del 82,9% agli arti inferiori.<sup>64</sup>

L'assenza dagli allenamenti variava da 1 a 752 giorni, con una media di 8 giorni.

Gli infortuni al ginocchio hanno avuto le maggiori conseguenze in termini di giorni di assenza dal gioco (in media, 45 giorni). La diagnosi più comune era lesione muscolo/tendinea degli arti inferiori (32,9%).<sup>64</sup>

Jan Ekstrand<sup>64</sup> analizzò, durante gli anni 2001-2009 51 squadre di calcio per un totale complessivo di 2.299 giocatori. Nello studio furono inserite 24 squadre selezionate dalla UEFA, 15 squadre del campionato svedese ed altre 15 squadre europee, che effettuavano le loro gare su campi in erba artificiale.

Nello screening, in totale, furono registrate 2.908 lesioni muscolari con una media per calciatori di 0,6 lesioni muscolari per ogni stagione. Una squadra di 25 giocatori, così, può aspettarsi circa 15 lesioni muscolari per ogni stagione.<sup>65</sup>

All'interno di percentuali statistiche "of all injury" le lesioni muscolari costituivano il 31% di tutte le lesioni causando il 27% di assenza dalle gare.

Sempre In questo studio il 92% di tutte le lesioni muscolari interessano i quattro principali gruppi muscolari degli arti inferiori: ischio crurali (37%), adduttori (23%), quadricipiti (19%) e muscolo gastrosoleo (13%). Si sottolinea come il 16% di tutte le lesioni muscolari sono state re - injury , che hanno marcato le assenze dalle gare significativamente più lunghe. Nello studio di Ekstrand<sup>65</sup> viene evidenziato, tra l'altro come l'incidenza di lesioni muscolo aumenta con l'età.

Ueblacker P.<sup>66</sup> compara l'incidenza, durata e tipologia delle lesioni muscolari al quadricipite e bicipite femorale . Furono analizzate 30 squadre di calcio e 1981 giocatori sono stati seguiti prospettivamente dal 2001 fino al 2013.

Sono state riscontrate un totale, di 2287 lesioni muscolari al quadricipite/ischiocrurali. L'incidenza era otto volte superiore per le "lesioni indirette" (1,48/1000 h) da non contatto, rispetto alle lesioni muscolari dirette (0,19/1000 h).<sup>66</sup>



R. D'Onofrio

**Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.**

**Analisi Retroattiva della Letteratura .**

Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007

ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

348

Nielsen et al., in uno screening effettuato su 123 giocatori che partecipavano ai vari campionati di calcio danese, trovarono che l'incidenza delle lesioni muscolari, durante le varie situazioni di gioco, era più alta a livello della massima divisione (18,5/1000 ore) e più bassa nelle categorie minori (11,9/1000 ore).

La distribuzione dell'incidenza durante l'allenamento risultava invertita. Nei giovani calciatori (da 16 a 18 anni) il quadro epidemiologico, se comparato con i calciatori senior, era più alto. L'arto inferiore era maggiormente interessato nell'84% delle lesioni totali.

Le patologie da "overuse" erano presenti nel 34% dei casi. Le distorsioni della caviglia rappresentavano un 36% a tutti i livelli di competizione.

Le lesioni da contatto/contrasto si verificavano maggiormente nelle categorie dilettantistiche, spesso nei più giovani, e rappresentavano il 45% dei casi.

Nella massima serie calcistica gli eventi traumatologici muscolari si verificavano nel 30% dei casi durante il contrasto/contatto, e per il 54% durante la corsa (foto 1). Il 35% dei giocatori infortunati risultavano assenti dal calcio giocato per oltre 1 mese.



**Foto 1.** Lesione degli ischio crurali durante la corsa .

Lo studio di Nielsen <sup>49</sup> dimostra che l'incidenza del "danno muscolare" e il modello di lesione variano tra i giocatori in relazione ai diversi livelli di competizione nel gioco.

Uno studio effettuato per conto del *Research Institute for Sport and Exercise Sciences*, ha stimato l'esposizione dei giocatori a rischio di lesione durante gli incontri della "English Premier League soccer".



R. D'Onofrio

**Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.**

**Analisi Retroattiva della Letteratura .**

Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007

ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

349

L'autore, Rahnama<sup>59</sup>, ha valutato i potenziali fattori di rischio delle azioni di gioco, analizzando anche la loro collocazione, durante la competizione, "sul campo".

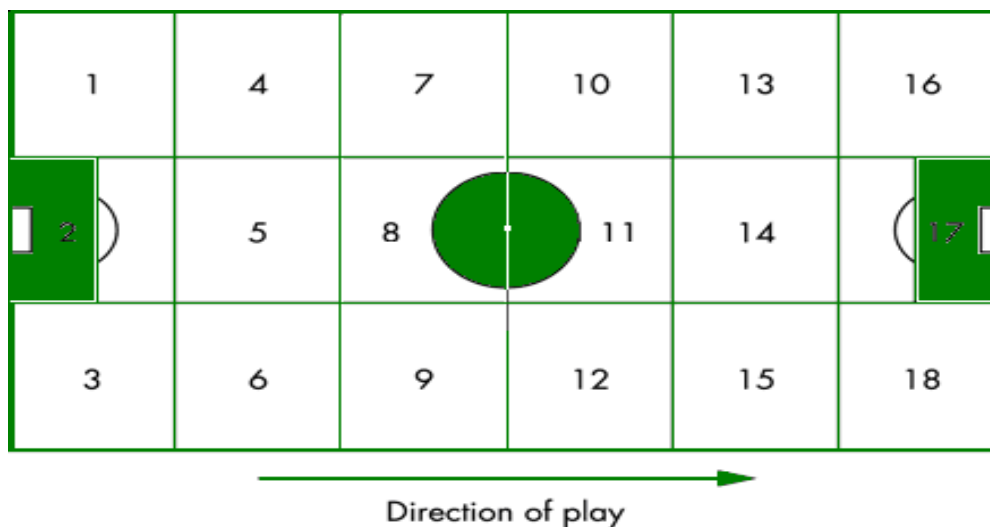
A questo riguardo, su 10 gare della English Premier League nel periodo 1999-2000, è stata effettuata un'analisi sul:

- a) tipo di azione di gioco
- b) periodo di gara
- c) zona di campo
- d) giocare in casa o fuori

Le 16 specifiche azioni di gioco analizzate, sono state classificate in tre precise categorie:

1. quelle che provocano lesioni;
2. quelle con un potenziale indice di lesione (classificato come lieve, moderato, alto);
3. quelle a basso rischio di lesione .

Il campo di gioco è stato diviso in 18 zone (figura 1.): sono state registrate la posizione e il tempo di gioco di ogni evento traumatico



**Figure 1.** Zone di gioco demarcate per l'analisi degli eventi (Rahnama, et al., 2002)

Al termine della ricerca sono state registrate : circa 18.000 azioni di gioco (figura 2), una media di 1.788 eventi traumatologici (uno ogni tre secondi), 767 eventi con danno potenziale (uno ogni sei secondi) e 2 lesioni gravi (una ogni 45 minuti) con una incidenza di 53 lesioni complessive per 1000 ore di gioco.

