

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Scienze Biomediche

Corso di Laurea Triennale in Scienze Motorie

Tesi di laurea

**“INFORTUNI NEL CALCIO: SARS-COV-2 E MONDIALE IN QATAR
2022 HANNO CONTRIBUITO AL LORO AUMENTO?”**

Relatore: Prof. MAURIZIO SARTORI

Laureando: MAIRA CARETTA

N° di matricola: 2022693

Anno Accademico 2022/2023

Indice

1 Introduzione.....	4
2 Infortuni nel calcio.....	7
2.1 Classificazione degli infortuni e tipologie di prevenzione.....	7
2.2 Fattori di rischio.....	14
2.3 Zone del corpo più a rischio di infortunio ed esercizi di prevenzione.....	33
<i>Muscoli flessori della coscia</i>	33
<i>Caviglia</i>	45
<i>Zona pubica</i>	52
<i>Ginocchio</i>	57
2.4 L'importanza della collaborazione tra staff tecnico e staff medico per la gestione del rientro in campo post-infortunio del giocatore.....	61
3 Affaticamento e strategie di recupero.....	65
3.1 Nutrizione	68
3.2 Reidratazione	70
3.3 Sonno.....	73
3.4 Terapie ad immersione	76
3.5 Elettrostimolazione	81

3.6	Massaggio	82
3.7	Stretching.....	83
3.8	Recupero attivo	87
3.9	Indumenti compressivi	88
4	Sars-CoV-2	94
4.1	Cos'è il COVID-19?	94
4.2	Conseguenze del COVID-19 sui calciatori di Serie A	95
4.3	Effetti del <i>detraining</i> e programmazione allenamenti dopo il <i>lockdown</i>	99
5	Mondiale Qatar 2022.....	113
5.1	Preparazione per un Mondiale a fine campionato e per il Mondiale in Qatar	113
5.2	Effetti del calore sulle prestazioni dei calciatori	120
5.3	Infortuni durante il Mondiale in Qatar	136
6	Conclusione	140
7	Bibliografia	143
8	Ringraziamenti.....	148

Capitolo 1

Introduzione

La problematica degli infortuni nel calcio, e conseguentemente quella inerente la loro prevenzione, è diventata un tema centrale nell'ambito del calcio professionistico.

La parte dedicata alla prevenzione costituisce la concreta applicazione del lavoro di chi, medico, fisioterapista, preparatore e allenatore, affianca quotidianamente in campo il calciatore.

Molti infortuni non sono prevedibili, fanno parte delle caratteristiche di uno sport che richiede velocità, forza, esplosività, ma anche contatto fisico, contrasto, impatto con l'avversario. Ci sono però molti eventi traumatici che possono essere evitati perché conseguenti a errori, oppure a scarsa valutazione dei fattori di rischio o a non sufficiente considerazione delle forme di prevenzione. Questo ha fatto crescere l'esigenza di uno studio della materia, stimolando approfondimenti e lavori scientifici in molti Centri di ricerca, perché troppo spesso si presta attenzione all'infortunio quando questo si è ormai verificato e si sottovaluta la significatività di un training, attento sì al miglioramento delle performance fisiche, tecniche e tattiche degli atleti, ma anche adeguato nella selezione dei contenuti e di tutela della salute.

Un giocatore “fermo ai box” non è solamente un danno in termini tecnico-tattici per la sua squadra ma anche, e forse soprattutto, un danno economico. Danno economico in quanto un giocatore infortunato costa e oltretutto non rende, per cui squadre con la cosiddetta “infermeria piena” rappresentano delle formazioni in sofferenza, sotto tutti i punti di vista.¹

¹ GN. Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni nel calcio*, Peschiera Borromeo (MI): Edi-Ermes, 2016

Inoltre, se si vuole salvaguardare sia la salute dell'atleta che lo spettacolo agonistico, vanno riviste le modalità con cui vengono pensati e formulati i calendari agonistici.²

Dal 2020 e fino al 2022 il mondo del calcio è stato segnato da due eventi mai verificatisi prima nella storia: il COVID-19 e il Mondiale in Qatar.

Il COVID-19, che oltre al calcio ha interessato tutti gli sport e gli ambiti della vita quotidiana della popolazione mondiale, ha causato la sospensione delle partite per diverse settimane, tra marzo a maggio/giugno 2020, a seconda dei campionati. Analizzando i principali in Europa, ovvero Serie A, Liga spagnola, Premier League, Bundesliga e Ligue 1, chi ha accusato maggiormente il colpo è stato il campionato di calcio italiano di Serie A, perché ha ripreso a giocare più tardi rispetto alle altre leghe.³

Il COVID-19 ha, inoltre, portato alla decisione, da parte dell'IFAB (International Football Association Board), l'ente che stabilisce le regole del calcio, e su richiesta della FIFA, di aumentare il numero di sostituzioni, che ogni squadra poteva effettuare, a cinque durante una partita, rispetto alle tradizionali tre, per tutelare la salute dei giocatori durante la pandemia. Partita come semplice prova, essa è stata poi introdotta in maniera permanente nelle Regole del Gioco 2022/23.⁴

La partita inaugurale dei Mondiali di calcio in Qatar è stata disputata il 20 novembre 2022, mentre la finale il 18 dicembre. Per la prima volta, nei suoi 92 anni di storia, il torneo iridato si è svolto negli ultimi mesi dell'anno, anziché nel consueto periodo estivo dell'emisfero settentrionale. Il cambiamento è stato dovuto alla necessità di evitare le alte temperature (35°C) tipiche dei mesi di giugno e luglio nel Paese ospitante.⁵ Se questo è stato un vantaggio in termini di condizioni climatiche, non lo è stato per la preparazione dei giocatori, poiché essi

2 I. Sannicandro, *Rischio di infortunio e preparazione atletica nel calcio: valutazione e strategie di prevenzione*, Calzetti-Mariucci Editori, 2009

3 <https://www.transfermarkt.it/>

4 <https://www.gazzetta.it/Calcio/Estero/13-06-2022/regola-5-sostituzioni-calcio-ufficiale-ifab-440967763513.shtml>

hanno avuto a disposizione soltanto una settimana, tra l'ultima partita di campionato e l'inizio del torneo, anziché le quattro/cinque settimane quando il Mondiale si svolge al termine della stagione calcistica.⁶

L'obbiettivo di questo elaborato è quello di descrivere le principali tipologie di infortunio che si verificano solitamente nei calciatori, la cui frequenza è molto probabilmente aumentata a causa dei calendari compressi, quindi più gare in meno giorni, a seguito del COVID-19 e in vista del Mondiale in Qatar 2022.

5 <https://www.fifa.com/fifaplus/it/articles/mondiali-qatar-2022-squadre-regolamento-informazioni-fifa>

6 Zouhal H et al., *FIFA World Cup Qatar 2022: Solutions to the Physical Fitness Challenge.*, J Sports Sci Med. 2022

CAPITOLO 2

Infortuni nel calcio

2.1 Classificazione e tipologie di prevenzione

Che cosa s'intende per infortunio? Purtroppo, una definizione del termine chiara e univoca è ben lungi dal trovare una qualche forma di consenso definitivo.

In alcuni studi, soltanto gli eventi che necessitano di cure mediche sono considerati come “infortuni” (Schafle et al. 1990); in altri, un infortunio per essere considerato tale, deve determinare un “intervento terapeutico e il riposo per almeno una settimana” (Ekstrand, Gillquist 1983 a,b,c), mentre alcuni ricercatori, per definire un infortunio, richiedono un “periodo di inabilità alla pratica sportiva” (Albert 1983; Lorentzon et al. 1988; Sullivan et al. 1980).

Tutte queste definizioni sono influenzate dall'aspetto clinico, risultando, pertanto, estremamente selettive per adeguarsi al punto di vista dell'atleta e dell'allenatore; dal punto di vista dell'atleta, l'aspetto fondamentale della maggior parte degli infortuni è legato agli effetti che questi provocano sulla prestazione agonistica e sulle sessioni d'allenamento.

Una definizione che maggiormente si adatta alla problematica spiega un infortunio come: “un evento sfavorevole che si realizza durante l'attività sportiva e provoca l'inabilità ad allenarsi o gareggiare normalmente” (McLennan 1990, Watson 1993).⁷

In ambito prettamente calcistico si parla di *football injuries* (FI). Esse possono essere causate dall'interazione fisica o meno con l'avversario. I traumi da contatto con l'incidenza più alta sono i *tackle* e le collisioni e rappresentano rispettivamente una percentuale compresa tra 24 e 72% e 6 e 27% di tutte le FI registrate in ambito maschile. Per ciò che riguarda, invece, i meccanismi che determinano i traumi da non-contatto, sempre nell'ambito del calcio maschile, si annoverano gli sprint (18-19%), il gesto del calciare (4-14%) e i movimenti di

⁷ Sannicandro, *Rischio di infortunio ...*, cit.

cutting e/o di cambio di direzione (6-8%) (Ekstrand e Gillquist, 1983a, 1983b; Árnason e coll, 1996; Hawkins e Fuller, 1996; Lüthje e coll., 1996; Hawkins e Fuller, 1999; Hawkins e coll., 2001; Wong e Hong, 2005).

In base alla gravità dell'infortunio, solitamente misurata in base al numero di giorni di assenza dalle sessioni di allenamento e dagli incontri, le FI vengono classificate in quattro categorie:

- lievi, quando comportano 1-3 giorni di assenza (incluso il giorno in cui il soggetto è incorso nell'evento traumatico);
- minori (4-7 giorni di assenza);
- moderate (8/28 giorni di assenza);
- maggiori (> 28 giorni di assenza).

Nelle ultime due categorie rientra la popolazione di calciatori professionisti maschili.

Inoltre, la gravità degli infortuni viene valutata considerando gli effetti di questi sull'atleta, con i seguenti criteri:

- grado e natura dell'invalidità;
- implicazioni a lungo termine per la salute dell'atleta;
- complessità del trattamento necessario;
- costo del trattamento e del periodo di convalescenza e recupero

Da un punto di vista epidemiologico, la sede anatomica che nel calciatore fa registrare il maggior numero di eventi lesionali è la coscia, seguita dall'articolazione della caviglia, dalla zona pubica e dall'articolazione del ginocchio.

L'infortunio muscolare è la tipologia più ricorrente nel calcio ⁸; costituisce il 31% di tutti gli infortuni nel calcio d'élite e colpisce per il 92% i quattro principali gruppi muscolari degli arti inferiori: muscoli posteriori della coscia (37%), adduttori (23%), quadricipite (19%) e muscoli del polpaccio (13%).

Il fatto che una squadra di calcio maschile di alto livello con una rosa di 25 giocatori possa aspettarsi circa 15 infortuni muscolari ogni stagione con un tempo medio di assenza di 223 giorni, 148 allenamenti persi e 37 partite perse, dimostra la loro elevata rilevanza per gli atleti così come per i club. ⁹

In base al meccanismo del trauma, le lesioni muscolari possono essere distinte in dirette e indirette.

Dopo un trauma diretto si possono verificare contusioni o lacerazioni.

La contusione è dovuta ad un trauma diretto subito contro l'avversario, classificato come lieve, moderato e grave a seconda dell'invalidità funzionale che ne può derivare.

Una lesione contusiva è solitamente caratterizzata da immediata insorgenza di dolore, e sintomi crescenti in relazione alle dimensioni e all'entità dell'ematoma. Il range di movimento attivo è ridotto, con impossibilità di allenarsi e gareggiare.

La lacerazione nasce da un impatto contro una superficie tagliente.

Dopo un trauma indiretto, invece, le lesioni sono classificate come non strutturali e strutturali, cioè lesioni indotte da stiramento, causate da un improvviso allungamento forzato oltre i limiti viscoelastici dei muscoli, che si verificano durante una potente contrazione. Esse si localizzano solitamente alla giunzione muscolo-tendinea, poiché quest'area presenta punti biomeccanici deboli.

⁸ Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

⁹ Mueller-Wohlfahrt HW et al., *Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement*, J Sports Med., 2013

Nelle lesioni non strutturali le fibre muscolari non presentano una lesione anatomicamente evidente, mentre le lesioni strutturali presentano una lesione anatomica.

Le lesioni non strutturali sono le più diffuse, rappresentano il 70% di tutti gli infortuni muscolari nei calciatori, causa di oltre il 50% delle giornate di assenza dall'attività sportiva e dagli allenamenti.

Se trascurate, possono diventare lesioni strutturali.

Esse determinano indolenzimento, pesantezza e rigidità del muscolo, solitamente durante l'esercizio, talvolta a riposo e si dividono in:

- lesioni di Tipo 1A, causate da affaticamento e cambiamenti nei protocolli di allenamento, superfici di corsa e attività ad alta intensità;
- lesioni di Tipo 1B (DOMS, indolenzimento muscolare a insorgenza ritardata), dovute a contrazioni eccentriche eccessive e prolungate. Sono associate a dolore a riposo, alcune ore dopo l'attività sportiva, e rigidità muscolare;
- lesioni di tipo 2A, associate principalmente a disturbi spinali;
- lesioni di Tipo 2B, causate da un controllo sbilanciato del sistema neuro-muscolo-scheletrico, principalmente dal meccanismo di mutua inibizione proveniente dai fusi muscolari. Questa tipologia di lesione è dolorosa: i pazienti riferiscono crampi, che spesso migliorano dopo un adeguato allungamento.

Le lesioni strutturali sono:

- di tipo 3A, una lesione parziale minore (con diametro inferiore di un fascio muscolare) che coinvolge uno o più fasci primari all'interno di un fascio secondario. È caratterizzata da dolore acuto e ben localizzato, evocato da un movimento specifico, a volte preceduto da una sensazione di schiocco. La contrazione muscolare contro la resistenza manuale è dolorosa.

- di tipo 3B, una lesione parziale moderata (con un diametro maggiore di un fascio muscolare) che coinvolge almeno un fascio secondario, con meno del 50% della superficie di rottura. È associata a dolore acuto, evocato da un movimento specifico, sensazione di schiocco seguita da dolore localizzato e disabilità funzionale;
- di tipo 4, una lesione subtotale con più del 50% della superficie di rottura o una lesione completa del muscolo, che coinvolge la giunzione muscolo-tendinea. È caratterizzata da dolore sordo e opprimente esacerbato da un movimento specifico; lo scatto e l'invalidità funzionale compaiono immediatamente. L'ematoma si manifesta precocemente. Non esiste alcuna funzione della giunzione muscolo-tendinea.

Solitamente, le rotture parziali minori guariscono completamente, mentre le rotture parziali moderate possono provocare una cicatrice fibrosa.

Le lesioni strutturali possono essere prossimali (P), medie (M) e distali (D). Nello specifico, la prognosi delle lesioni prossimali dei muscoli posteriori della coscia e del retto femorale è peggiore di quella delle lesioni della stessa dimensione che coinvolgono la porzione media o distale di questi muscoli. Nel tricipite surale, le lesioni distali presentano la prognosi peggiore.¹⁰

Il 16% degli infortuni muscolari nel calcio d'élite sono re-infortuni e sono associati ad un'assenza dalle competizioni più lunga del 30% rispetto all'infortunio originale. Una causa plausibile degli infortuni muscolari ricorrenti, che sono significativamente più gravi del primo infortunio, è il ritorno prematuro alla piena attività a causa di un infortunio sottovalutato.

La guarigione dei muscoli e degli altri tessuti molli è un processo graduale. La cicatrice del tessuto connettivo (immaturo) prodotta nel sito della lesione è il punto più debole del muscolo scheletrico lesionato, poiché la piena resistenza del

¹⁰ Maffulli N et al., *ISMULT Guidelines for muscle injuries. Muscles Ligaments Tendons*, 2014

tessuto lesa richiede tempo per ritornare a seconda delle dimensioni e della localizzazione della lesione. (Nota: la cicatrice matura è rigida o addirittura più forte del muscolo sano).

Sembra plausibile che gli atleti possano tornare allo sport prima che la guarigione muscolare sia completa. Come affermato da Malliaropoulos et al., “ è quindi fondamentale stabilire criteri validi per riconoscere la gravità ed evitare il ritorno prematuro alla piena attività e il rischio di nuovi infortuni”.¹¹

In ambito preventivo, la UEFA (Union of European Football Association) ha varato, a partire dal 2001, un programma di studio denominato UEFA Champions League Injury Study, che coinvolge più di 20 club di alto livello in diversi Paesi europei (Barcellona, Real Madrid, Chelsea, Manchester United, Bayern Monaco, FC Internazionale e Juventus). Gli staff medici coinvolti nel progetto raccolgono quotidianamente, per ogni singolo giocatore, i dati sulle FI, l'*exposure time* (tempo di esposizione, tanto per ciò che concerne le sedute di allenamento quanto per le competizioni) e altre informazioni riguardanti l'attività; tali dati sono poi trasmessi al gruppo di studio UEFA (Bjorneboe e coll., 2010), che, periodicamente, invia un *feedback* ai vari club coinvolti nel progetto, per agevolare e stimolare la messa a punto di adeguati programmi preventivi. Inoltre, i dati degli studi effettuati sono regolarmente pubblicati attraverso la letteratura interazionale (Hägglund e coll., 2005b; Fuller e coll., 2006; Hassabi e coll., 2010).

In modo del tutto simile all'UEFA, anche la FIFA ha condotto, e conduce tuttora, studi epidemiologici nel contesto delle Coppe del Mondo e dei diversi tornei internazionali (Waldén e coll., 2006; Fuller e coll., 2012; Clarsen e coll., 2013). Probabilmente sotto questa spinta, alcuni Paesi come Norvegia (Ekstrand, 2011), Danimarca (Werner e coll., 2009; Fousekis e coll., 2011), Qatar (Eirale e coll., 2013a, 2013b) e Svezia (Fong e coll., 2007; Werner e coll., 2009) hanno varato studi epidemiologici prospettici, mentre numerosi club hanno creato *Injury Registrars* a proprio titolo e utilizzo personale (Waldén e coll., 2011).

¹¹ Mueller-Wohlfahrt, *Terminology and classification...*, cit.

Si potrebbe dire che, un modello di prevenzione degli incidenti in ambito sportivo dovrebbe rifarsi a quello proposto da van Mechelen e coll., che, sebbene piuttosto datato (1992), è valido ancor oggi. Esso presuppone la messa in opera di quattro step:

- valutazione e controllo della reale consistenza e portata del problema degli incidenti connessi alla pratica sportiva, attraverso la loro stretta e ben pianificata monitorizzazione. In questa fase vengono descritti e classificati i fattori principali (incidenza, severità, tipologia e sede anatomica) delle lesioni osservate;
- identificazione dei diversi fattori di rischio e dei meccanismi responsabili del verificarsi degli incidenti;
- introduzione di un programma, o almeno di misure, di tipo preventivo, atto al controllo e alla riduzione dei fattori di rischio e/o alla diminuzione della severità degli incidenti;
- valutazione della reale applicabilità e dell'obiettiva efficacia delle misure preventive adottate.

La prevenzione si divide in primaria e secondaria. Esse, pur facendo parte di uno stesso piano operativo, si attuano con tempi e modalità diverse.

La prevenzione primaria vede la sua collocazione ottimale in un lavoro rivolto al gruppo *in toto*, attuabile preferibilmente all'inizio della seduta di allenamento, a complemento o in sostituzione del normale *warm-up*.

Dal momento che l'eziologia delle FI è multifattoriale, non è possibile pensare di attuare una strategia preventiva primaria “a tutto campo”, in grado di abbassare ogni tipologia di lesione, ma la si deve focalizzare là dove è ragionevole pensare di poter incidere efficacemente. I *focus points* su cui incentrare tale tipo di lavoro sono sostanzialmente tre:

- prevenzione delle lesioni muscolari indirette;

- prevenzione delle distorsioni a livello delle articolazioni del ginocchio e della caviglia;
- prevenzione della pubalgia.

La prevenzione secondaria, invece, è rivolta a evitare il verificarsi di *re-injuries*; si tratta, quindi, di un piano di lavoro rivolto a una problematica muscolare o articolare specifica, che necessita di un percorso preventivo concepito *ad personam*. Per questo motivo, tale tipologia di lavoro deve essere necessariamente svolta singolarmente, o con gruppi ristretti di soggetti, e al di fuori dei normali orari di allenamento collettivo.

La frequenza delle sedute settimanali a cui ogni atleta deve sottoporsi è dettata dalla gravità della patologia. Ci saranno, quindi, atleti che avranno bisogno di un lavoro quotidiano, altri trisettimanale, mentre alcuni di una sola seduta a settimana. Ovviamente la frequenza può variare in funzione della risolenza o della recrudescenza della patologia in atto. La totalità del piano di lavoro preventivo è sotto la diretta supervisione del fisioterapista che riporta direttamente al capo dello staff medico.¹²

2.2 Fattori di rischio

I fattori di rischio in grado di favorire il prodursi di eventi lesivi sono tradizionalmente classificabili in due categorie: intrinseci ed estrinseci. Con il termine intrinseci si fa riferimento ai fattori relativi alle caratteristiche peculiari del giocatore, mentre il termine estrinseci rimanda ai fattori di tipo ambientale (Van Mechelen e coll., 1992; Inklaar, 1994; Dvorak e Junge, 2000; Murphy e coll., 2003).