Nei primi 15 minuti di gioco, si è verificato il numero più alto di azioni con lesioni di lievi entità; gli ultimi 15 minuti di gioco, caratterizzati dal numero più alto di azioni di gioco, sono quelli con lesioni di grado elevato ( $p < 0.01$ ).



R. D'Onofrio

**Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.**

**Analisi Retroattiva della Letteratura .**

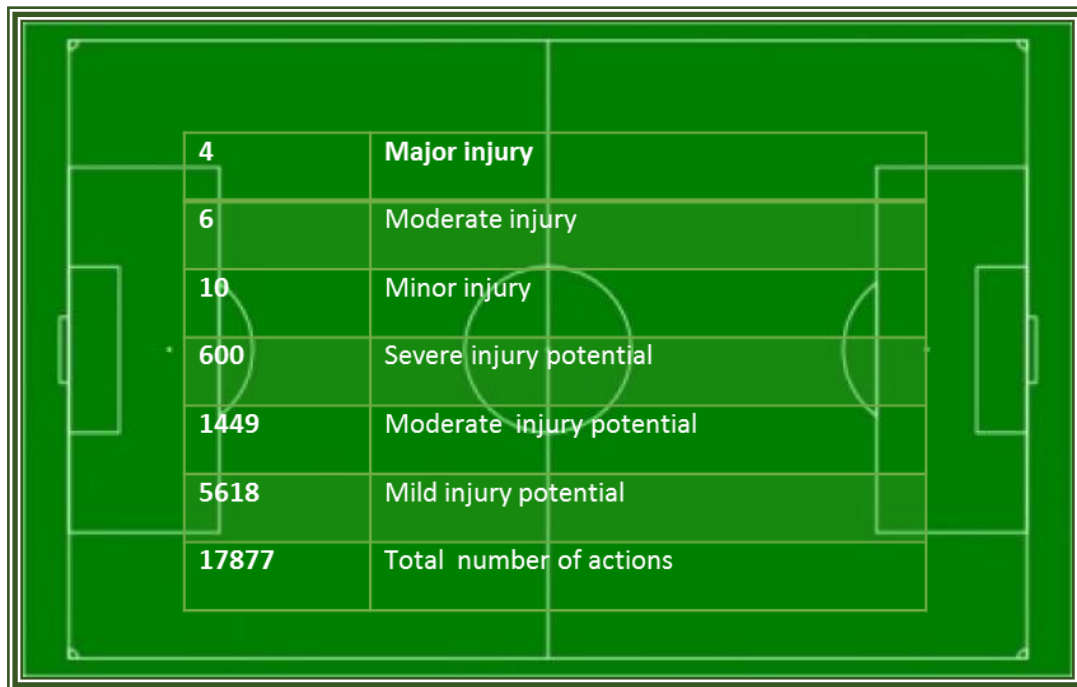
Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007

ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

La maggior parte delle lesioni di lieve entità, si sono verificate all'interno dell'area di rigore, quelle moderate, nella zona adiacente l'area di rigore, mentre i grandi eventi traumatici si sono riscontrati quasi sempre nella 3/4 di attacco ( $p < 0.001$ ).

Il maggior numero di azioni con lesioni lievi sono state individuate ai limiti dell'area di rigore (suddivisa nella figura 1 in zona 2 e zona 17). Le azioni di gioco a moderato ed alto potenziale di rischio hanno trovato una collocazione nelle zone adiacenti all'area di rigore (suddivise nella figura 1, in zona 5 e 14).

350



**Figure 2.** Totale numero di azioni di gioco che furono notate con il numero e le diversificate entità lesive (da : Rahnama, et al., 2002)

Sempre in relazione agli eventi traumatici, è stato notato inoltre, che il 50% di questi è stato riscontrato nelle zone di campo 12, 16 e 17.

Nella zona 16, lateralmente all'area di rigore, si è individuato il minor numero di azioni lesive. Non è stata rilevata alcuna differenza significativa tra le partite giocate in casa e quelle giocate in trasferta. Le azioni di gioco, con un alto indice traumatologico, sono state messe in relazione con la fase del possesso palla, <sup>5</sup> anche se la maggior parte di ricercatori ha notato che la posizione di gioco non influenza l'avvenimento lesivo. <sup>6,7</sup>

Per Hawkins e Fuller <sup>8</sup> la posizione di gioco può essere un fattore influente, in quanto i difensori ricoprono un "ruolo a rischio di lesione" rispetto ai ruoli degli altri giocatori.

McGregor JC et al. sottolinea, come, le lesioni subite dai calciatori sono approssimativamente tre volte più probabili in gara che in allenamento. <sup>9</sup>

Dadebo et al. <sup>10</sup> hanno raccolto in uno studio i risultati di uno screening eseguito su 30 squadre distribuite nelle quattro divisioni della lega calcistica inglese durante la stagione 1998/99.



R. D'Onofrio

**Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.**

**Analisi Retroattiva della Letteratura .**

Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007

ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

Le lesioni degli ischio crurali, (foto 2) rappresentavano l'11% di tutti le lesioni ed un terzo di tutti gli stiramenti muscolari. Approssimativamente il 14% delle lesioni dei flessori del ginocchio erano re-injuries.

351



**Foto 2.** -Lesioni ischio crurali nei calciatori rappresentano, secondo B Dadebo J White <sup>10</sup> 11% di tutte le lesioni .

La percentuale di lesioni era più alta nella Premiership (13.3 (9.4)/1000 ore) con l'incidenza più bassa che si evidenziava nella 2a Divisione Inglese (7.8 (2.9)/1000 ore).

La maggior parte (97%) delle lesioni muscolari ai flessori del ginocchio, erano clinicamente inquadrabili in lesioni di I° e II° grado. I due terzi di queste, evidenziabili, nelle fasi finali dei training/matches. La percentuale maggiore di casi riguardava gli attaccanti.

Su un totale di 2376 giocatori furono riscontrate 6030 lesioni, tra gara ed allenamento furono osservate da Hawkins (tavola 1), nelle due stagioni della Premier e nelle tre della Football Leagues, con una media di 1.3 trauma per giocatore per stagione con una percentuale di lesioni sostenute durante gli allenamenti pari al 34% e durante la competizione pari al 63% <sup>11</sup> L'incidenza delle lesioni variava durante la stagione, con un picco percentuale di lesioni durante l'allenamento del mese di luglio, ( $p < 0.05$ ) ed con un picco massimo nelle gare durante il mese di agosto ( $p < 0.05$ ). <sup>11</sup>

Il maggior numero di patologie da overuse, incluso tendiniti e paratendiniti, sono state riscontrate durante la preparazione pre-campionato vs con l'intera stagione (10.2% v 5.8%,  $p < 0.01$ ).