I fattori di rischio intrinseci sono: l'età, i dati antropometrici, il genere, le lesioni pregresse, i programmi riabilitativi inadeguati, la fatica, l'effetto della dominanza

¹² Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

di un arto, il mal allineamento degli arti inferiori, la forza muscolare e lo squilibrio muscolare, l'indolenzimento muscolare a insorgenza ritardata, la flessibilità, l'instabilità articolare, la capacità di equilibrio, il livello di gioco e di squadra e il livello tecnico individuale, nonché fattori di tipo psicologico.

L'incremento delle FI in relazione all'età sarebbe spiegabile attraverso numerose concause: riduzione dell'estensibilità dei muscoli flessori della coscia (Henderson e coll., 2010), diminuzione della massa muscolare e conseguente calo dei livelli di forza (Gabbe e coll., 2006), cambiamento dell'ultrastruttura muscolare dovuto all'età (Hägglund e coll., 2006), problematiche relative al tratto lombare (ipetrofia del legamento lombosacrale laterale) anch'esse correlate al processo d'invecchiamento (Orchard e coll., 2004).

Per ciò che riguarda una possibile correlazione tra i dati antropometrici, intesi come peso, altezza, percentuale di massa grassa e body mass index (BMI), e le FI, non si trovano conferme convincenti in letteratura. Anche se appare piuttosto ragionevole pensare che un peso corporeo rilevante, così come un'elevata percentuale di massa grassa possano rappresentare un fattore biomeccanico di rischio per l'incidenza delle FI, tale correlazione deve ancora essere dimostrata in modo convincente.

Anche per quanto riguarda il genere non vi sono prove evidenti del fatto che esso rappresenti un fattore certo di rischio lesivo, nonostante il fatto che alcuni studi, effettuati su rappresentative nazionali, riportino come durante la Coppa del Mondo femminile del 1999 e i Giochi Olimpici del 2000 si siano verificate meno FI rispetto alla Coppa del Mondo maschile del 1998 e agli stessi Giochi Olimpici del 2000 per ciò che riguarda i calciatori di sesso maschile (Junge e coll., 2004b). Durante le Olimpiadi del 2004 (Junge e coll., 2004b) e i Campionati Europei di calcio maschili del 2004 e quelli femminili del 2005 (Hägglund, 2007) non sono state osservate differenze tra le FI registrate in ambo i sessi.

È, invece, ben documentato come nelle calciatrici vi sia un rischio maggiore rispetto ai calciatori d'incorrere in lesioni dell'LCA (Bjordan e coll., 197; Elizabeth e coll., 1999; Faude e coll., 2006; Hägglund e coll., 2009) e come i

traumi che possono esitare in una lesione di quest'ultimo avvengano più precocemente rispetto a quanto osservabile in ambito maschile (Bjordal e coll., 1997; Roos e coll., 1995). Dal canto loro, i calciatori sembrerebbero subire maggiori traumi concussivi rispetto alla controparte femminile (Barnes e coll., 1998; Boden e coll., 1998).

Molti studi dimostrano che le FI pregresse rappresentano un importante fattore di rischio di recidiva e/o di nuove lesioni, soprattutto per ciò che riguarda le lesioni muscolari indirette (Dvorak e coll., 2000; Hawkins e coll., 2001; Árnason e coll., 2004a, 2004b; Hägglund e coll., 2006; Engebretsen e coll., 2013; Ekstrand e coll., 2011; Mundiguchia e coll., 2012; Opar e coll., 2012).

Per questo motivo un'anamnesi accurata e dettagliata rappresenta, di fatto, il primo, importantissimo step per poter mettere in atto un'efficace e mirata strategia preventiva.

Murphy e coll. (2003) riferiscono che un giocatore incorso in una FI nella stagione precedente, durante la stagione corrente ha un rischio tre volte maggiore rispetto ai giocatori che nella stagione precedente non hanno registrato alcun tipo di evento lesivo. Inoltre, occorre ricordare che una recidiva lesionale causa un'assenza più lunga rispetto al primo evento lesivo (Gabbe e coll., 2005; Ekstrand e coll., 2011).

Un altro dato interessante è riportato da Van Mechelen e coll. già nel 1992: in un periodo in cui i test, sia dinamometrici sia in campo, non conoscevano ancora l'ampia diffusione di cui godono attualmente, Van Mechelen e il suo gruppo di studio dimostrarono che, effettuando test funzionali prima del ritorno in campo, si poteva diminuire drasticamente il rischio di recidiva.

Si può affermare che i fattori di rischio legati alla recidiva lesionale sono sostanzialmente sovrapponibili a quelli che hanno determinato l'insorgenza del primo evento lesivo; occorre comunque considerare che il primo evento lesivo può, in modo più o meno determinante, comportare un cambiamento della biomeccanica muscolare e/o artromuscolare che, a sua volta, può causare l'insorgenza di nuovi fattori di rischio intrinseci o amplificare quelli già esistenti.

Una delle principali cause di recidiva lesionale è l'inadeguato e/o insufficiente programma riabilitativo a seguito del primo evento lesivo (Fried e Lloyd, 1992; Inklaar, 1994; Dvorak e Junge, 2000). L'alto rateo di recidive (il range è compreso tra 22 e 42%) riportato dalla letteratura può essere in effetti interpretato come un'inadeguatezza di base dei programmi riabilitativi comunemente adottati (Nielsen e Hyde, 1989; Hawkins e Fuller, 1999; e coll., 2004). Le recidive muscolari rappresentano dal 29 al 46% di tutte le lesioni muscolari indirette; in particolare le recidive lesionali a livello degli hamstring sono comprese tra 12 e 43% e le groin injury tra 31 e 50% (Árnason e coll., 1996; Hawkins e Fuller, 1999; Dadebo e coll., 2004; Woods e coll., 2004). Nel contesto dei traumi legamentosi, le recidive si attestano tra 33 e 58%: in questo range, le recidive dei traumi legamentosi a livello dell'articolazione della caviglia rappresentano una percentuale compresa tra 9 e 39% e quelle dei traumi distorsivi a livello del ginocchio il 30-40% (Árnason e coll., 1996; Hawkins e Fuller, 1999; Woods e coll., 2002; 2004).

I dati inerenti alle recidive non sono da meno per ciò che concerne le *overuse injury*, con una percentuale di *re-injury* pari a circa il 35% (Waldén e coll., 2005).

È universalmente riconosciuto come l'effetto fatica comporti uno scadimento delle capacità condizionali e coordinative e possa pertanto rappresentare un importante fattore di rischio per le FI (Atlan e coll., 1991; Allen e coll., 1995; Bisciotti e coll., 2002). Nel calcio, l'effetto fatica è sostanzialmente causato dall'incessante susseguirsi di impegni di gara e di sessioni di allenamento che non permettono un adeguato recupero fisiologico.

È interessante notare come alcuni studi riportino che durante gli ultimi 15 minuti del secondo tempo avverrebbero un numero più elevato di FI rispetto all'ultimo quarto d'ora del primo (Høy e coll., 1992; Hawkins e Fuller 1996; 1999). Alcuni Autori hanno fatto notare come le lesioni indirette degli *hamstring* avvengano principalmente nell'ultima parte di gara e come la fatica accumulatasi nel corso della competizione comporti un netto decremento della forza eccentrica e della flessibilità, fattori strettamente legati all'aumento del rischio di lesione muscolare (Small e coll., 2009a; 2010). Anche una buona parte dei traumi distorsivi

avverrebbe vero la fine dell'impegno agonistico, ossia nel momento in cui l'effetto fatica deteriora l'efficienza dei meccanismi di controllo neuromuscolare (Darren e coll., 2014).

Appare quindi chiaro come la massima incidenza delle FI sia concentrata nei momenti della gara in cui l'effetto fatica può interferire negativamente con le capacità tecnico-coordinative, nonché con la scelta decisionale nei confronti dell'avversario e della palla, causando in tal modo un *timing* gestuale imperfetto e potenzialmente pericoloso.

Inoltre, in letteratura vi sono studi che dimostrano come, in periodi caratterizzati da un'alta frequenza di impegni agonistici (mediamente una gara ogni tre giorni), il drastico aumento del *match time expose* comporti un contestuale incremento del rischio di FI (Dellal e coll., 2015). Nello stesso studio si sostiene anche che un efficace *turnover* si è dimostrato in grado di abbassare il rateo di *injury risk*.

Infine, ma non ultimo, va ricordato che un aumento del *match time expose*, e contestualmente dell'*injury risk*, innesca negli staff medici e negli stessi giocatori un fenomeno di ipermedicalizzazione, che si palesa nel drastico aumento dell'assunzione di farmaci (specialmente, antinfiammatori non steroidei) tanto criticabile deontologicamente quanto potenzialmente lesivo (Tscholl e coll., 2015; Taioli, 2007).

È inoltre importante ricordare come in letteratura vi siano studi che dimostrano come un muscolo affaticato aumenti il suo livello di *stiffness*, fattore predisponente al rischio lesionale (Wilson e Meyers, 2005). A corroborare questa tesi riporta un lavoro di Witvrouw e coll. (2003) che dimostra come un'eccessiva rigidità a livello degli *hamstring* e del muscolo quadricipite femorale rappresenti un importante fattore di rischio.

Abbracciando l'ipotesi che la fatica possa essere uno dei principali fattori di rischio per le FI, ci si deve, necessariamente, porre una domanda: se questo dato, come sembrerebbe, è vero, non sarebbe più opportuno effettuare i programmi di prevenzione in uno stato di pre-affaticamento, in modo da riprodurre il più

fedelmente possibile le condizioni predisponenti la FI e sfruttare così un meccanismo di adattamento specifico?

Da questa domanda ne scaturisce un'altra, in logica conseguenza: in base a quale criterio le esercitazioni e i programmi di prevenzione sono tradizionalmente proposti all'inizio della seduta di allenamento, ossia in condizioni di ottimale freschezza muscolare e mentale e, quindi, ben lontani da quello stato di fatica che sembrerebbe essere invece uno dei primi fattori di responsabili di aumento del rischio di lesioni?

La risposta che giustifica tale tipo di scelta, ossia che l'atleta in condizioni di freschezza risponde più efficacemente alle sollecitazioni del programma di prevenzione, non sembrerebbe, alla luce di quanto detto, pienamente convincente e giustificata. In altre parole, se si accetta il concetto, e con esso il modello, di *match fatigue related injury* (lesioni causate dall'effetto fatica dell'impegno agonistico), si deve anche, e soprattutto, accettare il fatto che un effetto di pre-fatica rappresenta uno dei requisiti essenziali per l'ottimizzazione di un corretto programma di prevenzione.

Alcuni studi hanno in realtà cominciato a indagare gli effetti dei programmi di prevenzione svolti in stato di affaticamento. Small e coll. (2009b) hanno osservato come otto settimane di training eccentrico svolto in condizioni di fatica, paragonato allo stesso programma di lavoro svolto però in condizioni di freschezza muscolare completa, si siano dimostrate in grado di mantenere più a lungo i valori di forza eccentrica raggiunti grazie all'allenamento, nonché di preservare per un periodo maggiore un'ottimale ratio del valore di forza concentrica dei muscoli estensori.

Un ultimo interessante studio di Gioftsidou e coll. (2006) mostra come, in una popolazione di calciatori, le capacità di equilibrio dimostrate durante un piano di lavoro basato sul *balance training* fossero migliori dopo la sessione di allenamento piuttosto che prima, avallando quindi l'ipotesi di un utilizzo dei programmi di propriocettività anche in condizioni di affaticamento. In ogni caso, occorre però considerare il rovescio della medaglia, rappresentato dal fatto che l'inserimento di alcuni mezzi di lavoro, che sono parte integrante dei programmi

di allenamento, come per esempio gli esercizi di propriocettività dinamica, il rinforzo eccentrico e lo stretching dinamico, comporta in sé l'accettazione di un indubbio rischio potenziale che deve essere, ovviamente, minimizzato.

Quindi, pur accettando e abbracciando l'idea che l'effetto fatica debba essere introdotto nei diversi piani di lavoro preventivo, questo non significa che vada considerato come la sola e unica forma di lavoro possibile. Invece, ricordando la locuzione latina troppo spesso dimenticata *in medio stat virtus* (<<la virtù sta nel mezzo>>), l'alternanza di piani preventivi effettuati in stato di fatica e in stato di freschezza rappresenta la miglior soluzione in termini di ottimizzazione rischi/benefici in questo specifico ambito.

Insorgenza del fenomeno della fatica e condizione fisica sono concetti strettamente interdipendenti. Se si assume che il fenomeno della fatica possa rappresentare un importante fattore di rischio lesionale, il fatto che un livello ottimale di condizione fisica (intesa in termini di resistenza organica di base, di valore di potenza aerobica e di capacità di *repeated sprint ability*) sia in grado di ritardare il presentarsi del fenomeno dell'affaticamento periferico, permette di apprezzarne la valenza pratica. Ovviamente, è vero anche il contrario, ossia che uno scarso livello di condizione fisica favorisce il precoce instaurarsi di uno stato di affaticamento, per cui un insoddisfacente livello di condizione fisica può ragionevolmente rappresentare un importante rischio di FI e di recidiva lesionale.

Tuttavia anche in questo caso, ciò che è ragionevole supporre non trova poi un riscontro adeguato e indiscutibile in letteratura: Eriksson e coll. (1986) riferiscono come i giocatori con un insufficiente valore di massimo consumo di ossigeno (VO₂max) siano soggetti a un maggior numero di traumi distorsivi a livello dell'articolazione tibiotarsica, mentre i calciatori con valori elevati di VO₂max sarebbero più esposti a traumi da *overuse*. Nello stesso studio non viene invece rilevata alcuna correlazione tra il numero globale delle FI e il valore di VO₂max.

Árnason e coll. (1996) riportano come le squadre che hanno avuto la possibilità di effettuare un lungo periodo di preparazione estiva facciano registrare, durante tutto l'arco della stagione, un numero minore di FI rispetto alle squadre che hanno effettuato un periodo di preparazione estiva più breve, confermando in tal modo,

seppur indirettamente, la validità in termini di prevenzione di un idoneo livello di condizione fisica. Questi dati sono stati confermati anche da uno studio di Mundiguchia e coll. (2012) che individua in una scarsa condizione fisica generale (e, quindi, in un basso valore di VO₂max) un importante fattore di rischio. Altri studi, invece, non riportano alcuna correlazione tra livello di VO₂max e FI (Ostenberg e Ross, 2000; Árnason e coll., 2004; Emery e coll., 2005).

Nel calcio, come del resto in molte altre discipline sportive, si potrebbe ragionevolmente supporre che il fatto di privilegiare, nell'espletamento dei gesti atletici previsti dal modello prestativo, un arto rispetto al controlaterale (ovviamente nel calcio si fa riferimento agli arti inferiori) possa rappresentare per quest'ultimo un rischio accresciuto d'incorrere in lesioni acute e/o da *overuse*.

Anche in questo caso la letteratura non è sufficientemente chiara e dirimente. Secondo Ekstrand e Gillquist (1983a, 1983b), per esempio, le distorsioni di caviglia si verificano con maggior frequenza nell'arto dominante, ma la medesima osservazione non può essere fatta per ciò che riguarda le lesioni muscolari indirette. Chomiak e coll. (2000), al contrario, non riscontrano nell'arto dominante una maggior incidenza di traumi distorsivi a livello della caviglia o del ginocchio, ma piuttosto un'esposizione maggiore di quest'ultimo ai traumi contusivi.

L'associazione tra mal allineamento degli arti inferiori e incremento del fattore di rischio di traumi distorsivi a livello dell'articolazione della caviglia e del ginocchio viene presa in considerazione da un solo studio (Murphy e coll., 2003), mentre la maggior parte la esclude.

Non è ancora ben chiaro se uno squilibrio muscolare o un deficitario livello di forza rappresentino la conseguenza diretta della lesione originaria, oppure costituiscano un reale fattore di rischio: è, comunque, chiaro che entrambe le ipotesi possono essere contemporaneamente valide.

Alcuni dati, ritenuti ormai classici, indicano una corretta ratio tra la forza dei muscoli estensori e la forza dei muscoli flessori (il dato normativo di riferimento si aggira tra 0,60 e 0,65) come un fattore protettivo soprattutto per ciò che concerne la muscolatura degli *hamstring* (Croiser e coll., 2008; Fousekis e coll.,

2011; Van Beijsterveldt e coll., 2013). Il razionale che giustifica tale ipotesi è che una muscolatura degli *hamstring* con un grado di forza insufficiente non potrebbe contrastare efficacemente la flessione dell'anca e la contestuale estensione della gamba sulla coscia, come si verifica nella fase finale della swing phase durante la biomeccanica della corsa.

Anche se l'ipotesi appare plausibile, sarebbe comunque più corretto, visto il particolare tipo di attivazione degli *hamstring* durante la suddetta fase, considerare la ratio forza concentrica del muscolo quadricipite/forza eccentrica degli *hamstring*. In ogni caso, anche prendendo in considerazione quest'ultimo dato, non si deve dimenticare che, dal momento che l'espressione della forza muscolare è di tipo velocità-dipendente, in altre parole, dipende dalla velocità di contrazione in conformità a quanto esposto dalla legge di Hill (1938), le velocità angolari attraverso le quali viene testata la ratio dei muscoli estensori/flessori degli arti inferiori sono molto lontane da quelle che si presentano in caso di attivazione naturale e, pertanto, potrebbero non essere sufficientemente rappresentative di ciò che avviene in tale contesto.

Una possibile spiegazione in merito a questa difformità di risultati può essere la scarsa specificità, in rapporto al modello prestativo biomeccanico del calcio, dei test utilizzati nelle varie indagini. Ciò che emerge con certezza, da un'attenta disamina della letteratura, è che nessun tipo di test muscolare è in grado di identificare i giocatori esposti a un reale rischio lesivo. Ciononostante, occorre anche segnalare alcuni studi che dimostrano come uno specifico programma di rinforzo degli *hamstring* sia in grado di ridurre drasticamente l'incidenza delle lesioni indirette a tale livello (Askling e coll., 2003; Mjølsnes e coll., 2004; Engebretsen e coll., 2010).

L'indolenzimento muscolare ritardato (*delayed onset muscle soreness*, DOMS), oltre al possibile danno muscolare e connettivale e alla conseguente sintomatologia clinica, può influire sulla prestazione atletica alterando negativamente sia la funzione muscolare sia la meccanica articolare (Rowlands e coll., 2001; Bisciotti ed Eirale, 2012). Una diminuzione della forza muscolare è presente sia per ciò che concerne la contrazione eccentrica sia per quel che

riguarda la contrazione concentrica e isometrica. Sebbene il picco di deficit di forza sia più pronunciato dopo 24-48 ore, quest'ultimo può persistere per 8-10 giorni a seguito di un esercizio eccentrico e per 4-5 giorni dopo esercizi isometrici o concentrici (Hasson e coll., 1992; Eston e coll., 1996; Nosaka e coll., 1996; Yates e Armbruster, 1990).

A seguito di esercizi inducenti DOMS sono state dimostrate alterazioni dei pattern di reclutamento delle fibre muscolari, risultanti in un'alterata funzione muscolare e quindi in una perturbazione della coordinazione, fattore, come ben noto, determinante nell'ambito della prestazione (Edgerton e coll., 1996; Zhou e coll., 1998). Il calcio comporta molte sedute di allenamento settimanali e, soprattutto, gare molto ravvicinate, con il potenziale impatto negativo rappresentato dalla possibile alterazione di diverse funzioni fisiologiche e le relative conseguenze sul rischio d'infortunio. Un deficit di forza di un distretto muscolare può determinare l'instaurarsi di meccanismi di compenso che possono mettere a rischio il gruppo muscolare sottoposto a una richiesta funzionale supplementare. Inoltre, una diminuzione della forza può dover essere compensata da un aumento dell'intensità dell'esercizio, che può non essere abituale per l'atleta e costituire, pertanto, un fattore di rischio d'infortunio per il distretto muscolare in questione. Infine, uno squilibrio del rapporto muscoli agonisti-antagonisti può aumentare il rischio d'infortunio stesso (Orchard e coll., 1997). Anche un deficit del ROM articolare può ridurre la capacità di assorbimento degli shock da impatto, con un conseguente aumento del rischio di evento lesivo. Non sono da sottovalutare, infine, le potenziali alterazioni della coordinazione e la non accurata percezione soggettiva del proprio stato fisiologico.

Sono molti gli studi in letteratura riguardanti il ruolo della flessibilità e la sua possibile correlazione con l'incidenza di FI. Alcuni di questi riportano come, in una popolazione di calciatori di sesso maschile, un decremento del ROM per ciò che concerne il movimento di abduzione dell'articolazione dell'anca rappresenti un fattore di rischio di lesione indiretta a carico della muscolatura adduttorica (Ekstrand e Gillquist, 1983a, 1983b; Árnason e coll., 2004a, 2004b), anche se tali

dati non vengono confermati da altri studi (Árnason e coll., 1996; Witvrouw e coll., 2003).

In maniera del tutto simile, una scarsa elongabilità della muscolatura estensoria e flessoria della coscia (i.e muscolo quadricipite e hamstring) è indicata da Witvrouw e coll. (2003) come un fattore di rischio, mentre tale ipotesi non viene confermata da altri studi, sia per ciò che riguarda la muscolatura estensoria (Ekstrand e Gillquist, 1983a, 1983b; Árnason e coll., 1996) sia per quella flessoria (Ekstrand e Gillquist, 1983a, 1983b; Árnason e coll., 2004a, 2004b).

Dadebo e coll. (2004) riportano come i club che utilizzano regolarmente lo stretching nella loro routine di allenamento registrerebbero una minore incidenza di FI a livello degli *hamstring*, confermando in tal modo, seppur indirettamente, il ruolo giocato dalla flessibilità nell'ambito dell'incidenza dei traumi muscolari indiretti, perlomeno per ciò che riguarda nello specifico i muscoli flessori della coscia.

Altri studi invece indicherebbero che una limitazione del ROM a livello dell'articolazione tibiotarsica non costituirebbe, di per sé, un fattore di rischio per la muscolatura del gastrocnemio e del soleo (Ekstrand e Gillquist, 1983a, 1983b; Witvrouw e coll., 2003).

Söderman e coll (2001) riferiscono come una differenza dell'ampiezza del movimento di dorsiflessione tra le due caviglie e di flessibilità degli *hamstring* tra i due arti rappresenti un fattore di rischio per ciò che concerne le *overuse injury* degli arti inferiori.

La lassità legamentosa può predisporre a lussazioni e distorsioni soprattutto negli sport di contatto. In uno studio, si è riscontrato che il 71% delle lesioni al ginocchio incorse in calciatori professionisti, interessavano individui con lassità legamentosa (Ekstrand, Gillquist 1983 a e b).

Per quanto riguarda la capacità di equilibrio gli studi sono quanto mai contraddittori.

La perdita di abilità in una disciplina sportiva può incrementare il rischio di una lesione acuta. Si è ampiamente dimostrato che l'inesperienza aumenta il rischio di infortuni in discipline di squadra (Bouter 1987; Steinberg 1989).

Una tecnica d'esecuzione di un gesto atletico scadente aumenta il rischio che si sviluppino patologie da sovraccarico di un arto.

Roos e coll. (1995) e Bjordal e coll. (1997) in due studi retrospettivi riportano un maggior rischio d'incorrere in lesioni dell'LCA in giocatori d'élite rispetto a una popolazione di dilettanti.

In una *review* incentrata sull'influenza dei fattori psicologici in merito alle lesioni in ambito sportivo, Junge (2000 a) ha concluso che gli atleti più disposti ad accollarsi fattori di rischio erano anche quelli che avevano maggior probabilità di incorrere in un infortunio. Quest'ipotesi sarebbe stata confortata da Dvorak (2000), che riporta come gli atleti che abbiano avuto uno o più infortuni dimostrino una condotta di gioco maggiormente "combattiva". Inoltre, sempre Dvorak (2000), riferisce che, sebbene tra i giocatori che hanno riportato lesioni e quelli che invece non si sono mai infortunati non si riscontrino differenze sulle variabili considerate nello studio (ansia competitiva, abilità nel fronteggiare situazioni e avversari, ansia di tratto e ansia di stato), i primi avevano accumulato, nella vita quotidiana, più situazioni stressanti rispetto ai secondi.

Junge (2000), a sua volta, ha rilevato che i giocatori che durante la loro carriera erano incorsi in un numero minore di eventi lesivi erano anche quelli che avevano vissuto meno situazioni stressanti, che dimostravano meno ansia competitiva, livelli minori di ansia di tratto e ansia di stato.

Questi dati suggeriscono che l'approccio mentale, e conseguentemente comportamentale, del giocatore nei confronti dell'attività sportiva in generale, e della competizione in particolare, rappresenta un fattore in grado di influenzare fortemente l'incidenza di FI e che merita di essere considerato a tutti gli effetti come un importante target d'intervento (Johnson e coll., 2005). D'altro canto la stessa FIFA, varando il programma FIFA 11+, non ha fatto altro che sottolineare

l'importanza di questo aspetto (soprattutto per quello che concerne il concetto di *fair play*, che rappresenta appunto il plus del programma stesso).

I fattori di rischio estrinseci, invece, includono errori nella programmazione dei carichi di allenamento e del *warm-up*, un'eccessiva frequenza degli impegni agonistici, *ratio training time expouse/match time expouse* (rapporto tra le ore di allenamento e le ore di competizione), l'esecuzione non corretta dello stretching, le superfici di gioco, il periodo della stagione calcistica, il *timing* dell'allenamento o della gara, il ruolo del giocatore, l'equipaggiamento e i falli di gioco.

Tra questi, quello di maggior impatto sono gli errori nella programmazione dell'allenamento e un insufficiente o errato *warm up*. I primi sono talmente vari ed eterogenei da rendere impossibile, in pratica, ogni forma di classificazione. Ci si trova, infatti, di fronte a una molteplicità di situazioni che vanno dall'eccessivo carico di allenamento (la cui estrema conseguenza può essere l'insorgenza di un fenomeno di *over-reaching* od *over-training*) sino alla mancanza di un carico funzionalmente idoneo a determinare adattamenti fisiologici adeguati alle richieste imposte dal profilo prestativo dell'attività calcistica.

Per ciò che riguarda il *warm up*, invece, numerosi studi dimostrano come un'adeguata fase di riscaldamento sia in grado di ridurre la viscosità muscolare e indurre un rilassamento neurale del muscolo stesso (Safran e coll., 1988, 1989; Noonan e coll., 1993; Magnusson e coll., 1995).

La temperatura ideale, alla quale il muscolo ottimizza le proprie caratteristiche visco-elastiche, è circa di 39°C. A questa temperatura diminuisce la viscosità dei tessuti, migliora l'elasticità dei tendini, aumenta la velocità di conduzione nervosa e si modifica positivamente l'attività enzimatica; inoltre, l'innalzamento della temperatura muscolare costituisce un'efficace misura preventiva nei confronti degli infortuni, riducendo i rischi di lesione muscolare (Bisciotti, 2003; 2010).

Dvorak e coll. (2000) osservarono nei giocatori infortunati una correlazione tra un'alta percentuale di FI e la mancanza di un'adeguata sessione di *warm-up*, basata soprattutto su esercizi cardiovascolari. In un altro interessante studio (Ekstrand e coll., 1983), in cui sono state osservate dodici squadre per un totale di 180

giocatori, si poneva l'accento sul fatto che la totalità delle lesioni muscolari indirette a carico del muscolo retto del femore erano avvenute durante l'esecuzione di tiri in porta effettuati senza un previo e idoneo riscaldamento, avallando in tal modo la tesi che vede una stretta correlazione tra *warm-up* e FI.

Il frenetico susseguirsi degli impegni agonistici, tipico soprattutto delle squadre di alto livello, le quali, oltre che nell'ambito dei propri campionati nazionali di appartenenza, sono impegnate anche nelle varie coppe nazionali e internazionali, ha come diretta conseguenza l'aumento del *match time exposure* e la correlata diminuzione della *ratio training time exposure/match time exposure*.

In merito alle conseguenze registrabili nei periodi durante i quali gli impegni agonistici sono particolarmente pressanti, si segnala uno studio di Ekstrand e coll. (2004) condotto su giocatori di club europei durante il mese precedente la *FIFA World Cup 2002* e durante quest'ultima. I dati raccolti dagli Autori mostrano inequivocabilmente come il 60% dei giocatori che aveva partecipato a più di un match settimanale nel corso del mese precedente la *World Cup* era incorso in FI e/o in una *under-performance*. Questi dati sono stati confermati anche da un lavoro di Dupont e coll (2010), basato sullo studio della match-related physical performance e sull'*injury rate* di 32 giocatori professionisti appartenenti a un top level team impegnati nella *UEFA Champions League*, per un periodo totale di osservazione di due anni. L'*injury rate* risultò oltre sei volte più elevato ($p < 0,001$) nei periodi in cui i soggetti giocavano bisettimanalmente rispetto a quando l'impegno era ridotto a un solo match settimanale (25,6 FI per mille ore di esposizione versus 4,1 FI per mille ore di esposizione). Un'ulteriore conferma di questi dati viene dalle osservazioni di Bengtsson e coll. (2013), effettuate su 27 club professionistici per un periodo totale di undici stagioni sportive. Il numero globale di FI, e in particolare quello delle FI muscolari indirette, aumentava con regolarità nel momento in cui l'intervallo di recupero tra due impegni agonistici si riduceva a quattro giorni o meno, rispetto a quando invece era di sei o più giorni.

Gli studi che indagano la *ratio training time exposure/match time exposure* come possibile fattore di rischio forniscono dati contraddittori. I diversi autori

considerano come fattori di rischio: un'eccessiva esposizione globale (Söderman e coll., 2001a, 2001b), un basso valore di *training exposure* (Dvorak e coll., 2000; Faude e coll., 2006), un alto o basso valore di *training exposure* (Árnason e coll., 2004a, 2004b), un alto valore di *match exposure* (Kucera e coll., 2005) e un basso valore di *match exposure* (Faude e coll., 2006). Se per molte ragioni è obiettivamente difficile individuare una correlazione certa tra *time exposure* e fattori di rischio, viene spontaneo pensare che un alto valore globale di *time exposure* rappresenti, di per sé, un potenziale eccesso di stimolo funzionale che può indurre un aumento del fattore di rischio. Altrettanto può dirsi di un basso valore globale di *time exposure*, che vedrebbe il giocatore affrontare l'impegno agonistico e/o carico di lavoro rappresentato dal training in condizioni fisiologicamente inadatte, e pertanto in una situazione di potenziale rischio lesivo, sia pure per motivi diametralmente opposti alla situazione precedente. Oltre a queste considerazioni, va sottolineato che è statisticamente scorretto correlare il fattore di rischio con un basso valore di *time exposure* globale, in ragione del fatto che il giocatore infortunato, in quanto impossibilitato a partecipare sia alle sessioni di allenamento sia agli impegni agonistici, vede forzatamente ridursi tale valore.

Il meccanismo maggiormente correlato al possibile danneggiamento della fibra muscolare è la contrazione di tipo eccentrico (Cuillo e Zarins, 1983; Armstrong, 1990; Garret, 1990; Roy e coll., 1991; Bisciotti, 2010). Per questo motivo lo stretching è da sempre considerato una delle migliori forme di prevenzione dei danni muscolari. Tuttavia numerosi Autori, a seguito di protocolli di studio specifici effettuati su campionature cospicue, non hanno rilevato alcun beneficio derivante da una pratica assidua e regolare dello stretching nei riguardi della prevenzione dei danni all'unità muscolo-tendinea (Van Mechelen e coll., 1993; Pope e coll., 1998; 2000). Una spiegazione di questa mancanza di correlazione tra capacità d'elongazione del muscolo e diminuzione degli incidenti muscolari, potrebbe risiedere nel fatto che lo stretching provoca una sorta di effetto antalgico (detto *stretch-tolerance*) nei confronti dell'allungamento stesso (Magnunsson e coll., 1998; Shrier, 1999).

La pratica dello stretching indurrebbe, grazie a un aumento della soglia dei nocicettori, una diminuzione della sensazione dolorosa provocata dall'allungamento, permettendo all'atleta di sopportare allungamenti muscolari di maggiore entità; tale situazione potrebbe anche, paradossalmente, aumentare il rischio di traumatismi a livello muscolare. Sempre per ciò che concerne l'effetto di *stretch-tolerance*, è interessante notare che alcune tecniche di allungamento, come per esempio lo *stretch and spray* (Travell e Simmons, 1988), trovano il loro razionale scientifico nell'effetto antalgico indotto dall'applicazione del freddo e nella conseguente maggior tolleranza dell'atleta nei confronti dell'allungamento. Si può quindi concludere osservando che l'eziologia degli incidenti a livello muscolo-tendineo è talmente multifattoriale da rendere improbabile l'ipotesi che la pratica dello stretching possa costituire una sorta di panacea; sembra molto più logico e obbiettivo considerare tale metodica come uno dei diversi strumenti utilizzabili nell'ambito di un piano razionale rivolto alla prevenzione degli incidenti muscolari.

Negli ultimi quindici anni si è ampiamente diffuso l'utilizzo di campi da gioco con erba artificiale, spesso come alternativa ai campi convenzionali in regioni o Paesi caratterizzati da avverse condizioni climatiche (Ekstrand e Nigg, 1989). Tuttavia, nonostante gli indubbi vantaggi che i campi artificiali presentano, la loro piena accettazione, soprattutto in ambito professionistico, trova ancora non poche remore. Questa diffusa opinione negativa nei confronti delle superfici sintetiche è legata soprattutto ai materiali di prima generazione e al pregiudizio, tuttora presente, che l'utilizzo delle superfici sintetiche comporti un drastico aumento degli eventi traumatici nel corso del gioco.

In linea generale, si può dire che l'utilizzo di erba sintetica di prima generazione era correlato a un aumento del rischio di abrasioni e di tendinopatie da *overuse* a livello del tendine achilleo e rotuleo (Ekstrand e Nigg, 1989). L'erba di terza generazione, però, è un prodotto dalle caratteristiche tecniche molto diverse, e il suo utilizzo pone senza dubbio meno problemi rispetto ai vecchi campi sintetici. Infatti, esaminando i rischi traumatici associati all'utilizzo di queste nuove superfici nell'ambito del calcio professionistico, Ekstrand e coll. (2006) non

trovarono un'incidenza traumatica statisticamente diversa rispetto a quella osservabile con i campi di erba naturale. Questi risultati sono stati confermati da studi successivi che non evidenziarono significative differenze tra severità, natura e causa dei traumi tra superfici sintetiche e tradizionali nel calcio maschile e femminile, sia in allenamento sia in gara (Fuller e coll., 2007a; 2007b), e che insieme ad altri lavori mostrarono come l'utilizzo di erba sintetica di terza generazione non comportasse un'accresciuta insorgenza di tendinopatia da *overuse* rispetto all'erba naturale.

È bene puntualizzare, però, che l'erba artificiale di terza generazione implica un cambiamento dell'appoggio del piede al suolo e un conseguente diverso comportamento biomeccanico di quest'ultimo.

Il picco di pressione dell'avampiede al suolo su erba sintetica di terza generazione supera del 17% circa i valori registrabili su erba naturale. Il diverso picco pressorio dell'avampiede sulle due superfici determina, ovviamente, una mutata percentuale di distribuzione del carico sul versante mediale e laterale dell'avampiede stesso, che risulta leggermente più alta sull'erba naturale. Nello specifico, la percentuale di distribuzione del peso corporeo sul versante mediale del piede è di circa $30,2 \pm 6,6\%$ su erba naturale, mentre la percentuale di distribuzione del peso corporeo sul versante laterale del piede è pari a circa $3,4 \pm 1,8\%$ su erba sintetica e aumenta sino a circa un valore pari a $4,1 \pm 2,3\%$ su erba naturale.

Come è logico aspettarsi, una variazione della biomeccanica del piede al suolo durante la corsa, i balzi, i cambiamenti di direzione, gli arresti e tutti gli altri movimenti che possono avvenire durante la dinamica del gioco, influenza il comportamento biomeccanico e funzionale di tutta la catena muscolare degli arti inferiori. Per questo motivo, l'erba sintetica, come del resto ogni superficie su cui si effettuano prestazioni sportive, richiede un adattamento biomeccanico e funzionale specifico.

Negli ultimi anni, l'aumento esponenziale delle tipologie di erba artificiale presenti sul mercato ha spinto la FIFA ad adottare il termine specifico di football turf per ciò che concerne le superfici sintetiche specificamente rivolte al calcio.

Nel 2001 la FIFA ha inoltre introdotto il concetto di *FIFA Quality Concept for Football Turf*, allo scopo di salvaguardare e attestare la qualità delle superfici di gioco. Oggi la FIFA garantisce anche una propria certificazione, la *FIFA Recommended*, che suddivide le superfici in erba artificiale in due categorie.

Alla luce di questi dati si può ragionevolmente affermare che l'utilizzo delle nuove superfici sintetiche non comporta un accresciuto rischio di traumatismi, sia acuti sia da *overuse*, a patto che sussista un idoneo adattamento funzionale alla superficie stessa.

Alcuni studi effettuati su una popolazione maschile di calciatori (Ekstrand e Gillquist, 1983a, 1983b; Engström e coll., 1990; Waldén e coll., 2005a, 2005b) evidenziano una maggior ricorrenza dei traumi da *overuse* durante il periodo di pre-season, mentre le lesioni traumatiche sarebbero più comuni sia all'inizio della stagione sportiva primaverile sia all'inizio di quella autunnale, dopo la sosta estiva.

Altri studi (Hawkins e coll., 2001) registrano il picco FI nel campionato di Premier League inglese all'inizio della stagione. Tale situazione viene spiegata dagli Autori come una prova indiretta del fatto che, probabilmente, in quel periodo i giocatori non hanno ancora raggiunto un livello di forma fisica e psicologica ideale, tale da rappresentare un fattore di prevenzione del rischio lesivo.

Gli studi riguardanti il momento in cui si verificano gli infortuni in allenamento e in partita sono discordanti.

In letteratura vi sono numerosi studi che indagano sulla possibile correlazione tra FI e ruolo di gioco e un buon numero di questi non ne rileverebbe alcuna (Ekstrand e coll., 1983; Engström e coll., 1990; Hawkins e Fuller, 1998; Chomiak e coll., 2000; Morgan e Oberlander, 2001). L'unico dato certo che emerge dalla letteratura è la minor esposizione alle FI dei portieri rispetto agli altri ruoli di gioco (Árnason e coll., 2004; Faude e coll., 2006; Jacobson e Tegner, 2007), portieri che però sarebbero a loro volta soggetti alla maggior incidenza di lesioni a carico di testa, viso, collo e arti superiori (Dvorak e Junge, 2000).

Anche un equipaggiamento inadeguato, di scarsa qualità o il suo mancato utilizzo, può rappresentare un fattore di rischio da non sottovalutare. Se non si indossano i parastinchi, aumenta infatti la possibilità di lesioni dirette (Ekstrand e Gillquist, 1983a, 1983b; Dvorak e Junge, 2000), e l'uso di scarpe di scarsa qualità può favorire l'insorgenza di lesioni da *overuse* (Renström e coll., 1977; Ekstrand e Gillquist, 1983a, 1983b).

La problematica inerente all'interazione calzatura-terreno nell'ambito del calcio merita un discorso a parte. La calzatura da calcio è di per sé rigida, per la presenza dei tacchetti, e con poca differenza di altezza tra avampiede e retropiede, fattore che predispone al sovraccarico funzionale del tendine achilleo. Per questo motivo l'interazione con terreni di gioco molto rigidi, come per esempio i campi ghiacciati oppure i rettangoli di gioco scarsamente inerbati, può aumentare drasticamente lo shock vibratorio con conseguente insorgenza di tendinopatie dell'achilleo e del rotuleo (Bisciotti ed Eirale, 2012). È inoltre importante segnalare che anche i terreni di gioco molto pesanti e fangosi rappresentano un importante fattore eziologico estrinseco di insorgenza di tendinopatie (Parekh e coll., 2009; Newsham-West e coll., 2009).

I falli di gioco rappresentano un importante, se non il più importante, fattore di rischio soprattutto per ciò che riguarda le FI che si verificano nel contesto delle competizioni. Essi rappresentano nel calcio maschile dal 18 al 31% delle FI che si verificano in situazione di competizione, e una percentuale compresa tra 76 e 100% di questi ultimi è da addebitarsi all'avversario (Ekstrand, 1982; Lühje e coll., 1996; Engström e coll., 1990; Hawkins e Fuller, 1999; Andersen e coll., 2004; Árnason e coll., 2004; Junge e coll., 2004).

Junge e coll., in uno studio del 2000, hanno dimostrato che la quasi totalità dei giocatori è disposta, per esigenze tattiche, a commettere un fallo di gioco e lo considerano un fattore inevitabilmente connesso all'attività calcistica.

Dal momento che l'eziologia delle FI è multifattoriale, la valutazione dei fattori di rischio richiede un approccio multivariato (Inklaar, 1994; Meeuwisse, 1994a-1994b).

Un approccio univariato che non tenga conto della molteplicità dei fattori presentati e della loro possibile interazione, non è in grado di fornire un quadro abbastanza completo del problema e può generare interpretazioni erranee e incomplete.