Division	No	%	Playing position	No	%	Age distribution	No	%
Premier	618	26	Goalkeeper	223	9	17-22	970	41
1st	712	30	Defender	817	34	23-28	817	34
2nd	550	23	Midfielder	739	31	29-34	508	21
3rd	496	21	Forward	597	25	35+	81	3
Total*	2376	100		2376	99		2376	99

**Tavola 1.** Divisione ,posizione di gioco ed età degli atleti <sup>11</sup>

E' sostenuto dalla letteratura che è negli ultimi 15 minuti di entrambi i tempi di gioco che si annotano le più alte percentuali di incidenza degli eventi traumatologici. <sup>11</sup>

La fatica muscolare è stata identificata come un altro fattore di rischio e sembra che possa spiegare in parte l'aumento dell'incidenza delle lesioni osservate nella seconda metà del tempo di gara, specialmente nei minuti finali. <sup>30</sup>

L'arto inferiore, anche in questo caso, è interessato nel 87% delle lesioni. Le patologie muscolari (37%), riguardano i flessori del ginocchio con il 67% vs il 33% a carico del quadricipite, con la maggior incidenza (71 %) che si verifica durante le gare di campionato (tavola 2).

Gruppi muscolari	Tutte le lesioni		Lesioni durante le gare		Lesioni durante gli allenamenti	
	No	%	No	%	No	%
Ischio Crurali	749	67	499	71	242	60
Quadricipite	376	33	202	29	164	40
Totale*	1125	100	701	100	406	100

\*Percentage totals may be subject to rounding errors associated with individual components.

p<0.01 Differenza proporzionale tra allenamenti e gare

**Tavola 2.** Lesioni muscolari del quadricipite e degli ischio crurali <sup>11</sup>





R. D'Onofrio

**Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.**

**Analisi Retroattiva della Letteratura .**

Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007

ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

La maggior parte di meccanismi di lesione è stata classificata come da non-contatto (58%) mentre il 38% è riferito al contatto con la palla o con un avversario (tavola 3).

Le ricadute da lesioni, precedenti, incidono per il 7% rispetto a tutti gli altri infortuni; il 66% di queste vengono classificate come uno stiramento o una distorsione (rispettivamente 48% e 18%).

La gravità della lesione post re - injury è maggiore rispetto alla prima lesione ( $p < 0.01$ ) (11).

Le lesioni agli ischio crurali, in una ricerca condotta su 91 club professionisti inglesi,<sup>12</sup> hanno inciso, in due stagioni agonistiche per il 12% delle lesioni totali, quasi la metà (53%) hanno interessato il bicipite femorale.

Nel 57% dei casi, il danno anatomico si è verificato durante modelli diversificati di corsa, con un riscontro maggiore durante le gare (62%) rispetto agli allenamenti, con un incremento dell'incidenza alla fine di ogni tempo di gioco ( $p < 0.01$ ).

Mechanism	All injuries		Competition injuries		Training injuries	
	Numero	%	Numero	%	Numero	%
Running	1143	19	589	16	540	26
Tackled	903	15	748	20	149	7
Other (non-contact)	572	9	290	8	223	11
Tackling	566	9	444	12	120	6
Twisting/turning	487	8	243	6	241	12
Collision	383	6	308	8	70	3
Stretching	336	6	210	6	123	6
Kicked	281	5	218	6	60	3
Shooting	257	4	100	3	156	8
Landing	227	4	156	4	70	3
Passing	213	4	126	3	84	4
Jumping	122	2	70	2	52	3
Other (contact)	90	1	51	1	33	2
Falling	63	1	43	1	19	1
Diving	44	1	13	0	31	2
Heading	39	1	30	1	8	0
Use of elbow	34	1	28	1	6	0
Hit by ball	19	0	5	0	13	1
Dribbling	8	0	4	0	4	0
Throwing	6	0	3	0	3	0
Not specified	237	4	101	3	41	2
<b>Totale*</b>	<b>6030</b>	<b>100</b>	<b>3780</b>	<b>101</b>	<b>2046</b>	<b>100</b>

\*Percentage totals may be subject to rounding errors associated with individual components.

$p < 0.01$  Different proportions between training and competition.

$p < 0.05$  Different proportions between training and competition

**Tavola 3.** Meccanismi delle lesioni sostenute durante la gara e l'allenamento (R D Hawkins M <sup>11</sup>)



R. D'Onofrio

**Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.**

**Analisi Retroattiva della Letteratura .**

Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007

ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

354

I giocatori che evidenziavano una più alta percentuale di lesioni dei flessori del ginocchio partecipavano alla Premiership ( $p < 0.01$ ), mentre i giocatori maggiormente coinvolti erano:

- giocatori “esterni” ( $p < 0.01$ )
- giocatori di origine etnica e nera ( $p < 0.05$ )
- giocatori “più vecchi” ( $p < 0.01$ )

Le percentuali di “re-injury” per i flessori del ginocchio è stata del 12%.

Per Orchard<sup>13</sup>, nei giocatori di football professionisti, 4 lesioni muscolari degli ischio crurali su 6 sono basate su squilibri di forza tra agonisti ed antagonisti del ginocchio.<sup>13</sup>

Da studi ecografici risulta che il retto femorale è l'ubicazione clinica maggiormente interessata mentre nei muscoli del polpaccio le lesioni si collocano solitamente nella congiunzione muscolo-tendinea, al terzo medio distale del gastrocnemio.<sup>14</sup>

L'evidenza scientifica generalmente suggerisce che gli stiramenti del gastrosoleo si verificano durante la fase di accelerazione della corsa, gli stiramenti ai muscoli ischio crurali durante la contemporanea estensione dell'anca e del ginocchio o alla massima velocità di uno sprint oppure durante un cambio di direzione, mentre gli stiramenti del quadricipite si verificano durante “il calciare” o la fase di decelerazione.

## Discussione

La ripetitività gestuale tecnico-atletico specifica, può determinare, una alterazione nei rapporti delle catene muscolari, con degli squilibri in termini di flessibilità e forza.<sup>67,68,69</sup>

La letteratura scientifica internazionale oggi, dimostra, quanto sia importante avere una relazione di forza equilibrata e funzionale tra le catene muscolari e tra i muscoli agonisti ed antagonisti.<sup>70,71,77,78</sup>

I gruppi muscolari degli estensori e dei flessori del ginocchio sono quelli che spesso subiscono, data l'intensa e prolungata e ripetitiva attività tecnico-tattica specifica, adattamenti negativi nelle espressività di forza e flessibilità.<sup>68,69,77,78</sup>

Così la carenza di equilibrio funzionale tra il quadricipite e gli ischio crurali, compromette ed incide negativamente sulla coordinazione intra ed intermuscolare e di riflesso sul controllo neuromuscolare dell'articolazione del ginocchio.<sup>59,62,68</sup> Conseguentemente ogni squilibrio muscolare, predispone l'atleta a rischi di lesioni traumatiche o da overuse.<sup>28,72</sup>

La patogenesi delle lesioni muscolari a carico degli ischio crurali (bicipite femorale, semimembranoso, semitendinoso) è stata studiata estensivamente nella letteratura internazionale. L'unico fattore di rischio per le lesioni muscolari incontrovertibile, è prioritariamente: deficit di forza inquadrabile nell'alterato rapporto flessori/estensori del ginocchio o pregresse lesioni.<sup>48</sup>

Nella valutazione e nell'analisi del rapporto flessori/estensori del ginocchio, in atleti operati di ricostruzione del lca, Daniel et al.,<sup>75</sup> hanno proposto questo criterio di screening :

1. Quadiceps index (QI): indice quadricipitale = massimo picco di forza in estensione arto patologico/arto sano x 100
2. Hamstring index (HI) indice degli ischio crurali= massimo picco di forza in flessione arto patologico/arto sano x 100



R. D'Onofrio

**Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.**

**Analisi Retroattiva della Letteratura .**

Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007

ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

Per Aagaard e coll.,<sup>73,74</sup> il rapporto di forza “flessori/estensori” è calcolato dividendo il picco di forza dei flessori del ginocchio, con il picco di forza degli estensori del ginocchio.