L'atleta può presentare molteplici fattori di rischio intrinseci, che tuttavia solo raramente sono gli unici responsabili di un evento lesivo. Infatti, in presenza di fattori di rischio intrinseci predisponenti la lesione, quest'ultima avviene solamente nel momento in cui si verifica un'interazione tra i fattori intrinseci e quelli estrinseci (Meeuwisse, 1994a). In altre parole, per il verificarsi di una FI sarebbe necessaria l'interconnessione tra le due tipologie di concause.¹³

2.3 Zone del corpo più a rischio di infortuni ed esercizi di prevenzione

Muscoli flessori della coscia

Il trauma di maggior ricorrenza, nell'ambito delle lesioni muscolo-tendinee, è legato alle lesioni dei muscoli flessori della coscia (23%), classificati, nella nomenclatura anglossassone, con il termine collettivo di *hamstring*.¹⁴

Ne sono la conferma le prime dieci giornate della stagione 2022/23 del campionato italiano di Serie A, che ha registrato 94 infortuni muscolari, tra i quali spicca, appunto, il retro della coscia, zona flessore. Quest'ultimo muscolo è molto noto nelle cartelle cliniche del campionato, perché tra i più sollecitati nel calcio; quando si va in sovraccarico è il primo ad essere colpito. Inoltre, tra gli infortunati

¹³ Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

¹⁴ Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

rientrano quasi tutti i centravanti dalle masse muscolari voluminose, e potrebbe essere un'indicazione.¹⁵

Laura Bertelè, fisiatra e specialista in rieducazione motoria, seguendo giocatori di Serie A, ha avuto modo di osservare che la maggior parte degli infortuni a questo distretto muscolare sono dovuti a un potenziamento muscolare eccessivo, quindi “squilibrato”. In Italia gli infortuni di tipo muscolare sono molto più numerosi rispetto ad altri paesi calcisticamente evoluti, Inghilterra, Spagna e Germania compresi, perché l'abitudine al lavoro in palestra è così radicato soltanto dalle nostre parti. Probabilmente perché ha influito l'idea che il calcio sia diventato uno sport soprattutto fisico, di contatto.¹⁶

Il lavoro di potenziamento a secco, di tipo isometrico, si traduce in muscoli poco elastici, disarmonici. La disarmonia, di cui parla Bertelè, risulta evidente tra i muscoli flessori del ginocchio, che i carichi di lavoro rendono rigidi, e quelli estensori, il quadricipite, che diventa troppo “tirato”.

Nella sua esperienza lavorativa, infatti, ha visto soprattutto giocatori con cosce di dimensioni sproporzionate, vittime di infortuni muscolari e tendinei dovuti ad allenamenti sbagliati.

È inutile praticare esercizi mirati per potenziare i quadricipiti, se contemporaneamente non si allungano le catene che li frenano, impedendo loro di lavorare. Ricordando le parole di Mezieres, infatti, gran parte dei muscoli è organizzata in insiemi funzionali, chiamati catene muscolari, che sono cinque e si comportano come grandi elastici, sempre troppo corti e rigidi.

La catena muscolare principale del nostro corpo è proprio quella posteriore, comprendente i muscoli della regione posteriore della coscia e delle gambe.

Essendo le catene interdipendenti fra loro, un'azione su un punto qualsiasi di una di esse provoca un accorciamento in una o più delle altre. È, quindi, evidente che non ha senso un lavoro segmentario sul corpo; bisogna, invece, allungare i

15 Frosio A., *“Ahia, i muscoli della A sono sotto stress”*, *La Gazzetta dello Sport*, 18/10/2022

16 <https://www.gazzetta.it/Calcio/Serie-A/23-11-2015/fisiatra-calcio-malato-palestra-cosi-aumentano-infortuni-muscolari-1301042545288.shtml>

muscoli delle catene già troppo rigidi, ottenendo così il contemporaneo potenziamento dei loro antagonisti.

In generale, l'eccessivo potenziamento della catena posteriore genera, in posizione eretta, rigidità e risalita delle spalle, iperlordosi lombare, e a cascata: antiversione del bacino, con conseguente intrarotazione delle ginocchia (spesso in varismo) e aumento della rigidità dei muscoli adduttori, rotazione esterna della tibia e tendenza alla supinazione del piede (per accorciamento dei flessori plantari). Questo insieme di compensazioni, tra l'altro, comporta il sovraccarico del menisco mediale e la messa in tensione del legamento crociato anteriore, che può lesionarsi anche solo per un'iperflessione del ginocchio.

Alla luce di ciò, per “creare” buoni giocatori di calcio non bisogna aumentare a dismisura le loro masse muscolari, bensì sviluppare la capacità di controllo del pallone, la rapidità, i riflessi, la precisione, l'agilità: tutte doti che possono essere compromesse, anche irreversibilmente, se il sistema muscolare viene eccessivamente squilibrato con esercizi di potenziamento scriteriati.¹⁷ Questo è stato osservato in Paulo Dybala, attuale calciatore della Roma, ma che in precedenza ha indossato le maglie di Palermo e Juventus.

Quando era a Palermo il suo fisico si poteva definire esile, mentre, nel 2015, quando si trasferì a Torino, in poco più di quattro mesi, ha guadagnato circa tre chili di muscoli nelle gambe. Questo fisico più potente, rispetto a quello meno definito delle stagioni precedenti, lo ha portato ad una serie di infortuni muscolari a seguito di normali gesti tecnici: nel marzo 2016, calciando una punizione si è lesionato il bicipite femorale destro; nell'ottobre del 2016, calciando da metà campo ha subito un infortunio ai flessori; nel gennaio 2018, mentre correva veloce ha percepito dolore sempre ai flessori della gamba destra.

La sensazione era che, dopo l'aumento della sua massa muscolare, ci fosse stata una diminuzione della sua straordinaria rapidità e anche della precisione e della potenza nei tiri da fermo, che erano la sua caratteristica principale. La massima rapidità è venuta meno, nel campionato 2017/2018, in molti tiri effettuati in area, i

¹⁷ L Bertelè, *Basta saper vedere. La prevenzione nel calcio (e in altri sport). Intuizioni e prove scientifiche.*, Fondazione Apostolo, 2013

quali sono arrivati senza energia al portiere avversario. La mancanza di forza, invece, è risultata evidente in due calci di rigore sbagliati dallo stesso Dybala, e in alcune punizioni dal limite.¹⁸ Infatti, gli specialisti dei tiri di punizione difficilmente hanno cosce particolarmente sviluppate perché si tratta di un gesto tecnico di alta precisione e difficoltà, in quanto è necessario colpire il pallone con effetto e potenza, in modo che superi la barriera avversaria e centri la porta. Affinché il quadricipite rilasci la massima potenza al momento dell'impatto, esso non deve essere frenato dai suoi antagonisti (in particolare, bicipite femorale, semimembranoso e semitendinoso), i quali vengono resi rigidi se le cosce vengono eccessivamente potenziate e, di conseguenza, non sono in grado di allungarsi adeguatamente. È un paradosso, ma una muscolatura tanto massiccia non aiuta il gesto atletico: un muscolo troppo teso diminuisce la potenza del calcio e la precisione della traiettoria del pallone, oltre a provocare lo strappo nella parte posteriore della coscia quando si alza un po' troppo la gamba per calciare il pallone.

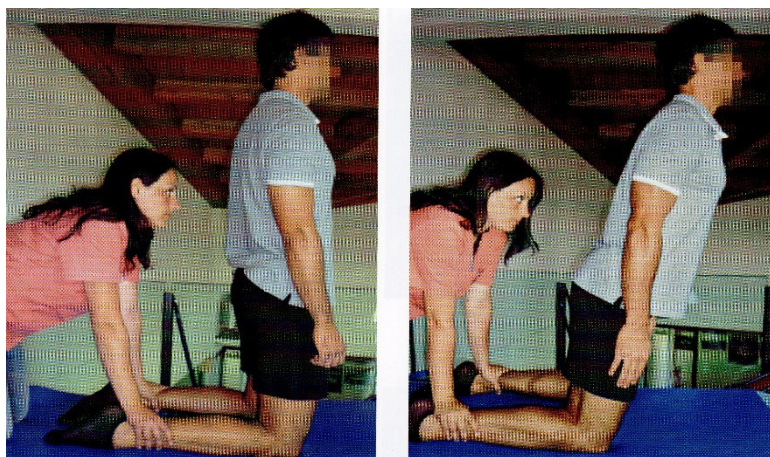
La potenza va a discapito di elasticità e velocità. Potenziare vuol dire rallentare; va bene potenziare, ma i muscoli giusti, non quelli che alla resa dei conti frenano il gesto atletico. Quando si potenziano troppo i muscoli, che hanno nell'elasticità e rapidità di contrazione le migliori qualità, è necessaria più energia per ogni scatto, per ogni sforzo e per la corsa. Questo provoca un maggior affaticamento dell'atleta e quindi, un difficile mantenimento della sua forma migliore, nel tempo. Quando una persona è poco mobile diventa fragilissima. Per assurdo, più si aumenta la massa muscolare più si rischia di farsi male. Lionel Messi, ad esempio, non un culturista dal punto di vista fisico, riesce ad evitare i contrasti perché è veloce, assorbe l'urto spostandosi.

È davvero un peccato vedere talenti puri che perdono alcune delle loro straordinarie caratteristiche e rischiano incidenti che rallentano, a volte interrompono, la loro carriera.¹⁹ Un'adeguata strategia preventiva può essere in

¹⁸ <https://www.metodobertele.it/le-cosce-dybala/>

¹⁹ Bertelè, *Basta saper vedere ...*, cit.

grado di abbassare il rischio di infortuni e recidive a carico degli *hamstring*. Un esercizio che vanta una buona validazione in ambito preventivo è il *nordic hamstring exercise* (NHE) (Árnason e coll., 1996; Askling e coll., 2003; Engebretsen e coll., 2010), durante il quale l'atleta, avente le caviglie bloccate da un compagno o vincolate ad una spalliera, isolando in questo modo i muscoli posteriori della coscia, e “bloccando i fianchi” per evitare la flessione d'anca, deve raggiungere il livello di appoggio in posizione prona con le mani al petto, resistendo al movimento di caduta in avanti attivando eccentricamente gli *hamstring*, e spingere poi con forza con le mani per tornare alla posizione iniziale, con un'attività concentrica minima dei muscoli posteriori della coscia.



Il movimento deve essere lento e controllato, mantenendo la colonna e il bacino in linea tra loro.

Una buona funzionalità degli *hamstring* risulta nel momento in cui il soggetto riesce a raggiungere un angolo articolare di 30° misurato a livello dell'articolazione del ginocchio, mantenendo una corretta esecuzione dell'esercizio.

Durante l'esecuzione dell'NHE si riesce ad ottenere un'alta attivazione degli *hamstring*, non raggiungibile con altri esercizi settoriali rivolti ai muscoli flessori della coscia (Ebben e coll., 2006). Attraverso l'EMG di superficie, si è registrato il picco di attivazione nella parte finale del movimento (a ginocchia pressoché

estese): questo dato evidenzia che è importante effettuare l'NHL in tutto il suo ROM di movimento (Brughelli e Cronin, 2007). Inoltre, dal punto di vista dell'attivazione elettromiografica, sia l'arto dominante che quello non dominante vengono coinvolti in modo paritario.

Se effettuato in maniera sistematica, l'NHL può aumentare il picco di forza eccentrica degli *hamstring* di una percentuale mediamente superiore al 20% (Brughelli e Cronin, 2007), oltre al fatto che, come dimostrato da un *randomized controlled trial* realizzato da Petersen e coll. (2011), inserito in un programma di prevenzione della durata di 10 settimane, è capace di ridurre l'incidenza di lesioni agli *hamstring* di ben il 70%.

L'NHL può essere reso progressivamente più impegnativo attraverso l'adozione di un leggero sovraccarico, costituito da un giubbotto zavorrato o da una spinta esterna effettuata dal compagno. Tale incremento di difficoltà è consigliabile introdurlo nel momento in cui l'atleta riesce a realizzare dodici ripetizioni mantenendo una corretta tecnica di esecuzione.

Un limite di questo esercizio è che sollecita gli *hamstring* in modalità monoarticolare, in quanto l'articolazione dell'anca, essendo mantenuta fissa non partecipa al movimento, che è esclusivamente a carico dell'articolazione del ginocchio. Pertanto, è necessario inserirlo in un programma riabilitativo più ampio, che preveda anche la sollecitazione in modalità biarticolare della muscolatura flessoria (*sidestepping* sul piano frontale con resistenza elastica; *single leg deadlift* con kettlebell o manubrio; *split squat* con kettlebell o manubrio; *bird-dog*; *side plank clam* con resistenza elastica), come avviene nella maggior parte dei gesti sportivi.

Nel primo capitolo abbiamo detto che gli sprint costituiscono la percentuale maggiore di traumi da non-contatto, con conseguente lesione degli *hamstring*, che si verificano durante la parte finale della *swing phase* del *gait cycle* (Garrett, 1996; Orchard, 2001; Heiderscheit e coll., 2005; Schache e coll., 2009). In effetti, i muscoli ischiocrurali si presentano elettricamente attivi e nel contempo allungati; inoltre, in questo particolare momento, stanno assorbendo l'energia derivante dalla

decelerazione dell'arto in preparazione del contatto del piede al suolo (Thelen e coll., 2005; Chumanov e coll., 2007; Yu e coll., 2008). In altre parole, stanno affrontando una rapida transizione che li porta da una contrazione eccentrica, effettuata al fine di decelerare l'estensione del ginocchio, a una concentrica, diventando estensori attivi dell'articolazione dell'anca (Clanton e Coupe, 1998; Hawkins e coll., 2001; Drezner, 2003). Questo rapido passaggio da un comportamento eccentrico a uno concentrico li rende estremamente vulnerabili nei confronti dell'evento lesivo (Verrall e coll., 2001). In queste circostanze una maggior vulnerabilità la mostra il muscolo bicipite femorale, rispetto ai muscoli semimembranoso e semitendinoso, perchè la maggior parte del carico tensivo e di assorbimento è a suo carico (Van Don, 1998; Thelen e coll., 2005). Ciò è dovuto al diverso ruolo biomeccanico svolto dai suddetti muscoli: nonostante il complesso degli *hamstring* sia attivo a partire dalla *mid swing* fino alla *terminal stance phase*, occorre ricordare che durante questo arco temporale il bicipite femorale è il muscolo del complesso dei flessori che subisce la maggior elongazione, pari a circa il 12% della sua lunghezza a riposo (Schache e coll., 2009). Il muscolo semimembranoso, invece, è quello che produce il maggior picco di forza e assorbe la massima ratio di potenza prodotta (Schache e coll., 2009).

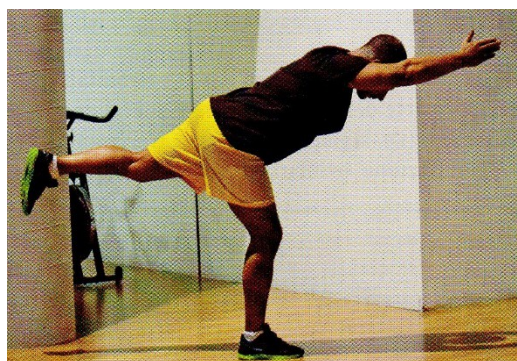
Di conseguenza, una diversità si avrà anche in ambito di prevenzione primaria e secondaria. Essa, nel caso del muscolo semimembranoso dovrà porre l'accento, soprattutto, su un piano di rinforzo, invece per quanto riguarda il muscolo bicipite femorale dovrebbe enfatizzarne un condizionamento in allungamento, che sposta la lunghezza ottimale del muscolo verso misure maggiori, prevenendo in tal modo possibili eventi lesivi (Witvrouw e Wangeesten, 2013), dal momento che la lesione provoca una variazione nella relazione forza-lunghezza del muscolo leso, spostando il suo comportamento tensivo-dinamico ottimale verso lunghezze inferiori. Pertanto, esercizi di rinforzo eccentrico in situazione di allungamento muscolare, soprattutto se ricalcano il modello prestativo e coinvolgono sia l'articolazione dell'anca che del ginocchio, possono rappresentare un'interessante strategia di prevenzione. Questa metodologia di lavoro deve, quindi, basarsi sul

principio di *eccentric faster contraction in elongated position* (EFCEP), in base al quale le contrazioni debbono necessariamente essere veloci, al fine di riprodurre il più fedelmente possibile l'eziopatogenesi lesionale che, per ciò che riguarda il muscolo bicipite femorale, vede la sua causa in una violenta e rapida contrazione eccentrica biarticolare (ad esempio, in simultanea flessione dell'articolazione dell'anca e del ginocchio).

Alcune esercitazioni che rispettano il principio EFCEP, e che sembrano particolarmente adatte alla costruzione di un piano preventivo primario e secondario per ciò che riguarda il muscolo bicipite femorale, sono: il *driver*, il pendolo, il *gilder*, il *throw forward* e il *retro walk and retro run*.

Dal momento che i mutamenti di posizione della pelvi comportano cambiamenti nella relazione tensione-lunghezza degli *hamstring*, è importante che tali esercitazioni vengano effettuate a bacino stabilizzato, ossia eseguite, ogniqualvolta la meccanica dell'esercizio lo consenta, con il bacino posto alternativamente sia in retroversione sia in antiversione.

L'esercizio *driver* prevede di simulare la posizione assunta dal tuffatore, ossia in flessione del busto ed estensione dell'anca. Durante l'esecuzione le braccia devono essere completamente distese in avanti, in modo tale da ottenere la massima estensione dell'articolazione dell'anca. La gamba di appoggio può inizialmente essere mantenuta con un angolo di flessione a livello dell'articolazione del ginocchio di circa 20°, per poi essere progressivamente portata verso la piena estensione, mentre la gamba che viene slanciata all'indietro deve mantenere un angolo di flessione dell'articolazione del ginocchio compreso tra 70 e 90°.



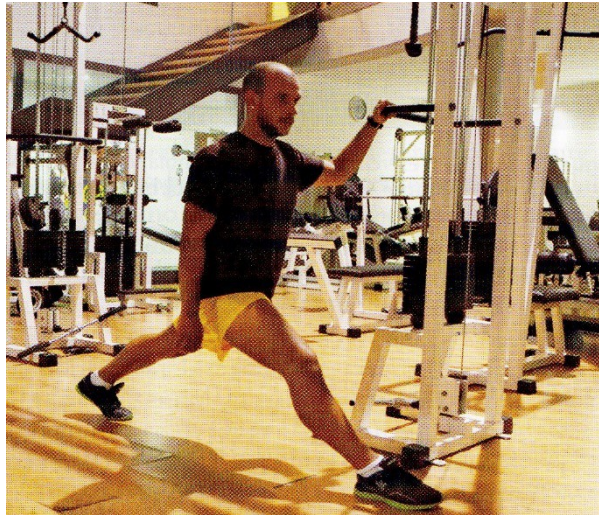
La velocità del movimento e l'ampiezza dello stesso devono essere progressivamente aumentate.

Se questo esercizio è utilizzato nel contesto di una prevenzione primaria, le serie e le ripetizioni effettuate devono essere equamente ripartite sui due arti, nel caso, invece, venga inserito nell'ambito di un programma di prevenzione secondaria, l'arto che ha sofferto di una precedente lesione deve effettuare circa il 50% del lavoro in più rispetto al controlaterale. Queste regole in ambito di prevenzione primaria e secondaria valgono anche per gli esercizi “pendolo” e *gilder*.

Per eseguire il “pendolo” il soggetto è in piedi con una mano appoggiata ad un supporto, un piede ben saldo a terra e la gamba opposta che si alza e oscilla avanti e indietro rispetto al corpo, proprio come un pendolo.

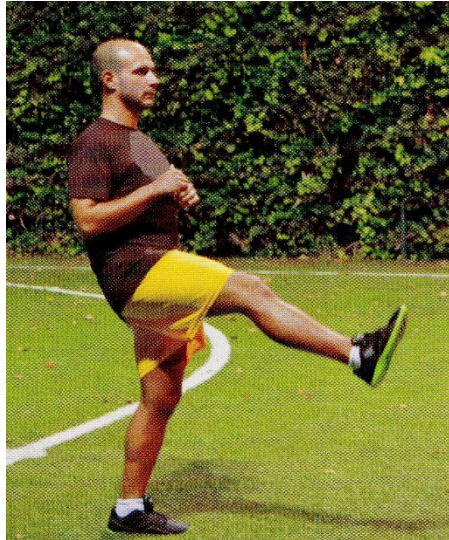


Anche l'esercizio *gilder* inizia con il tronco in posizione eretta e una mano che afferra saldamente un supporto, ma, in questo caso, le gambe sono leggermente divaricate, con il ginocchio flesso a circa 20°, sul piano sagittale. A questo punto, a scivolare all'indietro è la gamba posteriore, che si ferma alla posizione di massima divaricata possibile.

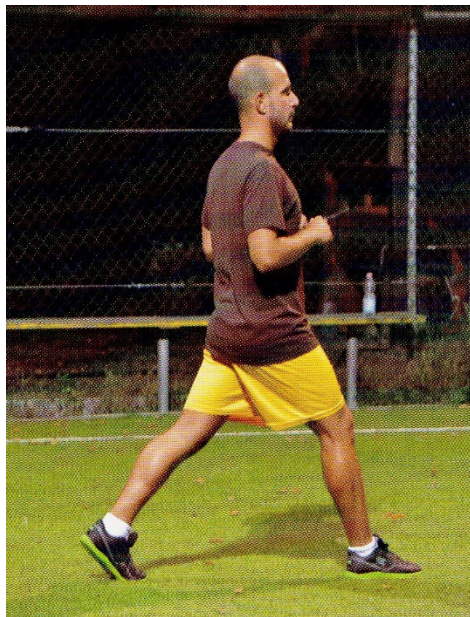


Una progressione di difficoltà prevede un graduale ampliamento della divaricata sagittale; inoltre, al raggiungimento di una buona tecnica esecutiva si può ricorrere all'utilizzo di una superficie di scivolamento posta sotto il piede della gamba posteriore.

Il *throw forward* prevede di slanciare le gambe in avanti, mantenendo l'articolazione del ginocchio estesa e i piedi in posizione di flessione dorsale.



Infine, il *retro walk and retro run* consiste nel camminare e correre all'indietro.



L'esercizio può essere effettuato anche su *treadmill*. Inizialmente la distanza di lavoro non dovrebbe superare i 200 m, frazionati in step di 30-50 m ciascuno. Come per tutti i precedenti esercizi, velocità, ampiezza, ma anche distanza, devono essere progressivamente aumentate.

Tuttavia, se si vogliono ottimizzare gli effetti adattivi e protettivi dell'allenamento eccentrico, quest'ultimo deve essere di tipo “velocità-specifico”. Tutti gli esercizi descritti finora non consentono di raggiungere la velocità angolare di $700^\circ/\text{s}$ del ginocchio durante lo sprint, essendo, dunque, ben lontani dal poter essere considerati esercizi di tipo “velocità-specifici”. Pertanto, il loro effetto adattivo e protettivo, seppur non sottovalutabile, è limitato.

Esiste un'innovativa apparecchiatura che permette di inserire una resistenza addizionale, compresa tra 6 e 24 kg, durante la fase di sprint, che aumenta la forza richiesta durante lo sprint e creando, in tal modo, una situazione ideale e altamente specifica per ciò che riguarda la prevenzione delle lesioni degli *hamstring*.



Infatti, la situazione ideale, in termini preventivi, che si dovrebbe creare in ogni esercizio è la riproduzione del pattern di attivazione specifico, ottenendo un'esercitazione perfettamente sovrapponibile al modello lesionale su cui s'intende ottenere un adattamento funzionale di tipo preventivo, potendo contestualmente modulare ampiezza e forza del movimento stesso.²⁰

²⁰ Bisciotti, La prevenzione degli infortuni ..., cit.

Caviglia

L'articolazione della caviglia è la più esposta a traumi di tipo distorsivo (Fong e coll., 2007), in una percentuale compresa tra il 17 e il 19% di tutte le FI (Ekstrand e Gillquist, 1983; Ekstrand e Tropp, 1990; Woods e coll., 2003), in particolar modo quelli a carico del suo versante laterale (72%) (Sandelin e coll., 1985; Hawkins e coll., 2000).

Questa maggior incidenza può essere giustificata dalla minor lunghezza del malleolo mediale e, pertanto, dalla naturale tendenza meccanica della pinza malleolare a cedere in inversione piuttosto che in eversione.

Da un punto di vista biomeccanico i traumi distorsivi a livello dell'articolazione tibiotarsica sono di tipo “sequenziale”, ovvero occorrono seguendo un sistema a “cascata” nel quale, dopo il superamento del primo sistema di sicurezza di tipo osteo-muscolo-legamentoso, il vettore di forza generato dal trauma viene ad agire su un secondo sistema di sicurezza (anch'esso di tipo osteo-muscolo-legamentoso) vinto il quale la sollecitazione traumatica, se di entità cospicua, può giungere a coinvolgere anche i successivi (Gilula e coll., 1989). Tali sistemi di sicurezza sono anatomicamente disposti in modo tale da avvolgere tridimensionalmente il talo (astragalo), laddove l'articolazione può essere sostanzialmente rappresentata come una figura geometrica che si concretizza in un triangolo rovesciato il cui vertice, disposto in basso, è rappresentato dall'astragalo e gli angoli della base, disposti in alto, sono costituiti dalle componenti ossee dei pilastri del malleolo mediale e laterale. Per cui, considerando un vettore di forza generato da un evento traumatico che venga applicato su un lato di detto triangolo, appare chiaro come, dopo il superamento del primo sistema di sicurezza e in presenza di una quota di energia cinetica residua sufficiente, il trauma possa coinvolgere anche i sistemi di sicurezza del lato opposto, provocando in tal modo un danno articolare bilaterale.

Alcuni Autori (Ekstrand e Gillquist, 1982; 1983; Surve e coll., 1994; Woods e coll., 2003) indicano che i traumi distorsivi di caviglia si registrano con maggior frequenza nell'arto dominante, ovvero quello con cui si calcia.

Nella maggior parte dei casi, le distorsioni dell'articolazione tibiotarsica si verificano per traumi da non-contatto (Árnason e coll., 1996; Woods e coll., 2003) e principalmente durante l'atterraggio dopo un balzo, cambi di direzione oppure anche durante la semplice corsa. In ogni caso, la maggior parte delle distorsioni di caviglia avviene nel corso degli impegni agonistici piuttosto che in sede di allenamento (66% versus 33%) (Árnason e coll., 1996).

Woods e coll., 2003 hanno osservato una drastica concentrazione dei traumi distorsivi di caviglia a inizio stagione, periodo nel quale registravano ben il 44% degli eventi totali; questo li ha indotti ad avanzare l'ipotesi di una diminuzione del livello della coordinazione neuromuscolare dovuta alla pausa estiva.

Il ruolo di gioco meno esposto ai traumi distorsivi di caviglia, data la particolarità del modello prestativo, è quello del portiere (Woods e coll., 2003).

Le distorsioni di caviglia comportano mediamente un *time loss injury* (tempo perso, in termini di sessioni di allenamento o di partite, a causa dell'infortunio) compreso tra 18 e 28 giorni, il che starebbe a significare la mancata presenza del giocatore a mediamente tre-quattro eventi agonistici (Ekstrand e Gillquist, 1982; Woods e coll., 2003). Va sottolineato, però, il fatto che il periodo riabilitativo è sempre molto più breve rispetto al tempo necessario al pieno recupero delle capacità tensili dell'apparato legamentoso; se questo è da un lato, ovviamente, confortante, dall'altro non bisogna dimenticare che nella pressoché totalità dei casi il giocatore ritorna alla piena attività senza aver ancora recuperato completamente da un punto di vista funzionale.

Un ritorno precoce all'attività, purché giustificato, è sempre auspicabile, in quanto sottoporre le fibre di collagene in fase di maturazione a uno stress meccanico ragionevole ne favorisce il rimodellamento e il rinforzo. Questo spiega anche perché il trattamento riabilitativo dovrebbe prolungarsi per qualche tempo dopo il ritorno dell'atleta alla normale attività di gioco, al fine di assicurare all'apparato legamentoso la miglior riorganizzazione strutturale e funzionale possibile.

Questa raccomandazione trae ulteriore conforto dal lavoro di Konradsen e coll., 1998, i quali hanno rilevato come, a distanza di 12 settimane da un evento distorsivo, fosse ancora presente un evidente deficit propriocettivo.

Le distorsioni della caviglia, oltre a presentare un'elevata frequenza, mostrano un alto rateo di recidiva (Ekstrand e Gillquist, 1983; Lewin, 1989; Ekstrand e Tropp, 1990; Putukian e coll., 1996; Jain e coll., 2014). Tuttavia, tra prima lesione e recidiva si può osservare un cambiamento del meccanismo traumatico, che tenderebbe a spostarsi verso un tipo di biomeccanica di contatto (non-contatto 39% *versus* contatto 47%) (Woods e coll., 2003). Inoltre, le recidive tendono ad avvenire a fronte di traumi di minor entità rispetto alle prime lesioni (Nielsen e Yde, 1989) e le distorsioni più gravi sono in genere precedute da eventi distorsivi minori.

L'alto rateo di recidive sembra legato soprattutto a percorsi riabilitativi e programmi di prevenzione secondaria non adeguati (Árnason e coll., 1996), ma anche la manutenzione dei terreni di gioco svolge un ruolo importante, dal momento che uno dei principali fattori di rischio è rappresentato dalle superfici irregolari (Garrick, 1977).

Uno o più traumi distorsivi possono portare a un'instabilità cronica di caviglia (*chronic ankle instability*, CAI). Una possibile responsabile della CAI è la lassità legamentosa.

A fronte di un evento distorsivo, si verifica la perdita più o meno accentuata di rilevanti informazioni sensoriali di tipo afferente, provenienti dall'apparato legamentoso danneggiato e dai tessuti circostanti (McKeon, 2010; McKeon e coll., 2010); si tratta di un aspetto spesso misconosciuto, o quantomeno non tenuto nella giusta considerazione. Quindi, non si può non riconoscere l'esistenza di un legame tra l'instabilità meccanica locale e la disabilità funzionale globale imputabile al deficit propriocettivo afferente. In altre parole, occorre accettare l'idea che un'instabilità articolare locale possa divenire un'instabilità funzionale globale, la quale, oltre a influenzare negativamente la qualità di vita del soggetto, può seriamente compromettere il prosieguo della sua carriera sportiva.

Un corretto iter riabilitativo a fronte di un primo trauma distorsivo rappresenta, dato l'alto rateo di recidive che questo tipo di lesioni comporta e il temibile instaurarsi di un possibile quadro CAI, è il primo e fondamentale *step* di un'efficace prevenzione secondaria. In effetti, un così alto rateo di recidive è la prova indiretta della frequente inadeguatezza dei programmi riabilitativi adottati a fronte del primo evento.

Classicamente, un trauma distorsivo di caviglia viene trattato in conformità al protocollo RICE (*rest, ice, compression and elevation*) e con mobilizzazione precoce; nelle distorsioni particolarmente severe spesso si preferisce mettere il paziente fuori carico e immobilizzare l'articolazione per un breve periodo (Mattacola e coll., 2002).

Nella fase immediatamente successiva all'evento lesivo, lo scopo primario è quello di controllare il dolore e contenere il processo flogistico-infiammatorio. Contestualmente, occorre proteggere meccanicamente le strutture legamentose lese, dato che il trauma ha creato una situazione di più o meno severa lassità legamentosa.

È stato visto, però, che un programma riabilitativo basato sulla mobilizzazione precoce non è il più corretto al fine di ristabilire la compromessa stabilità della meccanica articolare, poichè il numero di recidive (oltre il 70%) e di complicazioni in CAI (oltre il 75%) è rimasto invariato.

Per ripristinare una corretta e idonea stabilità meccanica, la durata del periodo di immobilizzazione deve essere in funzione della severità della lesione stessa. Tale periodo è necessario al fine di permettere una corretta guarigione anatomica del danno legamentoso. Se non si rispetta questa esigenza, la persistenza dell'aumento della lassità legamentosa, determinato dall'evento distorsivo, comporta l'instaurarsi di una cascata di adattamenti meccanici e di deficit del controllo motorio che, a loro volta, possono determinare l'accadimento di recidive e il progressivo delinarsi di un quadro di CAI.

Tra i mezzi di immobilizzazione troviamo l'*Air-stirrup ankle brace*, consigliato nel caso di distorsioni di I e II grado, integrato da un bendaggio elastico, e uno stivaletto gessato o il *Bledsoe boot* nel caso di distorsioni di III grado.

Il solo e classico bendaggio elastico non è sufficientemente adatto allo scopo.

A un idoneo periodo di immobilizzazione deve seguire uno specifico programma riabilitativo atto a ripristinare una corretta biomeccanica articolare. All'interno di tale percorso svolgono un ruolo di particolare importanza le manipolazioni articolari e il lavoro propriocettivo. Le prime paiono in grado di ridurre la sintomatologia algica grazie al ripristino di una corretta artrocinematica, favorendo in tal modo il miglioramento del controllo posturale.

I trattamenti manipolativi appaiono efficaci anche per il ripristino del ROM articolare, soprattutto a seguito di un periodo di immobilizzazione (Coetzer e coll., 2001; Green e coll., 2001). È interessante notare che, anche in un quadro di CAI, il trattamento manipolativo si mostra in grado di migliorare la distribuzione del body weight a livello podalico, incrementare il ROM articolare e incidere favorevolmente sul controllo posturale (Hoch e McKeon, 2010). Quest'ultimo, in monopodalico, risulta alterato in entrambi gli arti, a seguito di un trauma distorsivo, e non solamente a livello di quello leso (Arnold e coll., 2009). Questo dato rappresenta un'ulteriore conferma del fatto che il trauma distorsivo di caviglia sfocia in un deficit posturale globale che va ben al di là del mero danno meccanico locale.

Il training propriocettivo, o *balance training*, ha dato prova di efficacia nell'ambito del miglioramento del controllo posturale del movimento (McKeon e coll., 2008a; Wikstrom e coll., 2010) e nella riduzione del rateo di *re-injury* (McKeon e coll., 2008a; McKeon e Mattacola, 2008). Sarebbe, infatti, in grado di sfruttare e capitalizzare l'enorme plasticità del SNC nel ripristino e nella ri-programmazione del controllo posturale (Beck e coll., 2007).

L'allenamento propriocettivo, per dare un *feedback* positivo, deve essere effettuato per un periodo minimo compreso tra le 4 e le 6 settimane, in ragione di 3-5 sessioni settimanali (McKeon e coll., 2008a; 2008b).

Le esercitazioni di tipo propriocettivo vengono quasi sempre proposte a velocità esecutive basse o comunque facilmente controllabili da parte del soggetto, se non addirittura in condizioni di feedback visivo, e quindi in situazioni non solo facilitate, ma enormemente diverse da quelle che si presentano in un contesto sportivo.

Esistono tre tipologie di risposta muscolare:

- riflessa a media latenza di risposta, che richiede circa 60 ms per essere eseguita;
- riflessa a lunga latenza di risposta, che richiede per essere eseguita circa 140 ms;
- volontaria, che per poter essere eseguita richiede non meno di 200 ms

Inoltre, occorre ricordare che i nostri movimenti possono essere gestiti in circuito chiuso (CC) o aperto (CA). Il movimento gestito in CC prevede che le istruzioni trasmesse dal sistema esecutivo (SNC) vengano direttamente inviate al sistema effettore (apparato muscolo-tendineo) senza poter beneficiare di alcun accomodamento o correzione in corso di azione.

Al contrario, in un movimento gestito a CA le istruzioni provenienti dal sistema esecutivo giungono al sistema effettore passando attraverso un filtro, rappresentato dal sistema comparatore (SC). Quest'ultimo raffronta, in corso di azione, l'esecuzione del movimento con il modello di movimento ideale inviato dal sistema esecutivo, cercando di effettuarne, se necessario, un aggiustamento in itinere. In altre parole, l'SC svolge un'azione di *feedback* e correzione del movimento in corso di azione, cercando di renderlo più conforme possibile al modello di riferimento.

Appare abbastanza chiaro che i movimenti che possono essere trattati in circuito aperto non sono solo quelli gestiti attraverso una risposta di tipo volontario, e occorre sottolineare che minore è la velocità esecutiva del movimento, maggiore risulterà l'efficienza del *feedback* tipico del circuito aperto. Ad esempio, un movimento di inversione estremamente rapido ha pochissime, se non nulle, possibilità di essere gestito in circuito aperto e, quindi, beneficiare di un feedback di tipo correttivo del movimento. Ossia, si hanno scarsissime possibilità di correggere un movimento distorsivo violento e repentino con una risposta muscolare volontaria.

Per cui, la soluzione più razionale al *balance training* appare quella di indurre un pattern di attivazione anticipato dei muscoli inversori ed eversori tale da aumentare la *stiffness* del sistema arto-muscolo-legamentoso. Infatti, solamente attraverso un aumento della *stiffness* dell'unità muscolo-tendinea dell'articolazione della caviglia, ottenuta attraverso una strategia di pre-attivazione muscolare, il sistema arto-muscolo-legamentoso può essere in grado di resistere a una sollecitazione meccanica violenta e repentina, tipica dei traumi distorsivi.

Il metodo attraverso il quale ottenere tale effetto è rappresentato dal *dynamic proprioceptive training* (DPT), che si avvale di esercitazioni di *balance* dinamico, sia sotto forma singola sia di circuito.

Un ulteriore concetto da prendere in considerazione nell'ambito del *balance training* è il grado di prevedibilità della superficie di lavoro. Tanto minore sarà il grado di prevedibilità della superficie di appoggio, quanto maggiore risulterà essere l'impegno del sistema propriocettivo. Pertanto, il *balance training* dovrebbe seguire non solo il principio didattico “dal facile al difficile”, ma anche quello “da compito prevedibile a imprevedibile”.

Infine, è bene sottolineare come, prevenzione primaria e secondaria, e riabilitazione, dovrebbero essere prevalentemente orientate alla qualità di esecuzione del movimento, più che al compito motorio da effettuare.²¹

21 Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

Zona pubica

La pubalgia, o *groin pain* se si vuole adottare la terminologia anglossassone, rappresenta una problematica molto diffusa in ambito sportivo. Il calcio è l'attività sportiva che in Europa mostra il maggior rischio d'insorgenza (12%).

Tuttavia, il termine “pubalgia” è piuttosto ambiguo, se non addirittura semplicistico. Esso descrive un sintomo o una coorte di sintomi caratterizzati da dolore nella zona pubica, e non rappresenta di per sé una diagnosi. La patofisiologia appare ancora non particolarmente chiara. Una delle ragioni di questa difficoltà è rappresentata dalla complessità anatomica dell'area pubica e dal frequente sovrapporsi, nel quadro clinico, di differenti patologie (Bouvard e coll., 2004).

Pertanto, la definizione più adeguata per affrontare la complessità di tale problema è *groin pain syndrome* (GPS) (Vidalin e coll., 2004; Bisciotti, 2016).

I movimenti che nel calcio possono favorire l'insorgenza della GPS sono i balzi, i *dribbling*, i cambiamenti rapidi di senso e direzione, i lanci lunghi e i tiri, i tackle effettuati in scivolata con arti inferiori abdotti e muscolatura adduttorica contratta. Queste situazioni rappresentano cause di elevato *stress* a livello della sinfisi pubica, in grado di innescare un meccanismo di stress sinergico tra la muscolatura adduttorica e quella addominale.

Inoltre, è importante ricordare la teoria formulata da Maigne (1981) basata sullo squilibrio funzionale che spesso si osserva a livello della biomeccanica della colonna dei giocatori di calcio. Secondo questa teoria, il calciatore si troverebbe a espletare l'attività mantenendo, suo malgrado, un costante atteggiamento iperlordotico, necessario all'ottimizzazione della visione di gioco, che si accentuerebbe ancor di più nell'atto del calciare.

Quest'alterazione della biomeccanica della colonna creerebbe una situazione di conflitto meccanico a livello del passaggio dorso-lombare, nonché un possibile conflitto tra le articolazioni vertebrali e i nervi genito-addominali responsabili dell'innervazione sensitiva della zona pubica.

Questa teoria potrebbe concorrere e giustificerebbe l'alta incidenza di GPS nei calciatori riportata da numerosi Autori (Koulouris, 2008).

In funzione del genere di lesione e dei vari sintomi riferiti dal paziente, sono individuabili diversi tipi di GPS, ovviamente determinati da cause altrettanto differenti, ossia articolari, viscerali, ossee, muscolo-tendinee, pubico-sinfisarie, neurologiche, connesse allo sviluppo, connesse a patologie genito-urinarie di natura infiammatoria e non, neoplastiche, infettive e, infine, di natura sistemica (*Groin Pain Syndrome Italian Consensus Conference*, Milano il 5 febbraio 2016; Bisciotti e coll., 2016).

La sintomatologia è bilaterale nel 12% dei casi, interessa la regione adduttoria nel 40% dei casi e l'area perineale solamente nel 6% dei casi (Gilmore, 1998).

Il quadro clinico è caratterizzato da una sintomatologia soggettiva e oggettiva. I sintomi soggettivi sono rappresentati principalmente da dolore e deficit funzionale (Garvey e Read, 2010; Hureibi e McLatchie, 2010).

L'intensità della sintomatologia algica presenta un'ampia variabilità che può andare da una semplice sensazione di fastidio sino a un dolore acuto. Inoltre, essa può insorgere durante la competizione o l'allenamento, come può essere presente già prima dello svolgimento dell'esercizio fisico. In altri casi il dolore può manifestarsi prima dell'esercizio fisico per sparire durante la fase di riscaldamento, oppure riapparire alla fine della sessione di lavoro o la mattina successiva. Spesso la sintomatologia dolorosa può seriamente precludere la *performance*.

Il dolore può irradiarsi in basso verso la zona adduttoria, oppure in alto verso l'area addominale, o ancora in direzione del perineo e dei genitali.

Il paziente può lamentare dolore alla palpazione, alla contrazione muscolare contrastata e durante lo stretching passivo e attivo.