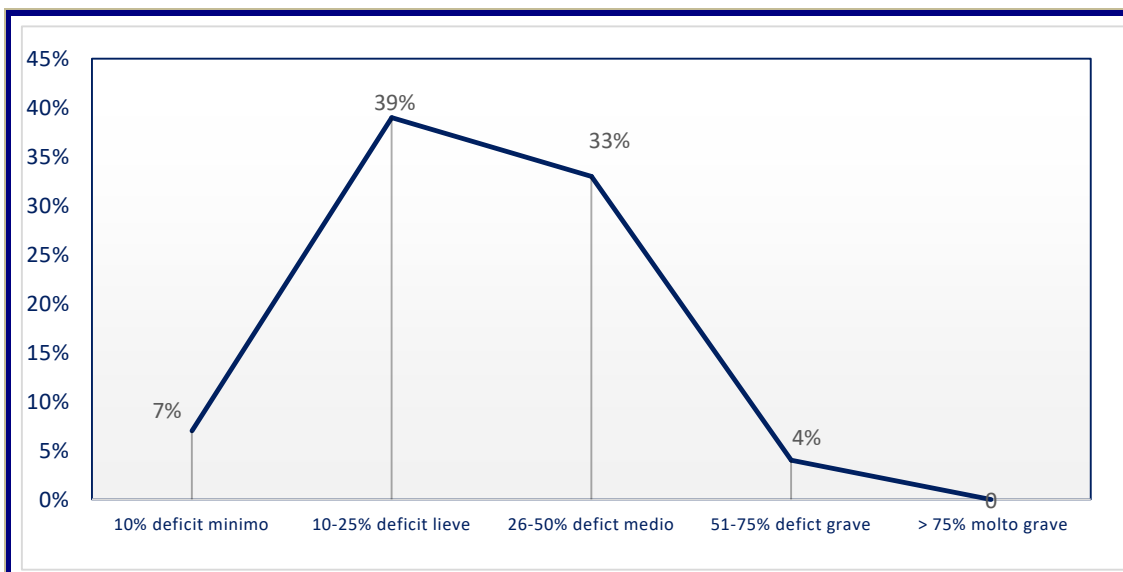
La relazione di forza tra agonisti/antagonisti<sup>77,78</sup> per l'estensione e la flessione del ginocchio può, comunque, essere descritta<sup>40</sup> meglio dai rapporti funzionali durante:

- a) Fase di estensione del ginocchio: tra forza eccentrica degli ischio crurali e concentrica del quadricipite (F.ecc/Q.con).
- b) Fase di flessione del ginocchio: forza concentrica degli ischio crurali e forza eccentrica del quadricipite (F.con /Q ecc.).

Esistono numerosi studi che correlano decrementi di forza e di flessibilità dei flessori del ginocchio con future lesioni muscolari.<sup>15,16,76,77,78</sup>

In una nostra recente pubblicazione<sup>77,78</sup> abbiamo sottolineato come, attraverso uno studio tensiomiografico di superficie eseguito su calciatori professionisti è possibile “intercettare” squilibri del tono muscolare, attraverso i quali, si può facilmente risalire a deficit di forza, ( Grafico 2) , del quadricipite e degli ischio crurali.

Così è stato evidenziato come l'86,7 % dell'intero Team (27 calciatori professionisti), testati attraverso TMG, presenti livelli di asimmetria, side to side, tali da elevare i fattori di rischio di lesioni muscolari.



**Grafico 2** . Viene rappresentata la percentuale di deficit, riscontrata, nel quadricipite ed ischio crurali su 27 calciatori professionisti analizzati con TMG di superficie (G.Ventroni, S.Bruno 2013)

La perdita della flessibilità è definita come una diminuzione nell'abilità di un muscolo alla deformazione<sup>57</sup>. Una lesione muscolare è tanto maggiore quanto è maggiore l'impegno muscolare, così come l'ammontare della lesione dipende dalla lunghezza ottimale del muscolo durante uno stato di tensione attiva.<sup>17</sup>

Brockett et al.,<sup>18</sup> affermano che i gruppi muscolari “lesionati”, presentano un accorciamento non fisiologico post -lesione, per cui li predispone maggiormente ad una ulteriore lesione sotto “allungamento eccentrico” .<sup>18</sup>



R. D'Onofrio

**Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.**

**Analisi Retroattiva della Letteratura .**

Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007

ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

I muscoli flessori del ginocchio sono quelli che maggiormente incorrono in “stiramenti”, in relazione a intense contrazioni eccentriche come è stato comunemente riconosciuto<sup>19</sup>.

Le implicazioni funzionali e biomeccaniche di queste lesioni includono: a) un decremento del range articolare, b) della flessibilità con un decremento della velocità di accorciamento muscolare; c) ma è la perdita prolungata di forza che è più estesamente riconosciuta.<sup>69,71,72,73</sup>

Nei decrementi eccessivi di forza inquadrabili nell'ordine del 35-50% post lesione, il recupero dei normali livelli può portare ad una assenza dall'attività sportiva per un lungo periodo.<sup>20</sup>

Le lesioni del quadricipite sono significativamente più comuni nell'arto calciante, mentre non ci sono differenze significative nella frequenza tra arti dominanti e non, sia per i muscoli flessori del ginocchio che per quelli della gamba.<sup>50,54</sup>

Lesioni muscolari al quadricipite sono riferite soprattutto a terreni di gioco bagnati, ricollegabili al gesto specifico del calcio con un'incidenza maggiore nell'arto calciante.<sup>54</sup>

E' stato evidenziato come , ipoteticamente, una lesione per il quadricipite si verifica durante:

- il calciare
- durante il contatto con la palla
- durante la fase preparatoria-oscillatoria dell'arto calciante

Durante il cammino e la corsa, i flessori del ginocchio lavorano primariamente eccentricamente “concentrati” nel frenare l'estensione del ginocchio opponendosi, prima che il piede tocchi il suolo, così come l'attività del quadricipite che termina con un'assistenza sul controllo dell'estensione dell'anca dopo che piede ha toccato il suolo.<sup>13,31,32,33,34,</sup>

Studi attuali, sull'eziologia delle lesioni sportive, richiedono valutazioni di modelli biomeccanici riferiti alla gestualità tecnica/atletica. Bisogna, insomma, prendere in considerazione la sequenza di eventi che possibilmente conducono o concorrono alla lesione.