Poiché la GPS può essere causata da numerosi quadri clinici, molto spesso coesistenti, appare chiaro che nell'ambito della prevenzione primaria occorre focalizzare i piani di lavoro sulle cause che si presentano con una frequenza statisticamente più elevata.

Nella prevenzione secondaria, al contrario, il piano di lavoro dovrà essere del tutto specifico alla patologia diagnosticata.

Le cause eziologiche di GPS più spesso ricorrenti nell'ambito del calcio sono: ernia inguinale, sport-ernia, tendinopatia adduttoria, osteite pubica e anca a scatto interna.

Come avviene per tutta la popolazione, anche gli atleti sono soggetti a ernia inguinale (diretta e indiretta), ma con una frequenza maggiore. Negli sportivi sono tuttavia meno diffuse le ernie dirette (Gullmo, 1980).

In molti casi, le debolezze della parete posteriore del canale inguinale vengono riparate chirurgicamente (Bax e coll., 1999). In media, l'87% degli atleti sottoposti all'intervento chirurgico presenta un *outcome* positivo ed è in grado di ritornare, senza restrizioni, alla pratica della propria attività sportiva in un periodo di circa quattro settimane o, talvolta, ancora meno (Ahumada e coll, 2005; Kachingwe e coll, 2008).

La sport-ernia, conosciuta anche con il nome di *sportsman's hernia*, *athletic hernia*, ernia incipiente, rappresenta un problema clinico di una certa difficoltà obbiettiva, poiché i sintomi sono simili a quelli di un'ernia inguinale, ma la differenza è che essi si presentano unicamente nel corso dell'attività sportiva.

All'esame clinico e ultrasonografico non è riscontrabile una vera e propria ernia: da qui il nome di "sport-ernia". La sport-ernia è difficilmente risolvibile senza un intervento chirurgico (Polglase e coll., 1991; Farber e coll., 2007; Moeller, 2007), che deve essere preso in considerazione nel caso in cui un trattamento conservativo protratto per un periodo compreso tra sei e otto settimane dia esito negativo.

La tendinopatia adduttoria rappresenta una delle cause più comuni di GPS nell'atleta. Uno dei motivi più frequenti della sua insorgenza è lo squilibrio funzionale provocato dalla contrapposizione tra una muscolatura addominale eccessivamente debole e una muscolatura adduttoria troppo rigida e tonica (Cugat, 1997).

La tendinopatia adduttoria interessa con maggior frequenza il tendine del muscolo adduttore lungo sulla sua aponevrosi ed è in genere causata da un meccanismo di *overuse* (Akermark e Johansson, 1992). L'intervento chirurgico dei muscoli adduttori viene proposto solo nei casi in cui il trattamento conservativo dovesse fallire (Akermark e Johansson, 1992; Cugat, 1997; Robertson e coll., 2011).

Nel caso di osteite pubica il principale fattore di rischio è l'instabilità sinfisaria (Omar e coll., 2008), la quale è in grado di causare delle forze di trazione e di taglio, a loro volta responsabili di uno stress e di uno squilibrio cronici a livello dei muscoli inseriti sulla sinfisi pubica.

L'osteite pubica è generalmente una patologia “autolimitante” anche se richiede lunghi tempi di risoluzione, dell'ordine di circa dodici mesi (Anderson e coll., 2001). Il trattamento è inizialmente di tipo conservativo e comprende somministrazione di FANS e/o corticosteroidi. L'intervento chirurgico è riservato esclusivamente ai soggetti che si sono dimostrati non-responsivi al trattamento conservativo (Anderson e coll., 2001; Omar e coll., 2008).

L'ultima delle cause eziologiche di GPS è l'anca a scatto interna. Quest'ultima rappresenta un'occasionale causa di GPS, essendo fonte di una sintomatologia dolorosa che si estende sulla parte anteriore dell'articolazione coxo-femorale e sulla regione inguinale.

Questa patologia è caratterizzata da una tipica sensazione di “scatto” o “schiocco” che il paziente avverte quando i tendini prossimi all'articolazione dell'anca scorrono al di sopra di sporgenze ossee.

L'anca a scatto interna può essere di origine extrarticolare o intrarticolare. Nel primo caso essa è causata dallo scatto del tendine del muscolo ileopsoas al di sopra dell'eminanza ileopettinea, in corrispondenza della regione anteriore dell'anca. Lo scivolamento e il conseguente “scatto” del tendine dell'ileopsoas avviene quando il soggetto passa da una posizione di anca flessa, abdotta e ruotata esternamente, a una posizione estesa, addotta e ruotata internamente (Blankenbaker e Tuite, 2006).

L'anca a scatto interna intrarticolare, invece, è causata da lesioni del labbro acetabolare o della cartilagine articolare che possono fraporsi tra la superficie della testa del femore e quella dell'acetabolo durante il movimento dell'anca stessa.

Il trattamento conservativo consiste nel controllo del dolore attraverso la somministrazione di FANS e/o di infiltrazioni di corticosteroidi, oltre a essere raccomandata la pratica sistematica dello *stretching* del muscolo ileopsoas (Brittenden e Robinson, 2005; Blankenbaker e Tuite, 2006). Come per le precedenti patologie, anche in questo caso il fallimento del trattamento conservativo prevede l'intervento chirurgico del tendine del muscolo ileopsoas, nel caso di anca a scatto interna extrarticolare, o la riparazione cartilaginea e/o la rimozione dei corpi mobili, nel caso di anca a scatto interna intrarticolare (Morelli e Weaver, 2005).

La prevenzione primaria di una GPS deve essere sostanzialmente rivolta alla stabilizzazione funzionale della pelvi, al rinforzo della parete addominale, al rafforzamento e all'allungamento della muscolatura della loggia degli adduttori. Per ciò che riguarda il rinforzo della muscolatura addominale alcuni esercizi efficaci e adatti allo scopo sono i *crunch*, il *sit-up*, il *V-up*, affiancati da un programma di lavoro basato sulla *core stability*.

La prevenzione secondaria, invece, dovrebbe rispecchiare quanto appena esposto nel caso in cui la GPS sia causata da sindrome retto-adduttoria, mentre se la GPS è causata da anca a scatto interna il programma si dovrebbe focalizzare su esercizi di allungamento del muscolo ileopsoas.

Dunque, se vogliamo riassumere l'aspetto della prevenzione, possiamo dire che la prevenzione primaria è limitata a evitare l'insorgenza di una tendinopatia retto-adduttoria, che nel calciatore può essere considerata, dato il particolare modello prestativo, una vera e propria tecnopatia, mentre la prevenzione secondaria necessita di un programma articolato, data la complessa eziologia della patologia in questione, nella quale molto spesso si sovrappongono diversi quadri clinici.

Ginocchio

Uno degli eventi più temibili che possono verificarsi a seguito di una grave distorsione dell'articolazione del ginocchio è la rottura del legamento crociato anteriore (LCA). Circa un quinto delle FI si registrano a livello dell'articolazione del ginocchio (Arendt e Dick, 1995).

Il rischio di rottura dell'LCA è molto più elevato in sede di competizione piuttosto che in allenamento, addirittura il doppio secondo alcuni Autori (Giza e coll., 2005; Alentorn-Geli e coll., 2009; Waldén e coll., 2011).

Una buona parte delle lesioni dell'LCA si verifica per traumi da non-contatto (*cutting*, movimenti torsionali, riprese di contatto con il terreno dopo un salto, specialmente se effettuate in monopodalica), in una percentuale variabile compresa tra 28 e 85% e la cui media si attesta attorno al 50% per ciò che riguarda la popolazione maschile. Tuttavia, molti casi di rottura dell'LCA avvengono, anche se non attraverso un vero e proprio meccanismo di contatto, a causa della perturbazione dell'equilibrio da parte dell'avversario, ad esempio, una spinta oppure un turbamento della fase di atterraggio dopo un balzo (Eirale e Ekstrand, 2013). La fase di atterraggio dopo un balzo rappresenta una parte importante dei programmi di prevenzione, in quanto può comportare un eccessivo movimento in valgo-dinamico (Olsen e coll., 2004; Koga e coll., 2010).

Nei traumi da contatto che possono provocare una lesione dell'LCA, l'azione più pericolosa sembrerebbe quella dei *tackle*.

La rottura dell'LCA è una delle patologie che, in ambito calcistico, richiede la maggior attenzione medica, perché tale tipo di lesione è, di norma, trattato chirurgicamente e il ritorno in campo richiede tempi dell'ordine di circa sei-sette mesi.

Non più tardi di qualche decina di anni fa, decretava, di fatto, la fine della carriera agonistica di un giocatore; oggi, al contrario, in ben il 90% dei pazienti si registra

22 Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

un ritorno, dopo ricostruzione dell'LCA, allo stesso livello prestativo. Tuttavia, al di là di questi dati indubbiamente confortanti, non si deve dimenticare come l'atleta che ritorna all'attività dopo ricostruzione dell'LCA sia soggetto a un incremento del rischio d'insorgenza di nuove patologie a livello dell'articolazione del ginocchio, soprattutto a eziologia da overuse (Waldén e coll., 2006; Ekstrand, 2011). Secondo Orchard e coll. (2001) nei dodici mesi successivi alla ricostruzione i pazienti vedrebbero aumentare il rischio di recidiva lesionale, o di lesione dell'LCA controlaterale, di circa 11,3 volte rispetto a chi non ha mai subito lesioni di questo genere. Parimenti, sempre secondo gli stessi Autori, i pazienti che hanno subito una ricostruzione di LCA antecedente a dodici mesi, corrono un rischio 4,4 volte maggiore rispetto a chi non è mai incorso in lesioni a tale livello.

Un fattore di rischio, predisponente alla lesione dell'LCA, modificabile è l'instabilità articolare (Chomiak e coll., 2000; Árnason e coll., 2004; Aglietti e coll., 2006; Waldén e coll., 2006; 2011).

Va ricordato che il muscolo quadricipite svolge biomeccanicamente un'azione di antagonista nei confronti dell'LCA, aumentando con la sua contrazione lo scivolamento tibiale anteriore. Al contrario, gli *hamstring* sono di fatto agonisti dell'LCA, in quanto contraendosi limitano lo scivolamento tibiale anteriore. Appare chiaro quindi come una debolezza della muscolatura flessoria della coscia, un suo *timing* di contrazione alterato o inefficiente e uno squilibrio nei confronti della muscolatura estensoria, rappresentino altrettanti fattori di rischio lesivo per l'LCA (Silvers e Mandelbaum, 2007).

Altri fattori di rischio, questa volta estrinseci, che possono influenzare le lesioni dell'LCA sono le condizioni ambientali e metereologiche, le caratteristiche del terreno di gioco e la tipologia delle calzature utilizzate.

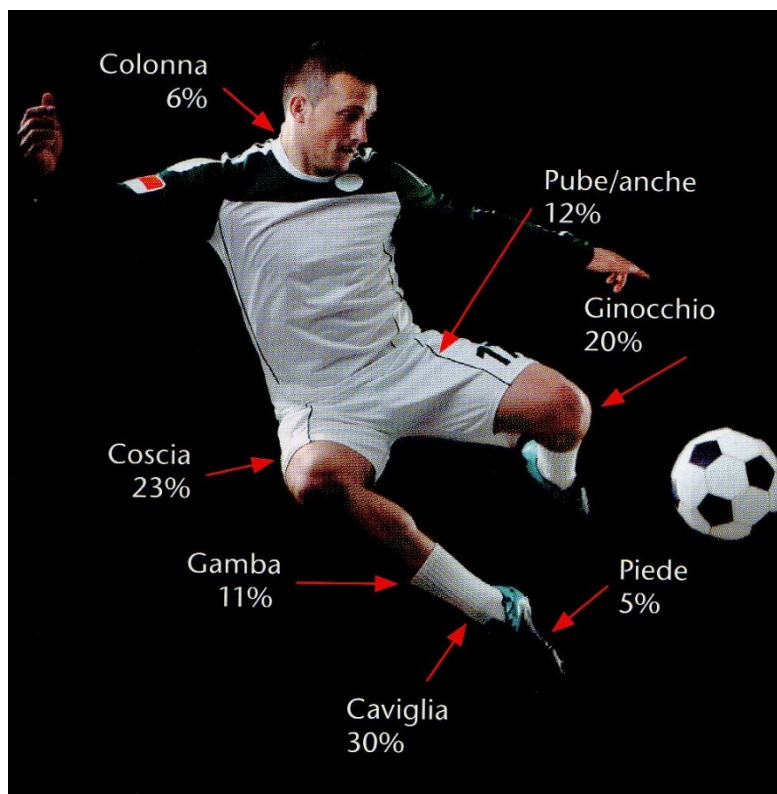
La pioggia e l'umidità possono, infatti, ridurre l'indice di attrito tra la calzatura e il terreno di gioco rendendo problematica la gestione dell'equilibrio (Orchard e coll., 1999; 2003), ma anche un alto indice di attrito e quindi di vincolo tra la calzatura e la superficie di gioco, dato dal numero e dalla forma dei tacchetti e/o dal particolare modello di calzatura utilizzata e dal tipo di erba (naturale o artificiale),

può rappresentare un fattore di rischio altrettanto importante (Orchard e coll., 2003).

Un programma di prevenzione delle lesioni dell'LCA di tipo multicomponente, cioè che include esercizi di rafforzamento muscolare, coordinazione, *core stability*, pliometria e controllo neuromuscolare, è più efficace di uno monocomponente.

In linea generale, tutti i programmi basati sul *training* neuromuscolare (ad esempio, equilibrio dinamico, aumento della consapevolezza corporea, controllo delle forze d'impatto al suolo dopo un balzo, controllo del valgo e varo stress, incremento dell'attivazione muscolare e *stretching*, oltre ai già citati precedentemente pliometria, rinforzo muscolare) sono idonei alla prevenzione delle lesioni dell'LCA. LaBella e coll. (2011) confermarono l'efficacia di un *warm-up* neuromuscolare nella prevenzione delle FI a carico degli arti inferiori.

Rimane tuttavia difficile affermare con esattezza su quali esercizi, quale carico di lavoro e quale frequenza si debbano basare tali programmi di prevenzione. È probabile che i soli esercizi di equilibrio e di propriocettività, soprattutto se effettuati in forma autonoma e senza controllo e supervisione esterna, siano inefficaci allo scopo e necessitano di essere integrati da specifiche esercitazioni di rinforzo della muscolatura degli arti inferiori, di *core stability* e da esercizi finalizzati al miglioramento della tecnica di atterraggio dopo un balzo (Söderman e coll., 2000; Engebretsen e coll., 2008).



Lesioni (valore percentuale) in funzione della sede anatomica per quanto riguarda il calcio maschile

Una difficoltà da non sottovalutare nei confronti di un regolare piano di esercizi preventivi è rappresentata dalla *compliance* degli atleti nei confronti del programma stesso. I calciatori, in particolare, mostrano una scarsa *compliance*, per cui dovrebbero sempre essere sotto la supervisione di un tecnico (Engebretsen e coll., 2008).

Bisogna, dapprima, domandarsi con che frequenza settimanale va proposto il programma di prevenzione adottato per poter sperare in una reale efficacia e, subito dopo, ci si deve chiedere quante volte è realistico e ragionevole proporlo nel piano di allenamento settimanale senza incorrere in resistenze e difficoltà da parte di allenatori, dirigenti e giocatori.

Pertanto, la speranza di effettuare un programma di prevenzione, anche di durata ridotta (15-20 minuti), si scontra con le esigenze e le limitazioni pratiche della realtà quotidiana.

Un'ulteriore domanda da porsi è quando, in termini di età anagrafica, bisogna iniziare a proporre dei piani di prevenzione. La risposta è “presto”, ossia a partire dai 13 anni in poi. Infatti, anche se è vero che sotto i dodici anni di età il rischio di FI è piuttosto basso (Froholdt e coll., 2009), nondimeno l'introduzione precoce degli esercizi di prevenzione può favorire l'instaurarsi di una *forma mentis* e di un'abitudine che in età adulta renderà più semplice e probabile ottenere da parte degli atleti una *compliance* elevata per tali metodi di lavoro.²³

2.4 L'importanza della collaborazione tra staff tecnico e staff medico per la gestione del rientro in campo post-infortunio del giocatore

Un corretto, esaustivo e puntuale passaggio d'informazioni tra staff tecnico e staff medico è il punto di partenza fondamentale per la corretta gestione, sia nel breve sia sul lungo periodo, di una squadra di calcio professionistica.

Lo staff medico si trova di fronte al non facile compito di dirigere la gestione sanitaria dei singoli giocatori ottemperando, nel contempo, alle esigenze sportive dettate dai pressanti obblighi a cui la squadra deve far fronte. Spesso, infatti, un corretto *iter* riabilitativo deve fare i conti con le richieste di un veloce, a volte troppo, reintegro del giocatore nel contesto di gioco.

La vera sfida, dunque, dello staff medico di una squadra di calcio professionistica è quella di riuscire, nel pieno rispetto e nella totale applicazione di un consono percorso riabilitativo, a restituire nei tempi più rapidi possibili il giocatore alla piena attività, minimizzando nel contempo il rischio di recidiva. La professionalità di uno staff medico, infatti, viene giudicata dal numero di *re-injury* subite dalla squadra, poiché sono la conseguenza, nella maggior parte dei casi, di un *iter* riabilitativo non corretto o eccessivamente veloce, di una diagnosi imprecisa oppure, ovviamente, di entrambe le cose, a differenza di un evento lesivo, la cui eziologia, essendo multifattoriale, rende difficile, se non impossibile, addossare la responsabilità a una fonte e/o a una causa specifica.

²³ Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

Il compito dello staff medico non è assolutamente di semplice esecuzione e soprattutto non è scevro da una certa componente di rischio. Purtroppo, la scelta di dilatare eccessivamente i tempi di recupero, sia per ridurre il rischio di *re-injury* sia per operare una sorta di “medicina difensiva”, non sembra affatto la miglior soluzione da adottare. Va sottolineato che, nel caso di un atleta, il percorso riabilitativo non può considerarsi completato al raggiungimento della *restitutio ad integrum* anatomica, bensì solamente nel momento in cui si ottiene una *restitutio ad integrum* funzionale, specifica del modello prestativo considerato.²⁴

Staff medico e staff tecnico della Juventus sono finite nel mirino durante la stagione calcistica 2022-2023, in quanto dal 16 luglio 2022 al 16 settembre 2022 gli infortuni patiti dai giocatori sono stati 17, praticamente più di uno stop ogni 4 giorni nei primi due mesi della stagione.²⁵

La causa di ciò potrebbe essere stata una scarsa collaborazione tra i due staff. A tal proposito, uno studio scientifico, riguardante una squadra di calcio professionistica negli Emirati Arabi, ha analizzato il livello di collaborazione percepito tra i due staff della squadra (Ghrai M., Loney T., Pruna R., Malliaropoulos N., Valle S, 2019).

Il periodo di studio comprende 15 stagioni consecutive, dalla 2002/2003 alla 2016/2017, e un totale di 97 giocatori.

Il capo dello staff medico, ogni mattina, incontrava l'allenatore e gli altri membri del team per fornire loro un aggiornamento sugli infortuni e sulle prestazioni dei giocatori, al fine di prepararsi per l'allenamento che si sarebbe svolto nel pomeriggio.

Il livello di cooperazione percepito è stato sommato dalle valutazioni giornaliere del capo dello staff medico, divise per il numero di incontri al fine di ottenere un punteggio intero per la stagione, ed è stato valutato su una scala Likert a 3 punti: “eccellente”, qualora lo staff tecnico accettasse l'infortunio del calciatore senza mettere in discussione il protocollo di riabilitazione/ritorno al gioco stabilito dallo

²⁴ Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

²⁵ Guidi M., “*La Juve si è rotta*”, *La Gazzetta dello Sport*, 17/09/2022

staff medico; “normale”, nel momento in cui l'infortunio e il protocollo di riabilitazione venivano accettati ma preceduti da una discussione; “scarso”, quando l'infortunio veniva rifiutato e l'adesione al protocollo di riabilitazione veniva meno.

Gli infortuni subiti dai 97 calciatori nelle 15 stagioni sono stati 959, di cui 385 muscolari indiretti.

Durante questo periodo di tempo il club ha assunto nove diversi allenatori, provenienti da paesi differenti, ciascuno con il proprio staff, comprendente un vice allenatore, un preparatore atletico e un preparatore dei portieri. Questa diversità nel personale ha significato una grande diversità negli approcci all'allenamento e alla gestione dei giocatori.

Durante le stagioni 2005/2006, 2008/2009 e 2016/2017 i rapporti tra staff tecnico e staff medico sono stati percepiti come “scarsi” e corrispondevano allo stesso periodo di tempo in cui la media di infortuni totali, di infortuni muscolari indiretti e di re-infortuni era più elevata rispetto alle altre 12 stagioni. Le medie sono rispettivamente 77, vs 61; 32, vs 20; 5 vs 1.