La Maggior parte di questi fattori di rischio, sono difficili da stimare e quantificare, data la diversità delle variabili. Comunque i fattori di rischio delle lesioni muscolari nel calcio includono, nella sintesi, come emerge dalla letteratura internazionale. (tavola 4 )

La scansione ulteriore della letteratura, ci porta a sottolineare come l'incremento dell'età anagrafica, è un fattore evidente di rischio di lesione e questa influenza è riferita soprattutto alle recidive degli ischio crurali e dei muscoli del gastrosoleo , ma non sicuramente alle lesioni del quadricipite.<sup>31,32,33</sup>

Il calciatore, dai 28/30 anni in su, ha maggiori probabilità di incorrere in lesioni muscolari.<sup>31,32</sup>

Un aumento nell'età di 1 anno, incrementa la probabilità di lesione ai flessori del ginocchio di 1.7 volte.<sup>31,32</sup> (figura 3)

Per Wilmore e Costill<sup>33</sup> con l' aumentare dell'età, diminuisce la massa magra. E' noto che la forza muscolare, fisiologicamente, decresce con l'età. L'invecchiamento anagrafico ha, quindi, un importante influsso sul decremento della forza e sulle fibre muscolari, incrementando l'indice di infortunabilità .<sup>77,78</sup>

Possiamo affermare come l'età rimane un'importante e non secondario fattore di rischio per le lesioni degli ischio crurali e del gastrocnemio. Sembra invece non influire sulle lesioni a carico del muscolo quadricipite.<sup>13,31,32,33,34</sup> Si pensa che un aumento dell'età corrisponda ad un incremento delle fibre ST, con un decremento delle fibre FT. Il motivo esatto della diminuzione di fibre FT non è evidenziato chiaramente in letteratura, di certo è che si assiste complessivamente ad una diminuzione delle dimensioni e del numero di fibre muscolari.<sup>33</sup>

È stato evidenziato dalla letteratura che atleti con una prevalenza di fibre tipo II (fast twitch) sono più predisposti a lesioni muscolari.<sup>20,27,30,33,40</sup>



R. D'Onofrio  
**Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.**  
**Analisi Retroattiva della Letteratura .**  
Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007  
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

357

-  Deficit di flessibilità (25, 26)
-  Deficit di forza muscolare (22,23,24)
-  Alterazione rapporto Q:H
-  Disfunzioni posturali (28)
-  Insufficiente warm-up (29)
-  Fatica muscolare (30)
-  Pregresse lesioni muscolari (22,25,26,28)

**Tavola 4.** Fattori di rischio delle lesioni muscolari (R.D'Onofrio, 2014 )

-  a) Incremento dell'Età
  - Relative risk (RR)  $\uparrow$  1.78 per ogni anno oltre i 23 (Freckleton, 2012)
-  b) Decremento del ROM della flessione dell'anca
  - RR  $\uparrow$  1.29 per ogni grado di limitazione dal normale (Henderson, 2010 )
-  c) Decremento Forza Eccentrica
  - Side-to-side forza eccentrica
  - Ratio of  $< 0.85 =$  RR 3.88 (Fousekis, 2011)

**Figura 3.** Fattori di rischio che si correlano con incremento delle lesioni muscolari ( P. Rugo 2009 - Modificato R. D'Onofrio ,2014)



R. D'Onofrio

**Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.**

**Analisi Retroattiva della Letteratura .**

Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007

ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

Viene rappresentato dalla letteratura come l'invecchiamento è associato anche ad un significativo cambiamento della capacità elaborativa da parte del SNC ovvero :

- ✓ viene alterata la capacità di rilevare uno stimolo e di trasformare rapidamente l'informazione ricevuta in una risposta ottimale.<sup>33</sup>

358

Con la lesione muscolare si verifica una crescente "deafferentazione". Il black – out delle informazioni predispone l'apparato muscolo scheletrico a re-lesioni.<sup>33</sup>

Il ruolo dello stretching è oggi, ampiamente discusso da una parte della letteratura L'applicazione degli esercizi di allungamento prima dell'allenamento/gara non vengono sostenuti da una omogenea letteratura nel ridurre, il rischio di lesioni muscolari.<sup>35,58,54,</sup>

Noi crediamo che parte di queste contraddizioni, possono essere spiegate considerando il tipo di attività sportiva e la gestualità specifica. Possiamo affermare come training eccentrici incrementano e migliorano la flessibilità dei muscoli flessori del ginocchio rispetto a sedute di allungamento statico. Atleti che allenano eccentricamente i propri muscoli possono ridurre l'indice di infortunabilità.<sup>36</sup>

Erik et al.,<sup>54</sup> seguirono 146 calciatori nel campionato belga del 1999–2000 che non avevano avuto una storia di lesioni muscolari negli arti inferiori nei 2 anni precedenti.

Tra i test d'entrata fu rilevato il grado di flessibilità all'inizio della stagione sportiva agonistica, degli ischio crurali, del quadricipite, degli adduttori e dei muscoli del polpaccio.

Giocatori con lesione degli ischio crurali (numero = 31) e del quadricipite (numero = 13) mostravano una riduzione della flessibilità rispetto al gruppo di atleti "sani".

Nessuna differenza significativa in termini di flessibilità furono trovate tra giocatori che incorsero in una lesione dei muscoli adduttori (numero = 13) o in una lesione al gastrocnemio (numero = 10) rispetto al gruppo di atleti sani.

I risultati di questo studio indicano che i giocatori di calcio con un decremento della flessibilità dei flessori del ginocchio o del muscolo quadricipite sono statisticamente a più alto rischio di lesione.<sup>77,78</sup>

Taylor et al determinarono dopo una lesione da stiramento del muscolo estensore lungo delle dita di 12 conigli maschi adulti : la forza, il decremento della flessibilità e il picco di carico di rottura.

Di importante si evidenziò che:

- il picco di carico era il 63% della FMI e l'allungamento di rottura del 79%, per i muscoli sperimentali relativo al gruppo controllo.
- esami istologici rivelarono che le lesioni incomplete si verificarono vicine al congiungimento muscolo-tendineo.

Questi dati sperimentali suggeriscono implicazioni cliniche, come:

- un' unità muscolo-tendinea, dopo un danno da stiramento rispetto ad un muscolo sano, è maggiormente predisposta ad una lesione,
- un precoce ritorno all'allenamento può mettere il muscolo lesionato a rischio per un ulteriore danno.



R. D'Onofrio

**Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.**

**Analisi Retroattiva della Letteratura .**

Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007

ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

È poco chiaro come altezza, peso e stile di corsa dell'atleta con Low Back Pain o patologie al ginocchio, per esempio, possano essere fattori di rischio e concorrere ad una lesione muscolare degli ischio crurali.

Un'osservazione interessante, viene fatta da Verrall<sup>37</sup>, che ha evidenziato come su 6 atleti operati di lca, 4 di loro andarono incontro, durante la stagione sportiva, a lesioni dei flessori del ginocchio indipendentemente dalla tecnica ricostruttiva utilizzata.<sup>37</sup>

Atleti con infortuni pregressi fanno lievitare a 4.9 volte il rischio di "stiramento" degli ischio crurali del ginocchio rispetto a quelli senza lesioni. Questo è confermato da numerosi studi presenti in letteratura.<sup>8,10,15,16,23,32,38,41</sup>

Può essere evidenziabile che dopo una lesione al ginocchio le proprietà biomeccaniche e posturali subiscono una "alterazione disfunzionale" che interessa tutto l'arto inferiore<sup>77,78</sup>.