Sono state riportate anche la sede e la gravità degli infortuni nei periodi di scarsa collaborazione. Le sedi principali di infortunio erano i muscoli adduttori (28,6%) e il bicipite femorale (28,6%), seguiti da gastrocnemio (7,1%) e semimembranoso (7,1%). La loro gravità era di tipo I, mentre per quanto riguarda i re-infortuni essa era, principalmente, di tipo II (85,7%) con ematoma (64,3%).

I risultati di questo studio suggeriscono che una scarsa collaborazione tra staff tecnico e staff medico di una squadra può aumentare il numero di infortuni totali e anche il rischio di re-infortunio.

La collaborazione è fondamentale soprattutto durante la fase di riabilitazione (riadattamento) del giocatore, ovvero quella fase di transizione tra reparto medico e campo di gioco, per un progressivo ritorno alla pratica con il gruppo.

Il lavoro durante questa fase viene svolto sia in palestra che in campo, seguendo un carico di lavoro gestito e progressivo, contrariamente a quanto accaduto nelle tre stagioni analizzate nell'articolo scientifico, durante le quali l'allenatore ha sistematicamente messo in discussione e si è opposto alla diagnosi del team

medico e al piano di gestione dei giocatori, portando quest'ultimi ad allenarsi con il gruppo principale prematuramente, andando ad aggravare gli infortuni dei giocatori, i quali hanno dovuto, poi, completare un periodo di recupero più lungo.²⁶

Negli ultimi anni si è andata sempre più delineando la figura del “riabilitatore di campo” (*field rehabilitator*, FR) per seguire l'atleta, vittima di un infortunio, nella progressione dalla fase medico-fisioterapica alla graduale ripresa atletica, che prevede ancora l'utilizzo di mezzi e metodi specifici conformi alla tipologia della lesione subita.

La conoscenza specifica e approfondita delle patologie permette al FR di approntare e gestire un consono ed efficace piano riabilitativo. Inoltre, questa figura specifica ha lo scopo di ottimizzare le sinergie tra staff medico e staff tecnico, in modo tale che la loro collaborazione, comunicazione e fiducia rimangano ottimali, consentendo al club di esibirsi ad alto livello atletico e anche dal punto di vista finanziario.²⁷

26 Ghrairi M et al., *Effect of poor cooperation between coaching and medical staff on muscle re-injury in professional football over 15 seasons*, J Sports Med., 2019

27 Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

Capitolo 3

Affaticamento e strategie di recupero

«Giocare ogni tre giorni non è fisiologico. C'è chi riesce a recuperare bene, altri hanno bisogno di più tempo che però non c'è, ci sono impegni più stressanti per il muscolo che poi può infortunarsi nella partita successiva».²⁸ Dalle parole di Ferretto Ferretti, Professore di Metodologia dell'allenamento a Coverciano, si può intuire l'importanza del recupero durante calendari congestionati. La congestione delle partite fa sì che i giocatori abbiano un rischio maggiore di infortuni durante la partita, che è correlato all'intervallo specifico tra le partite stesse. Si rendono necessarie, perciò, strategie di recupero che consentano di alleviare l'affaticamento post-partita, recuperando, quindi, più velocemente dalle competizioni e riducendo il rischio di infortuni.²⁹ L'affaticamento post-partita causa perturbazioni dell'omeostasi delle cellule muscolari e/o dei fenomeni d'infiammazione locale (Ispirlidis e coll., 2008; Bisciotti ed Eirale, 2012). Tale situazione, (ben distinta dal noto fenomeno del DOMS, il quale rappresenta una precisa realtà fisiologica a sé stante, in quanto la perturbazione omeostatica delle cellule e i conseguenti processi infiammatori appaiono di ben più ampia portata) (Bisciotti ed Eirale, 2012), fa aumentare i livelli ematici di creatinichinasi (CK). Questo enzima presente soprattutto nel tessuto muscolare scheletrico e nelle fibre cardiache, che permette la conversione della creatina in fosfocreatina, in modo tale da consumare ATP e generare energia altamente sfruttabile, e di latticodeidrogenasi (LDH), un enzima presente nella maggior parte delle cellule dell'organismo, il cui compito principale consiste nel metabolizzare il glucosio per renderlo energia fruibile, in risposta sia all'accresciuta permeabilità della membrana plasmatica sia all'aumento della vascolarizzazione intramuscolare (Cannon e coll., 1990). Pertanto, sia i livelli post-esercizio di CK sia quelli di

28 Frosio, "Ahia, i muscoli ...", cit.

29 Nédélec M et al., *Recovery in soccer : part ii-recovery strategies.*, Sports Med., 2013

LDH possono essere, a ragione, assunti come validi *marker* fisiologici dello stato di fatica dell'atleta (Brancaccio e coll., 2008).³⁰

L'affaticamento successivo alla competizione è multifattoriale ma legato principalmente all'esaurimento del glicogeno, al danno muscolare, alla disidratazione e all'affaticamento mentale.³¹

Dopo il carico, infatti, non solo si debbono ricostituire nuovamente le riserve energetiche, assecondando la previsione di una futura maggiore capacità di carico dovuta al meccanismo della supercompensazione, ma anche ristabilire alcuni fattori determinanti per la prestazione “logorati” durante il carico, che comporta una risintesi delle proteine consumate e la costruzione di nuove strutture proteiche (ipertrofia muscolare, enzimi, ormoni, ecc.). Inoltre, la rigenerazione serve alla prevenzione dei traumi. Infatti, le strutture del sistema locomotorio e di sostegno estremamente sollecitate dal carico, come, ad esempio, i muscoli, i tendini, i legamenti, i dischi intervertebrali, le cartilagini articolari, richiedono il tempo necessario per poter “rielaborare” adeguatamente gli elevati carichi di allenamento ai quali sono state sottoposte.³²

Strettamente collegata alla risintesi delle scorte glucidiche e alla sintesi proteica è la risintesi dell'equilibrio idrosalino. Infatti, una perdita del volume di liquidi intracellulari non prontamente restaurata riduce il rateo di sintesi del glicogeno e delle proteine (Shepard e Leatt, 1987).³³

Ogni carico di gara, e di allenamento, ha conseguenze anche dal punto di vista mentale, causando uno stress o uno stato di tensione. Le misure adatte a ridurli debbono essere rappresentate da attività compensatorie o che si oppongono a esse come, ad esempio, esercizi di rilassamento e di alleggerimento della tensione psichica.

30 Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

31 Nédélec, *Recovery in soccer ...*, cit.

32 J. Weineck, *L'allenamento ottimale*, Torgiano (PG): Calzetti-Mariucci Editori, 2009

33 Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

Qualsiasi siano le misure di ristabilimento che si utilizzano, l'elemento decisivo è rappresentato dall'atteggiamento dell'atleta che deve essere persuaso del loro significato ed essere capace di realizzare interiormente l'unità o la reciproca interrelazione tra corpo e mente.

Inoltre, sono estremamente importanti le risorse individuali di rigenerazione mentale delle quali dispone individualmente un atleta come, ad esempio, il suo ambiente sociale (famiglia, partner, amici, sponsor, ecc.) e la convinzione personale, che influisce in notevole misura sulla sua motivazione e, quindi, sulla sua disponibilità alla prestazione.³⁴

Il recupero è, pertanto, un processo riparativo multiforme, fisiologico e psicologico, relativo al tempo. Nel caso in cui non si raggiunga un recupero sistematico e individualizzato dopo la competizione, e l'allenamento, uno squilibrio continuo tra recupero inadeguato e richieste eccessive potrebbe avviare una cascata di condizioni deleterie, tra cui il sottorecupero (*under-recovery*) e il superamento non funzionale (NFO).

Mentre il sottorecupero delinea una condizione più ampia di recupero insufficiente in reazione allo stress generale, l'NFO comprende alterazioni psicologiche e ormonali negative specifiche dell'allenamento e conseguente diminuzione delle prestazioni.

Il continuo sottorecupero e l'NFO spesso fungono da precursori della sindrome da sovrallenamento (OTS). L'OTS è caratterizzata da sintomi fisici come dolore muscolare continuo, sensazioni di dolore o disturbi clinici e/o endocrinologici.³⁵

I mezzi di recupero più utilizzati nell'ambito del calcio sono: la nutrizione, la reidratazione (nel 97% dei club), il sonno (nel 95% dei club), le terapie ad immersione (nell'88% dei club), il recupero attivo (nell'81% dei club), il

³⁴ Weineck, *L'allenamento ottimale*, cit.

³⁵ Kellmann M et al., *Recovery and Performance in Sport: Consensus Statement.*, Int J Sports Physiol Perform 2018

massaggio (nel 78% dei club), lo *stretching* (nel 50% dei club), gli indumenti compressivi (nel 22% dei club) e l'elettrostimolazione (nel 13% dei club).³⁶

3.1 Nutrizione

Il tipo, la quantità e la qualità del cibo consumato possono influenzare le prestazioni e il recupero dei giocatori durante e tra le partite.

Laddove il programma delle partite sia congestionato l'assunzione dei carboidrati dovrebbe essere mantenuta entro l'intervallo 6-8 gr/kg di massa corporea/giorno per le 48-72 ore tra una partita e l'altra per promuovere un adeguato accumulo di glicogeno, dal momento che la concentrazione di glicogeno muscolare, misurata in calciatori professionisti dopo 48 ore da un *match*, è pari a circa il 50% dei valori pre-gara (Jacobs e coll., 1982). Potrebbero essere necessarie assunzioni più elevate e strategie nutrizionali aggiuntive quando i giocatori segnalano sintomi di dolore e danno muscolare, poiché la sintesi di glicogeno è compromessa in presenza di danno muscolare.

I carboidrati sono il macronutriente che contribuisce in misura maggiore (per circa il 60-70%) all'apporto energetico totale di un calciatore durante una partita, ma è fondamentale anche ottimizzare la sintesi proteica per riparare e mantenere l'integrità e la funzione dei tessuti muscoloscheletrici e tendinei, contenenti proteine, sottoposti allo stress della partita.

Pasti e spuntini dovrebbero essere programmati per raggiungere un apporto di 20-25 g di proteine a intervalli di 3-4 ore.

La qualità delle proteine è importante: l'amminoacido leucina è un importante fattore scatenante per il rimodellamento delle proteine muscolari e circa 2,5 gr di leucina per pasto sarebbero ottimali. Il suo contenuto è più elevato nelle proteine derivate dal latte (2,5 g di leucina / 25 g di proteine del siero del latte), seguono

³⁶ Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

poi la carne (2,5 g di leucina / 140 g di manzo o petto di pollo), le uova (2,5 di leucina / 5 uova) e la soia (2,5 g di leucina / 30 g di soia isolata).³⁷

Alcuni studi mostrano che l'assunzione di circa 20 g di latte, oppure di 9 g di aminoacidi essenziali, è sufficiente a stimolare adeguatamente i processi muscolari di sintesi proteica nel corso delle prime due ore di recupero post-esercizio (Beelen e coll., 2010). Altri Autori hanno anche dimostrato come una semplice assunzione di latte addizionato a cacao si mostri, dato il corretto accoppiamento di proteine e carboidrati, un eccellente mezzo per ottimizzare i processi sia di reintegro glucidico sia di sintesi proteica (Pritchett e coll., 2009; Ferguson-Stegall e coll., 2011).³⁸

Da non sottovalutare anche l'assunzione di proteine nel periodo pre-sonno, poiché la notte è una fase rigenerativa naturale, ma è anche un momento in cui l'apporto di nutrienti è solitamente basso o assente. 0,4 g di proteine per kg di massa corporea in un pasto completo entro 3 ore prima di andare a dormire oppure 0,5 g/kg di massa corporea consumati come supplemento di proteine 1-2 ore prima di coricarsi migliorano l'adattamento all'allenamento durante i periodi in cui il volume di allenamento è elevato.

Nel caso in cui un giocatore subisca un infortunio è necessario prestare ancor più attenzione nel garantire un adeguato apporto energetico e proteico ed evitare carenze di calcio, vitamine D e C, zinco, rame e manganese, in quanto potrebbero compromettere il processo di guarigione.

La maggior parte delle lesioni innescano rapidamente processi infiammatori che avviano la guarigione della ferita e la riparazione dei tessuti molli e/o delle ossa.

Dopo la risposta iniziale alla guarigione della ferita arriva la riabilitazione, che forse è di maggiore importanza nutrizionale per il calciatore infortunato in virtù del tempo trascorso in questa fase. La riabilitazione richiede un periodo (da giorni a mesi) di disuso dell'intero corpo (ad esempio, ospedalizzazione/risposo a letto) o locale (ad esempio, immobilizzazione degli arti) e/o di attività ridotta (ad esempio,

³⁷ Collins J et al., *UEFA expert group statement on nutrition in elite football. Current evidence to inform practical recommendations and guide future research*, J Sports Med., 2021

³⁸ Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

carico di allenamento ridotto/assente). Durante questo periodo è prevedibile un rapido decondizionamento dei tessuti molli e delle ossa a seguito dello scarico meccanico. Il muscolo scheletrico sembra essere il tessuto più suscettibile al disuso, con atrofia e decondizionamento (ad esempio, ridotta capacità di generare forza e capacità ossidativa) evidenti dopo solo pochi giorni.

Le alterazioni del fabbisogno energetico durante la riabilitazione dovrebbero essere monitorate, poiché il passaggio a un bilancio energetico positivo o negativo modulerà gli aspetti del decondizionamento. Inoltre, una diminuzione dell'apporto proteico nella dieta accelererà la perdita muscolare indipendentemente dal bilancio.

Va riconosciuto che le diverse fasi della lesione forniscono un continuum di fabbisogni nutrizionali alterati, a seconda dello stadio e della durata della lesione.

Un caso di studio ha misurato un dispendio energetico di circa 3100 kcal/giorno durante le prime sei settimane di riabilitazione del legamento crociato anteriore in un giocatore d'élite della Premier League, vicino a quello dei calciatori di movimento in un allenamento.

Data la domanda metabolica dei processi di recupero dei tessuti/ferite, rimanere il più vicino possibile al bilancio energetico e quindi evitare riduzioni drastiche dell'apporto energetico è forse l'aspetto nutrizionale più cruciale durante la riabilitazione.³⁹

3.2 Reidratazione

Dopo 90 minuti di gioco si registra una perdita di liquidi mediamente pari a circa il 2% della massa corporea, il cui pieno reintegro necessita di circa 6 ore, a patto che i liquidi ingeriti dopo lo sforzo presentino un'alta concentrazione di sodio.⁴⁰ Il sodio, così come i cloruri, si trova soprattutto nei fluidi corporei (sangue, liquido interstiziale), cioè fuori dalle cellule. All'interno delle cellule, invece, è presente il

³⁹ Collins, *UEFA expert group ...*, cit.

⁴⁰ Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

potassio. Le differenze di concentrazione intra ed extracellulare di questi minerali sono importanti per l'eccitabilità della cellula muscolare. Se la loro perdita è notevole si possono produrre alterazioni nella capacità di contrazione muscolare, dall'indebolimento muscolare fino ai crampi, oppure nel bilancio di acqua ed elettroliti. Il mantenimento della costanza del contenuto di acqua ed elettroliti è estremamente importante, in quanto l'acqua svolge numerose funzioni:

- rappresenta un elemento costitutivo delle macromolecole;
- serve come solvente per le sostanze a molecole leggere;
- svolge un ruolo importante nella termoregolazione (specialmente nella formazione del sudore);
- è necessaria per parecchie reazioni enzimatiche

Un aumento della perdita di acqua e di elettroliti, ciò è importante soprattutto per gli atleti di alto livello, va di pari passo con una serie di fattori fisici e psichici che riducono la prestazione (Saltin 1964; Costill et al. 1976; Costill, Miller 1980; Janssen 2003):

- diminuzione del volume plasmatico con peggioramento della termoregolazione;
- incremento non economico della frequenza cardiaca a carico di una diminuzione del volume di scarica sistolica;
- aumento più rapido della temperatura corporea;
- sensazione di stanchezza con tendenza a interrompere il carico

Per un atleta un sufficiente apporto di acqua e di elettroliti è utile non solo per abbreviare il tempo del ristabilimento dopo il carico, ma anche per mantenere la sua capacità di lavoro durante il carico stesso.

L'apporto di liquidi senza elettroliti è sbagliato, quanto quello di elettroliti senz'acqua. Nel primo caso, i reni eliminano rapidamente l'acqua, in quanto senza elettroliti non può essere trattenuta nel corpo e, in casi estremi, si può addirittura produrre una intossicazione da acqua.⁴¹ Per questo motivo alcuni Autori raccomandano l'aggiunta di sodio alle bevande sportive normalmente utilizzate (Shireffs e Maughan, 2000), oltre al fatto che esse contengono sodio in misura molto minore rispetto a quello necessario per la risintesi dell'equilibrio idrosalino. La quantità ideale di liquidi da assumere sarebbe pari a 1,5/2 volte il volume del sudore perso⁴² (con 1 litro di sudore si perdono circa 2-3 grammi di cloruro di sodio, ma gli atleti, che presentano perdite notevoli di sudore, hanno un fabbisogno quotidiano di cloruro di sodio di circa 15-20 gr, ovvero notevolmente più elevato rispetto ai soggetti non allenati, che è di circa 5 grammi)⁴³ e la loro concentrazione in sodio ottimale dovrebbe essere di circa 6 mmol.l⁻¹, ossia circa tre volte maggiore a quella normalmente presente in molte bevande sportive. Così facendo si aumenta la ritenzione idrica e si ritarda la minzione, incrementando l'assorbimento del glucosio a livello dell'intestino tenue (Shireffs e Maughan, 2000).

Una pronta risintesi dell'equilibrio idrosalino è favorita anche da un alto rateo di assunzione dei liquidi nell'immediato periodo post-esercizio; per questo motivo alcuni studi consigliano di assumere un'importante quantità di liquidi subito dopo lo sforzo piuttosto che ingerirne gradualmente di modeste (Kovacs e coll., 2002). L'assunzione graduale di ridotte quantità di liquidi è invece indicata solo dopo averne consumata, inizialmente, una importante (Kovacs e coll., 2002).

Inoltre, l'aggiunta di carboidrati alle bevande le rende più gradevoli, aumentandone la palatabilità e favorendone, nel contempo, l'assorbimento intestinale (Shireffs e Maughan, 2000), se assunte subito dopo la gara o

41 Weineck, *L'allenamento ottimale*, cit.

42 Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

43 Weineck, *L'allenamento ottimale*, cit.

l'allenamento, poiché in questi momenti l'attività degli enzimi che demoliscono il glicogeno, come la glicogenosintetasi, si trova al suo massimo (Ivy et al., 1983).⁴⁴ Anche Jakeman e Palfreeman (1989) sono riusciti a dimostrare la notevole differenza che esiste tra l'assumere carboidrati (1,2 g per kg di massa corporea) ogni 20 minuti o placebo (sostanza priva di effetti) durante un carico al 75% del massimo consumo di ossigeno, che corrisponde quasi a quello di un giocatore di calcio durante una partita. Senza un apporto supplementare di carboidrati, il tasso ematico di zuccheri diminuisce continuamente, mentre nel caso di una loro assunzione durante tutto il periodo del carico di lavoro rimane costante. Grazie all'incremento del tasso ematico di zuccheri, si ottiene una maggiore capacità di lavoro e, inoltre, si ha una valutazione minore dello sforzo percepito.

Nel caso, invece, si assumano elettroliti senz'acqua, si produce un'escrezione degli elettroliti superflui, comportante un'ulteriore perdita d'acqua, non prevista.⁴⁵

3.3 Sonno

Il sonno è un bisogno fisiologico fondamentale che, nella maggior parte degli individui, occupa tra il 20 e il 40% del giorno e svolge un ruolo essenziale nel recupero fisiologico e psicologico, nonché nel benessere generale.

Gli atleti d'élite hanno un'alta prevalenza di scarsa qualità del sonno, quantità di sonno insufficiente e disturbi del ritmo circadiano, dovuti a diverse competizioni.⁴⁶

La corretta quantità di sonno è mediamente di otto ore, pur ammettendo ovviamente una certa variabilità interindividuale, ma molti atleti dormono meno ore rispetto alla media di una popolazione non sportiva (Venter, 2012), paradosso davvero stridente se consideriamo l'indiscutibile accresciuto bisogno di recupero

44 Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

45 Weineck, *L'allenamento ottimale*, cit.

46 Chennaoui M et al., *How does sleep help recovery from exercise-induced muscle injuries?.*, J Sci Med Sport., 2021

della popolazione sportiva. Ciò è dovuto ai frequenti spostamenti e ai livelli di ansia molto spesso connessi all'attività stessa.⁴⁷ Nei voli intercontinentali, ad esempio, il ritmo circadiano si modifica, in quanto interviene un cambiamento di fuso orario. Secondo la differenza di fuso orario occorrono tempi più o meno estesi di adattamento.⁴⁸

Quando la ritmicità circadiana e l'omeostasi del sonno sono disallineate, la prestazione atletica può essere compromessa e possono verificarsi infortuni, pertanto gli atleti dovrebbero arrivare sul luogo della competizione almeno due giorni prima del suo svolgimento.⁴⁹

Alcuni Autori (Skein e coll., 2011) hanno dimostrato come una sola notte di privazione di sonno determini una significativa diminuzione delle scorte di glicogeno se paragonata a una nottata di sonno normale, anche a parità di consumo di carboidrati. Questo calo delle scorte di zuccheri è sostanzialmente imputabile alla quota energetica spesa durante il periodo di veglia. Pertanto la prolungata mancanza di una quantità sufficiente di sonno e/o la sua protratta perturbazione durante un periodo di intensi allenamenti e/o competizioni, può interferire negativamente con i meccanismi di ripristino dei substrati energetici.