Questo potrebbe essere causato dalla stessa lesione o dal regime di riabilitazione intrapreso nella fase di recupero o da una combinazione dei due<sup>77,78</sup>.

Le lesioni agli ischio crurali sono fra le lesioni muscolari più comuni negli atleti. La percentuale di "re - injury" ovvero di recidive rimane molto alta soprattutto nel calcio.<sup>41</sup>

Le lesioni muscolari pregresse, sia recenti (fra le 8 settimane) che passate (maggiori di 8 settimane) insieme a non omogenei protocolli ritorno allo sport di rimangono un importante fattore di rischio.<sup>43,44</sup>

Sembra ormai chiaro, come evidenziato in precedenza, che gli squilibri in termini di flessibilità, di forza, fatica muscolare, inadeguato warm-up e dissinergie della contrazione, siano altri e chiari fattori predisponenti alle lesioni muscolari.<sup>49,54,77,78</sup>

Knapik ha riportato che la forza e gli squilibri di flessibilità in atleti donne è associata a lesioni muscolari a carico dell'arto inferiore, ma non specificamente ricollegabile al gruppo muscolare nel quale fu identificato lo squilibrio. ( $\geq$  del 15%)<sup>49</sup>

Croisier et al.,<sup>50</sup> consapevoli delle limitazioni scientifiche e del carattere controverso della percentuale convenzionale del rapporto flessori/quadricepiti, hanno proposto un rapporto di valutazione funzionale flessione eccentrica/estensione concentrica atto ad ottenere un indicatore mirato e soddisfacente dello squilibrio.

Nel pratico l'autore costruisce un rapporto isocinetico combinato tra due velocità estremamente diverse (30 deg/sec eccentrico e 240 deg/sec concentrico) al fine di rendere il test e la valutazione più vicina alle condizioni biomeccaniche coinvolte nello sprint e nel gesto tecnico del calciare.<sup>77,78</sup>

E' giusto ricordare come l'esercizio eccentrico produce lesioni microscopiche delle fibre muscolari e DOMS il giorno successivo. Il dolore muscolare tardivo (DOMS) che viene generato dalle contrazioni eccentriche, è un fattore di rischio di lesioni muscolari.

Questo spiega la prudenza iniziale nei programmi strutturati per il ritorno allo sport degli atleti. A tal uopo vengono proposte inizialmente una serie di contrazioni submassimali eccentriche per evitare DOMS.<sup>51</sup>

Lesioni ricorrenti possono essere anche la conseguenza di una riabilitazione inadeguata, e/o accelerata.<sup>43</sup>

La maggior parte degli autori hanno enfatizzato la necessità di chiarire i fattori eziologici ma soprattutto l'efficacia di protocolli di riabilitazione, sinergicamente strutturati e sviluppati secondo "l'Evidence Based Prevention of Muscle Injury".<sup>40,45,46</sup>

Ekstrand e Gillquist<sup>47</sup> hanno attribuito il 17% delle lesioni riportate nel loro studio ad una riabilitazione non strutturata. Similmente anche Nielsen<sup>4</sup> ha trovato che il 25% dei giocatori "recidivava" nello stesso tipo di lesione e nello stesso posto a causa di una riabilitazione inadeguata. Le ricadute delle lesioni muscolari - re injury - sono responsabili per il 22% di tutti i danni riportati.



R. D'Onofrio

**Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.**

**Analisi Retroattiva della Letteratura .**

Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007

ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

360

La presenza di elevate forme di recidive sono ricollegabili a una posizione di “debolezza muscolare” e squilibrio nel rapporto di agonisti/antagonisti. <sup>48</sup>

A conclusione di questa review non possiamo non evidenziare che in letteratura esistono diversificati pensieri sulla strutturazione dei protocolli riabilitativi.

Un lavoro di Sherry et al., apparso sull'autorevole JOSPT del marzo 2004, comparava l'efficacia di 2 programmi di riabilitazione per le lesioni dei flessori del ginocchio.

Ventiquattro atleti con una lesione dei flessori del ginocchio furono assegnati casualmente in 2 gruppi di riabilitazione :

1. gruppo A : 11 atleti effettuarono un protocollo di stretching statico e un training di resistenza con sovraccarichi ed applicazioni di ICE,
2. gruppo B: 13 atleti effettuarono un training progressivo di agilità e di esercizi di stabilizzazione del tronco e ICE .

In termini di risultati, la media del tempo richiesto per il ritorno allo sport per gli atleti del gruppo A era  $37.4 \pm 27.6$  giorni, mentre il tempo medio per gli atleti del gruppo B era  $22.2 \pm 8.3$  giorni.

Nelle prime 2 settimane dopo il ritorno allo sport, la percentuale di ricadute da lesioni era significativamente più alta ( $P = .00343$ ) nel gruppo A, dove 6 atleti su 11 (54.5%) incorreva in uno stiramento ai flessori del ginocchio nel gruppo B nessuno dei 13 atleti (0%) è andato incontro ad una ricaduta da lesione.

Dopo 1 anno dal ritorno allo sport, la percentuale di “reinjury” era significativamente più alta ( $P = .0059$ , ) nel gruppo A :

1. gruppo A: 7 atleti su 10 (70%) che completarono il programma di stretching e potenziamento incorsero in un'altra lesione muscolare,
2. gruppo B: solamente 1 atleta su 13 (7.7%), incorse in una ricaduta da lesione muscolare degli ischio crurali dei flessori del ginocchio durante il periodo di 1 anno.

La riflessione finale su questo studio ci porta ad affermare che un programma di riabilitazione basato su agility drills ed esercizi eccentrici e funzionali è più efficace rispetto ad un programma che enfatizzi esercizi di allungamento muscolare e il potenziamento analitico del gruppo muscolare leso. <sup>56</sup>

Comunque, è nella complessità della strutturazione del progetto terapeutico che si deve tener conto degli elementi multifattoriali che concorrono ad una personalizzazione del ritorno allo sport che varia tra l'altro al variare dell'entità della lesione.





R. D'Onofrio

**Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.**

**Analisi Retroattiva della Letteratura .**

Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007

ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

## Conclusioni

L'indagine epidemiologica internazionale, ha evidenziato che nel calcio, le lesioni muscolari, sono statisticamente significative ed interessano maggiormente i flessori del ginocchio e nella fattispecie, nella maggior parte delle evidenze, il muscolo bicipite femorale.

La persistenza dei deficit di forza muscolare, dello squilibrio nel rapporto agonisti/antagonisti e di flessibilità, concorrono in primis alle lesioni e alle recidive a carico dell'apparato muscolare dei calciatori.

Un'alta percentuale di re-injury è stata riscontrata, in questa review, a tutti i livelli del calcio europeo. Prematuri ritorni all'attività e una riabilitazione inadeguata sono stati riportati come fattori di rischio delle ricadute da lesioni.

361

**Italian Journal of Sports Rehabilitation and Posturology**



R. D'Onofrio

**Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.**

**Analisi Retroattiva della Letteratura .**

Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007

ISSN 2385-1988 [online] ISBN 007-111-19-55

## Reference

- 1 Hoy K, Lindblad BE, Terkelsen CJ, et al: European soccer injuries. A prospective epidemiologic and socioeconomic study. *Am J Sports Med* 20:318–322,1992
- 2 Heidt RS Jr, Sweeterman LM, Carlonas RL, et al: Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. *Am J Sports Med* 28:659–662,2000
- 3 Junge A, Chomiak J, Dvorak J: Incidence of football injuries in youth players. Comparison of players from two European regions. *Am J Sports Med* 28:S47–S50,2000
- 4 Nielsen AB, Yde J Epidemiology and traumatology of injuries in soccer. *Am J Sports Med* 17:803–807,1989)
- 5 Rahnama N, Reilly T, Lees A. Injury risk associated with playing actions during competitive soccer. *Br J Sports Med* 2002 Oct;36(5):354-9
- 6 Engstrom B, Johansson C, Tornkvist H .Soccer injuries among elite female players. *Am J Sports Med* 1991;19:372–5.
- 7 Hawkins RD, Fuller CW. An examination of the frequency and severity of injuries and incidents at three levels of professional. *Br J Sports Med* 1998;32: 326–32.
- 8 Hawkins RD, Fuller CW. Risk assessment in professional football: an examination of accidents and incidents in the 1994 World Cup finals. *Br J Sports Med* 1996;30:165–70
- 9 McGregor JC, Rae A. A review of injuries to professional footballers in a premier football team (1990–93). *Scott Med J* 1995;40:16–18
- 10 B Dadebo J White and K P George A survey of flexibility training protocols and hamstring strains in professional football clubs in England *Br J Sports Med* 2004;38:388-394
- 11 R D Hawkins M A Hulse, C Wilkinson The association football medical research programme: an audit of injuries in professional football *Br J Sports Med* 2001; 35:43-47
- 12 C Woods, R D Hawkins, S Maltby, M Hulse, A Thomas and A Hodson The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football—analysis of hamstring injuries *Br J Sports Med* 2004;38:36-41
- 13 Orchard JW: Recurrent hamstring injury in Australian football *Med Sci Sports Exerc* 30:S52 1998
- 14 Speer KP, Lohnes J, Garrett WE Jr: Radiographic imaging of muscle strain injury. *Am J Sports Med* 21:89–96,1993)
- 15 Yamamoto T Relationship between hamstring strains and leg muscle strength. A follow-up study of collegiate track and field athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 33:194–199,1993
- 16 Orchard J, Marsden J, Lord S, et al: Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *Am J Sports Med* 25:81–85,1997



R. D'Onofrio

**Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.**

**Analisi Retroattiva della Letteratura .**

Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007

ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

- 17 Warren Gordon L.; Ingalls, Christopher P Excitation-Contraction Uncoupling: Major Role in Contraction-Induced Muscle Injury Exercise and Sport Sciences Reviews: Volume 29(2) April 2001 pp 82-87
- 18 Brockett CL, Morgan DL, Proske U. Predicting hamstring strain injury in elite athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2004 Mar;36(3):379-87)
- 19 Garrett WE Jr: Muscle strain injuries. *Am J Sports Med* 24:S2 –S8,1996
- 20 Ingalls, C.P., Warren, G.L. and Armstrong, R.B.. Dissociation of force production from MHC and actin contents in muscles injured by eccentric contractions. *J. Muscle Res. Cell Motil.* 19: 215-224, 1998.
- 21 Meeuwisse WH. Assessing causation in sport injury: A multifactorial model. *Clin J Sport Med* 1994;4:166–70
- 22 Orchard J, Marsden J, Lord S, *et al.* Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian Footballers *Am J Sports Med* 1997;28:81–5.
- 23 Bennell K, Wajswelner H, Lew P, *et al.* Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *Br J Sports Med* 1998;32:309–14.
- 24 Brooks JH, Fuller CW, Kemp SP, Reddin DB. Incidence, risk, and prevention of hamstring muscle injuries in professional rugby union. *Am J Sports Med.* 2006;34:1297-1306
- 25 Ekstrand J, Gillquist J. The frequency of muscle tightness and injuries in soccer players. *Am J Sports Med* 1982;10:75–8.
- 26 Worrell T, Perrin D, Gansneder B, *et al.* Comparison of isokinetic strength and flexibility measures between hamstring injured and noninjured athletes. *J Orthop Sports Phys Ther* 1991;13:118–25.
- 27 Wilson G, Wood G, Elliott B. The relationship between stiffness of the musculature and static flexibility. An alternative explanation for the occurrence of muscular injury. *Int J Sports Med* 1991;12: 403–407.
- 28 Hennessy L, Watson AWS. Flexibility and posture assessment in relation to hamstring injury. *Br J Sports Med* 1993;27:243–6.
- 29 Dornan P. A report on 140 hamstring injuries. *Aust J Sci Med Sport* 1971;4:30–6.
- 30 Mair S, Seaber A, Glisson R, *et al.* The role of fatigue in susceptibility to acute muscle strain injury. *Am J Sports Med* 1996;24:137–43 .
- 31 Lee A, Garraway M. Epidemiological comparison of injuries in school and senior club rugby. *Br J Sports Med* 1996;30:213–17.
- 32 Orchard J, Wood T, Seward H, *et al.* Comparison of injuries in elite senior and junior Australian football *J Sci Med Sport* 1998;1:82–88.
- 33 J.Wilmore,D.Costill, Attività fisica,sport ed invecchiamento Sds 60-61 gennaio – giugno 2004



R. D'Onofrio

**Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.**

**Analisi Retroattiva della Letteratura .**

Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007

ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

- 34 DC Taylor, JD Dalton Jr, AV Seaber and WE Garrett Jr Experimental muscle strain injury. Early functional and structural deficits and the increased risk for reinjury *American Journal of Sports Medicine*, Vol 21, Issue 2 190-194
- 35 Witvrouw E, Mahieu N, Danneels L, McNair P. Stretching and injury prevention: an obscure relationship. *Sports Med*. 2004;34(7):443-9.
- 36 Dudley, GA., Tesch, PA., Miller, BJ., & Buchanan, P. Importance of eccentric actions in performance adaptations to resistance training *Aviat Space Environ Med* (1991). 62, 543–550
- 37 Verrall GM, Slavotinek JP, Barnes PG, *et al.* Clinical risk factors for hamstring muscle strain injury: a prospective study with correlation of injury by magnetic resonance imaging. *Br J Sports Med* 2001;35:435–9.
- 38 Garrett WE. Muscle strain injuries. *Am J Sports Med* 1996;24:S2–8,
- 39 Upton P, Noakes T, Juritz J. Thermal pants may reduce the risk of recurrent hamstring injuries in rugby players. *Br J Sports Med* 1996;30:57–60.
- 40 Garrett WE Muscle strain injuries: clinical and basic aspects. *Med Sci Sport Exerc* 1990;22:436–43.
- 41 .Agre JC Hamstring injuries. Proposed aetiological factors, prevention, and treatment. *Sports Med* 2:21 –33,
- 42 Chomiak J, Junge A, Peterson L, *et al*: Severe injuries in football players: Influencing factors. *Am J Sports Med* 28:S58 –S68,2000
- 43 Bennell K, Wajswelner H, Lew P, *et al*: Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *Br J Sports Med* 32:309 –314,1998
- 44 Orchard JW: Recurrent hamstring injury in Australian football. *Med Sci Sports Exerc* 30:S52 ,1998
- 45 Clanton TO, Coupe KJ: Hamstring strains in athletes: Diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 6:237 –248,1998
- 46 Kujala UM, Orava S, Järvinen M: Hamstring injuries. Current trends in treatment and prevention. *Sports Med* 23:397 –404,1997
- 47 Ekstrand J, Gillquist J. The avoidability of soccer injuries. *Int J Sports Med* 1983;4:124–128.
- 48 D'Onofrio R. ,Manzi V. D'Ottavio S,Annino G,Colli R, Pintus A. Analisi Biomeccanica degli esercizi di squat e leg press.Una review della letteratura *Teknosport*, 7;27:maggio-giugno 2003;14-24
- 49 Knapik JJ, Bauman CL, Jones BH, Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *Am J Sports Med* 1991; 19:76 –81,
- 50 Jean-Louis Croisier, , Bénédicte Forthomme, Hamstring Muscle Strain Recurrence and Strength Performance Disorders *The American Journal of Sports Medicine* (2002) 30:199-203
- 51 Croisier JL, Crielaard JM Hamstring muscle tear with recurrent complaints: An isokinetic profile. *Isokinetics Exerc Sci* 2000 ; 8:175 –180,



R. D'Onofrio

**Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.**

**Analisi Retroattiva della Letteratura .**

Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007

ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

52. Nosaka K, Clarkson PM, McGuiggin ME, et al: Time course of muscle adaptation after high force eccentric exercise *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1991; 63:70 –76,
53. Clarkson PM, Tremblay I: Exercise-induced muscle damage, repair, and adaptation in humans. *J Appl Physiol* 1988; 65:1 –6,
54. Erik Witvrouw, , Lieven Danneels, Peter Asselman,Thomas D'Have, Muscle Flexibility as a Risk Factor for Developing Muscle Injuries in Male Professional Soccer Players *The American Journal of Sports Medicine* 2003); 31:41-46 (
55. L Hennessey and AW Watson Flexibility and posture assessment in relation to hamstring injury *British Journal of Sports Medicine*, Vol 27, Issue 4 243-246
56. Sherry MA, Best TM A comparison of 2 rehabilitation programs in the treatment of acute hamstring strains. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004; Mar;34(3):116-25.
57. Zachezewski, JE. Scully, RM. & Barnes, MR., eds. (1989) *Physical Therapy* (JB Lippincott, Philadelphia, PA)
58. Finch CF. An overview of some definitional issues for sports injury surveillance. *Sports Med* 1997; 24 (3): 157-63 ]
59. A, Dvorak J. Influence of definition and data collection on the incidence of injuries in football. *Am J Sports Med* 2000; 28 (5 Suppl.): S40
60. Dvorak J, Junge A, Chomiak J, et al. Risk factor analysis for injuries in football players: possibilities for a prevention program. *Am J Sports Med* 2000; 28 (5 Suppl.): S69-74
61. Noyes FR, Lindenfeld TN, Marshall MT. What determines an athletic injury (definition)? Who determines an injury (occurrence)? *Am J Sports Med* 1988; 16 Suppl. 1: S65-8
62. Morgan B, Oberlander M. An examination of injuries in major league soccer. *Am J Sports Med* 2001;29:426–30
63. Junge A, et al Football injuries during the 2014 FIFA World Cup *Br J Sports Med* 2015;49:599–602.
64. Stubbe J, Injuries in professional male soccer players in the Netherlands: a prospective cohort study *J Athletic Training* 2015 Feb;50(2):211-6
65. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med.* 2011;39(6):1226-1232.
66. Ueblacker P. Epidemiological and clinical outcome comparison of indirect ('strain') versus direct ('contusion') anterior and posterior thigh muscle injuries in male elite football players: UEFA Elite League study of 2287 thigh injuries . 2001-2013 *Br J Sports Med* 2015 Mar 9.
67. Cometti G, Maffiuletti NA, Pousson M, Chatard JC, Maffulli N. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *Int J Sports Med.* 2001 Jan;22(1):45-51.



R. D'Onofrio

**Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.**

**Analisi Retroattiva della Letteratura .**

Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007

ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

68. Gur H, Akova B, Punduk Z, Kucukoglu S. Effects of age on the reciprocal peak torque ratios during knee muscle contractions in elite soccer players. Scand J Med Sci Sports. 1999 Apr;9(2):81-7.)
69. M. Handel , T. Horstmann , H.-H. Dickhuth , R. W. Gülch - Effects of contract-relax stretching training on muscle performance in athletes - European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology October 1997 76, 5, 400 – 408
70. Garrett WE Califf JC Bassett MD Histochemical correlates of hamstring injuries Am. J. Sports med 4 170 –176 1983
71. Baratta, R., Solomonow, M., Zhou, BH., Letson, D., Chuinard, R., & D'Ambrosia, R. Muscular coactivation: the role of the antagonist musculature in maintaining knee stability Am J Sports Med 16, 113 – 122 – 1988 .
72. Askling C, Karlsson J, Thorstensson A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. Scand J Med Sci Sports. 2003 Aug;13(4):244-50
73. P. Aagaard, , E. B. Simonsen, S. P.Magnusson,. A New Concept For Isokinetic Hamstring: Quadriceps Muscle Strength Ratio The American Journal of Sports Medicine 26:231-237 (1998)
74. Aagaard, P., Simonsen, EB., Beyer, N., Larsson, B., Magnusson, P., & Kjaer, M. (Isokinetic muscle strength and capacity for muscular knee joint stabilization in elite sailors Int J Sports Med 18, 521 – 525; 1997.
75. Daniel DM Stone ML the one leg hop for distance, Am J. Knee surg .1988; , 1: 212 – 213,
76. Hewett, TE., Lindenfeld, TN., Riccobene, JV., & Noyes, FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes: a prospective study Am J Sports Med, 1999 27, 699-705.
77. D'Onofrio R, Bruno S, Pintus A., Ventrone G; Muscle Imbalance asimmetrie nei rapporti Quadricipite/ischio crurali 2° parte Scienze & Sport – gennaio –Marzo 2014; 21, -78.-81 -
78. D'Onofrio R, Bruno S, Pintus A., Ventrone G ; Muscle Imbalance asimmetrie nei rapporti Quadricipite/ischio crurali Scienze & Sport – ottobre –dicembre 2013; 20, 74 -77 -



R. D'Onofrio

**Indagine Epidemiologica delle Lesioni Muscolari nel Calcio.**

**Analisi Retroattiva della Letteratura .**

Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 4 ; 345 - 367 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3007

ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

367