Quale sia il valore di una quantità sufficiente di sonno nel processo di allenamento si può semplicemente dedurre dal fatto che, durante il sonno, si produce l'ormone della crescita (GH, *growth hormone*), che negli adulti ha grande importanza per la rigenerazione e la crescita cellulare. Quest'ormone viene prodotto durante le fasi 3 e 4 del sonno, dette anche del sonno profondo, la cui durata media va da 20 a 40 minuti. Durante tali fasi, mentre la tensione arteriosa e il ritmo cardiaco continuano a rimanere bassi (testimoniando il ridotto livello del regime di lavoro del sistema cardiovascolare), il sistema ormonale diviene, al contrario, molto attivo. Oltre all'ormone della crescita, viene rilasciata anche melatonina. La riduzione del sonno comporta una diminuzione dell'ormone GH e di melatonina,

⁴⁷ Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

⁴⁸ Weineck, *L'allenamento ottimale*, cit.

⁴⁹ Chennaoui, *How does sleep ...*, cit.

determinando una perturbazione del sistema immunitario e un conseguente aumento della vulnerabilità nei confronti delle infezioni (Lange, 2010), in particolar modo a livello delle vie aeree superiori (Nieman, 1998).

Oltre ad una ridotta produzione di questi due ormoni, si verifica un aumento dei livelli di cortisolo, favorendo in tal modo l'instaurarsi di un quadro catabolico in grado, nell'atleta, di perturbare la risposta endocrina post-esercizio (VanHelder e Radomski, 1989; Obal e Krueger, 2004).

Vi è consenso sul fatto che il sonno profondo costituisce la fase in cui si verifica la maggior parte del recupero (Oswald, 1970). Il consumo di alcolici riduce la fase di sonno profondo (Rundell e coll., 1972).

Gli effetti negativi dell'alcol persistono, anche durante il sonno, sino a che non viene completamente metabolizzato. Dal momento che i livelli alcolici nel sangue si riducono mediamente di circa 0,1 g ogni ora, è facile immaginare i prolungati effetti negativi conseguenti a una eccessiva ingestione della sostanza. Nello sportivo occorre anche considerare che il consumo di alcolici ritarda il reintegro delle riserve di glicogeno, favorisce la disidratazione e perturba il recupero muscolare (Burke, 2006).

La mancanza di una sufficiente quantità di sonno è responsabile anche dell'instaurarsi di un bilancio proteico negativo (Obal e Krueger, 2004).

Un debito di sonno può avere conseguenze negative sulle capacità cognitive, sulla vigilanza, sull'affaticamento, sui disturbi dell'umore e sullo stress. Gli atleti che lamentano periodi di riposo disturbato riferiscono un'aumentata percezione della fatica e del dolore unitamente a una sensazione di confusione mentale, che causano, inevitabilmente, una diminuzione della prestazione (Bonnet, 1980; Reilly e Piercy, 1994; Meney e coll., 1998).

Inoltre, maggiore risulta essere l'impegno prestativo, più negativamente sembra incidere la mancanza di sonno (Ikegami e coll., 2009).

La mancanza di sonno disturberebbe anche le capacità propriocettive, aumentando significativamente il rischio di lesioni in particolare per ciò che riguarda i traumi distorsivi (Ivins, 2006).

Pertanto, le conseguenze a medio-lungo termine della mancanza di una quantità sufficiente di sonno nel soggetto sportivo, riducendone le capacità di recupero post-esercizio, lo espongono a un accresciuto rischio di traumi lesivi soprattutto a livello muscolare (VanHelder e Radomski, 1989; Le Meur e Hauswirth, 2015).

Lo sportivo, oltre a cercare di rispettare un sufficiente periodo di sonno notturno, dovrebbe beneficiare di brevi intervalli di riposo, in genere post-prandiali, compresi nell'arco della giornata che va dalle 13 alle 18, non superiori a 15-20 minuti e non oltre le 12 ore dalla fine del precedente sonno notturno per non interferire negativamente con il ciclo successivo. Questi brevi momenti di riposo si sono dimostrati in grado di migliorare lo stato di allerta, l'apprendimento di schemi motori, la *performance*, la precisione gestuale, i tempi di reazione e la memoria a breve termine (Takahashi e coll., 2004; Calvani, 2015).⁵⁰

3.4 Terapie a immersione

Le terapie ad immersione sono una tipologia di tecniche terapeutiche che si basa sull'immersione parziale o totale del corpo in acqua, a differenti temperature. Sono utilizzate al fine di accelerare il ripristino dell'omeostasi cellulare, migliorare la circolazione periferica e ottimizzare il ritorno venoso e la *clearance* dei *marker* della fatica.

La semplice immersione, grazie alla pressione idrostatica, stimola la pompa venosa. La pressione idrostatica, maggiore rispetto a quella esercitata dall'aria a livello del mare, induce una migrazione in senso prossimale di gas, fluidi e sostanze in essi disciolte, provocando un'azione antiedemigena nei confronti dell'edema post-esercizio.

Le tipologie d'immersione sono sostanzialmente quattro, caratterizzate dalla diversa temperatura dell'acqua utilizzata:

⁵⁰ Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

- acqua temperata (TEM, *temperata*), tra 15 e 36°C;
- acqua calda, (HTW, *hot temperature water*), superiore a 42°C;
- acqua fredda (CTW, *cold temperature water*), inferiore a 15°C;
- contrasto di temperature (CT), immersione alternata in acqua calda e in acqua fredda

L'immersione in acqua temperata a 33°C sortisce come effetto un significativo aumento della gittata cardiaca, pari a circa il 30%, contestuale a una marcata diminuzione della frequenza cardiaca, pari a circa il 15%.

Nelle immersioni in acqua temperata, il volume di eiezione sistolica (ossia il rapporto tra sangue espulso dal ventricolo durante la sistole e il volume telediastolico) può aumentare sino al 50% e continuare a crescere per temperature superiori; all'innalzamento della temperatura d'immersione anche le resistenze periferiche diminuiscono progressivamente (Weston e coll., 1987).

Pochi studi si sono focalizzati sulle modificazioni biochimiche nel corso d'immersione in acqua temperata; tra questi il lavoro di Simeckova e coll. (2000), che ha dimostrato come durante un'immersione totale (sino a livello del collo) in acqua a 20°C, l'attività della renina, dell'aldosterone e del cortisolo risultino significativamente diminuite. Interessanti anche i risultati mostrati da Roswell e coll. (2009), che testimonierebbero l'impossibilità, tramite immersione in acqua temperata, di diminuire i livelli di CK, LDH e mioglobina prodotti nel corso dell'esercizio. Secondo gli stessi Autori anche gli effetti dell'immersione in acqua temperata sulla *performance* sarebbero relativamente scarsi e l'immersione ad una temperatura di 34°C non apporterebbe alcun beneficio sulla prestazione di *sprint*.

L'immersione in acqua calda, per un tempo compreso tra 10 e 20 minuti, determina un aumento della temperatura dei tessuti superficiali, indotta dalla vasodilatazione, nonché un aumento della gittata sistolica (Rutkove, 2001).

Occorre sottolineare che l'immersione di una cospicua percentuale di superficie corporea in acqua ad alte temperature non è scevra da rischi. Si trovano, infatti, casi di irregolarità del battito e del ritmo cardiaco, sincopi da calore e svenimenti (Rutkove, 2001).

Per ciò che riguarda la possibile influenza dell'immersione in acqua calda sulla *performance*, essa non sembra correlata ad alcun aumento della capacità contrattile muscolare (Skurvydas e coll., 2008), nonostante si assista a un significativo incremento della velocità di conduzione nervosa, a un miglioramento delle capacità propriocettive e a una diminuzione dei tempi di reazione (Wilcock e coll., 2006).

L'immersione in acqua fredda, la cui durata oscilla tra i 15 e i 20 minuti, a livello meccanico, induce una vasocostrizione locale, associata a una diminuzione della velocità di conduzione dello stimolo nervoso, a una riduzione della FC e a un aumento della resistenza periferica (Bonde-Petersen e coll., 1992).

Da un punto di vista biochimico, invece, l'immersione in acqua fredda permetterebbe la diminuzione dei livelli ematici di CK (Vaile e coll., 2008), oltre ad abbassare la concentrazione di lattato plasmatico (Crowe e coll., 2007).

La vasocostrizione causata dall'immersione in acqua fredda riduce la permeabilità dei vasi nei confronti delle cellule immunitarie, diminuendo in tal modo l'edema e il processo infiammatorio nonché migliorando la sintomatologia algica (Bailey e coll., 2007). Anche il decremento della velocità d'impulso nervoso, indotto da questa tipologia d'immersione, determinerebbe una riduzione della percezione della fatica (Howatson e Van Someren, 2008).

Occorre tenere presente, tuttavia, che l'immersione in acqua fredda comporta un aumento della spesa energetica necessaria al mantenimento della temperatura corporea; si registrerebbe, pertanto, nel corso dell'immersione, un aumento della ventilazione, del consumo di O₂ e del metabolismo.

Per ciò che riguarda l'impatto dell'immersione in acqua fredda sulla *performance*, alcuni studi riportano una minor riduzione della prestazione durante un test di *sprint* effettuato dopo un'attività che ha causato una situazione di affaticamento (Vaile e coll., 2008). Anche altri Autori confermano il fatto che l'immersione in

acqua fredda limiterebbe, in condizioni di affaticamento, la perdita di capacità contrattile a livello della muscolatura estensoria degli arti inferiori sia a 24 sia a 48 ore post-esercizio (Bailey e coll., 2007; Kinugasa e coll., 2008).

Non mancano risultati contrastanti; per esempio sia Goodall e Howatson (2008) sia Howatson e Van Someren (2008) evidenziano, nei loro studi, come l'immersione in acqua fredda (effettuata per 12 minuti a una temperatura di 15°C) non sia stata in grado di limitare la perdita di forza massimale volontaria a livello della muscolatura degli arti inferiori indotta da esercizio esaustivo. Anche i dati riportati da Crowe e coll. (2007) non deporrebbero per un miglioramento delle capacità contrattili in seguito all'immersione in acqua fredda. La contraddittorietà di tali risultati può essere almeno parzialmente spiegata dal fatto che l'esposizione prolungata al freddo comporta una diminuzione della velocità di conduzione nervosa, che a sua volta limita, per un periodo di tempo più o meno prolungato, probabilmente da mettersi in relazione alla durata dell'esposizione stessa, la produzione di forza massimale, sia volontaria sia indotta, da parte del soggetto (Rutkove, 2001; Kinugasa e coll., 2008; Peiffer e coll., 2009).

Altri studi indicano inoltre che la perdita di forza dopo esposizione al freddo è di tipo sia centrale sia periferico, anche se le ragioni di ordine periferico sembrano prevalere su quelle di tipo centrale (Peiffer e coll., 2010).

L'immersione alternata in acqua calda e fredda ha una durata compresa tra 30 secondi e 2 minuti, reiterati/ripetuti per un numero di serie compreso tra 2 e 5.

Il razionale fisiologico dell'applicazione di questa tecnica è la stimolazione di un effetto di *vaso-pumping*, ossia quella sensazione di turgore che si avverte durante un'esercitazione fisica e determinata da una maggiore presenza di sangue, ricco di nutrienti e ossigeno, all'interno dei tessuti muscolari, che faciliterebbe il drenaggio dei metaboliti da parte del circolo venoso, abbassando, nel contempo, il volume del liquido intracellulare. Se paragonata a un recupero di tipo passivo, l'immersione alternata in acqua calda e fredda si dimostra in grado di ridurre in modo significativamente maggiore l'entità dell'edema post-esercizio (Vaile e coll., 2008).

Gli effetti fisiologici indotti da tale immersione non sono ancora ben chiari (Wilcock e coll., 2006). Alcuni Autori riportano come, previo trattamento dell'immersione alternata in acqua calda e fredda della durata di 15 minuti (alternando un'immersione in acqua fredda alla temperatura di 10°C della durata di 1 minuto a una in acqua calda a 42°C della durata di 2 minuti), i livelli di lattato ematico si ridurrebbero significativamente (Coffey e coll., 2004).

Vaile e coll. (2008), anche se, in seguito ad immersione alternata, non registrano una significativa diminuzione della concentrazione plasmatica di mioglobina, interleuchina-6 (IL-6) e LDH, riferiscono comunque di una significativa riduzione della sintomatologia algica a livello muscolare a 72 ore dall'esercizio causante affaticamento.

Gill e coll. (2006) riportano nel loro studio, a fronte di 9 minuti d'immersione alternata (alternando 1 minuto in acqua fredda alla temperatura di 8-10°C, a 2 minuti in acqua calda a una temperatura compresa tra 40 e 42°C), una significativa diminuzione dei livelli di CK plasmatici.

In linea generale, quindi si può affermare che in letteratura vi è un vasto consenso sul fatto che l'immersione alternata in acqua calda e fredda mostra un innegabile interesse per ciò che riguarda la riduzione e il controllo della risposta infiammatoria post-esercizio (Coffey e coll., 2004; Gill e coll., 2006; Vaile e coll., 2007).

Gli effetti della dell'immersione alternata sulla *performance* sono invece contrastanti. Se da un lato vi è chi evidenzia un miglioramento della capacità di sprint in seguito a tale tipologia d'immersione (Ingram e coll., 2009), dall'altro vi sono studi che lo negano (Howatson e Van Someren, 2003; Wilcock e coll., 2006; Goodall e Howatson, 2008).

Tuttavia, occorre considerare come nell'ambito di queste indagini siano stati utilizzati differenti tipi di protocollo, sia per ciò che riguarda l'induzione del fenomeno fatica sia per le modalità d'immersione alternata.

Come testimoniano diversi studi, la risposta fisiologica all'immersione varia sensibilmente in funzione dei parametri utilizzati (temperatura dell'acqua, durata dell'immersione, livello d'immersione del corpo) (Farhi e Linnarsson, 1977;

Wilcock e coll., 2006; Morton, 2007; Goodall e Howatson, 2008) e ciò potrebbe spiegare, almeno parzialmente, la discrepanza dei risultati reperibili in letteratura.

Attualmente, l'immersione alternata in acqua calda e fredda sembra essere, tra tutte le tecniche prese in esame, quella che fornisce maggiori evidenze di esiti positivi.⁵¹

3.5 Elettrostimolazione

La terapia di elettrostimolazione a bassa frequenza è rivolta alla sollecitazione della muscolatura degli arti inferiori (generalmente si consiglia l'applicazione degli elettrodi a livello dei muscoli del polpaccio), in quanto i muscoli del polpaccio svolgono un ruolo fondamentale nell'ambito del fenomeno del ritorno venoso. Il meccanismo di pompa muscolare da loro svolto è responsabile di ben l'80% circa del ritorno venoso totale (Morton, 2007). Durante gli sprint, ad esempio, si può verificare una situazione di blanda ischemia periferica, associata a occlusione vascolare e breve iperpressione venosa (Zuccarelli e coll., 2005).

L'elettrostimolazione, per creare un meccanismo di *vaso-pumping* simile a quello ottenuto con l'immersione alternata in acqua calda e fredda, utilizza apparecchiature che generano corrente rettangolare, bifasica e simmetrica, la cui intensità è generalmente lasciata alla libera regolazione del paziente stesso in funzione della sua sensibilità e tolleranza. La frequenza degli impulsi è in genere compresa tra 0,6 e 0,8 Hz (ossia molto simile al ritmo cardiaco) e le sedute consigliate sono di circa 20 minuti, equivalenti a 1500-1600 contrazioni. Alcuni studi testimoniano l'efficacia di questa metodica nello smaltimento dei metaboliti, nell'ottenimento di un più rapido ritorno ai valori di forza massimale volontaria dopo affaticamento e nella facilitazione del recupero dopo lavoro aerobico (Faghri e coll., 1998; Zuccarelli, 2005; Bieuzen e coll., 2012), mentre altri (Bieuzen e coll., 2012) non ne avallano l'effetto sulla diminuzione dei *marker* enzimatici del

51 Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

danno muscolare post-esercizio (LDH e CPK). Mancano, pertanto, ancora concrete evidenze sull'utilizzo di questo tipo di terapia.⁵²

3.6 Il massaggio

Il massaggio (dal greco *massein* che significa “impastare”, “modellare”) è tra le più antiche forme di terapia fisica conosciute, utilizzato al fine di lenire sensazioni dolorose a livello muscolare, a scopo decontratturante e come terapia di recupero dalla fatica.

In linea teorica, la pressione meccanica esercitata durante il massaggio dovrebbe diminuire le aderenze tissutali e la rigidità muscolare. Alcuni autori hanno dimostrato un impatto positivo del massaggio, effettuato dopo un impegno agonistico, sui livelli soggettivi di fatica percepita a distanza di 24 ore dalla competizione (Delaxtart e coll., 2013).

Il massaggio sarebbe in grado di creare un effetto positivo sul DOMS, grazie al fatto che la pressione meccanica esercitata può migliorare la microcircolazione sanguigna e linfatica, incidendo sia sulla risoluzione dell'edema post-esercizio sia sull'ischemia locale e sul dolore. Alcuni autori avanzano anche l'ipotesi che il massaggio limiti la migrazione dei neutrofili sul sito delle microlesioni indotte dal DOMS, riducendo pertanto il processo infiammatorio (Smith e coll., 1994). Crane e coll. (2012) hanno a loro volta dimostrato come il massaggio sia in grado di ottimizzare la biogenesi mitocondriale, di diminuire la produzione di sostanze pro-infiammatorie (come il *tumor necrosis factor*, TNF α , ossia una citochina coinvolta nell'infiammazione sistemica, e l'interleuchina-6, una proteina prodotta dal sistema immunitario, implicata nella regolazione della risposta immunitaria), nonché di ridurre la fosforilazione della *heat shock protein 27* (HSP27), ossia una proteina codificata nell'uomo, dal gene HSPB1, che svolge un le cui funzioni principali sono quelle di regolare i meccanismi termotolleranza, di svolgere un ruolo di citoprotezione e di facilitare la sopravvivenza cellulare in condizioni di stress.

⁵² Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

Il massaggio presenta una certa efficacia sulla risoluzione della sintomatologia dolorosa compresa in una scala d'intensità che va da debole a moderata. Tale effetto è spiegabile attraverso la teoria del *gate control* (Farr e coll., 2002; Weerapong e coll., 2005; Zainuddin e coll., 2005; Willems e coll., 2009), secondo la quale le informazioni tattili che vengono trasmesse attraverso le fibre nervose a conduzione rapida di tipo A α e A β innescano a livello midollare un meccanismo d'inibizione delle informazioni nocicettive provenienti dalle fibre nervose a conduzione lenta di tipo A δ e C (Melzack e Wall, 1965). Oltre ad avviare il meccanismo di *gate control*, il massaggio sembra anche in grado d'indurre la secrezione di sostanze endogene a effetto antalgico come la serotonina e le β -endorfine (Goats, 1994; Weerapong e coll., 2005). Tutti questi miglioramenti nella sensazione del dolore percepito hanno luogo in un quadro di DOMS.⁵³

3.7 Stretching

Lo *stretching* si può annoverare tra le metodiche d'allenamento maggiormente utilizzate nell'ambito delle più svariate discipline sportive. La sua capillare diffusione non ha infatti conosciuto soste sin dal momento in cui la pratica è stata razionalizzata da Anderson (1978), il più noto dei suoi promulgatori, tanto da esserne considerato il “padre fondatore”.

Tuttavia, nonostante questa crescente espansione e l'innegabile successo riscosso nella maggioranza delle discipline sportive, lo *stretching* è oggi oggetto di controversie interpretative che ne stanno mettendo in discussione sia l'efficacia sia l'effettiva utilità.

Non esistono, infatti, prove scientifiche sostanziali a sostegno dell'uso dello *stretching* per migliorare il recupero post-esercizio dei calciatori. Sembra, anzi, che una seduta di *stretching* dopo un allenamento eccentrico ostacoli il processo di recupero, provocando gli stessi danni muscolari e quindi la stessa sensazione dolorosa di una seduta di forza eccentrica (Wiemann e Klee, 2000; Lieber e coll., 2002).

⁵³ Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

Sono anche altri i lavori che testimoniano come una seduta di *stretching* dopo un allenamento eccentrico non sia in grado di diminuire la sensazione dolorosa percepita dagli atleti nell'ambito delle 24-48 ore seguenti alla sessione di lavoro (Buroker e Schwane, 1989; Wessel e Wan, 1994).⁵⁴

Allora perché fare *stretching* e perché cercare di sviluppare la flessibilità?

Un corpo libero da blocchi muscolari è un corpo libero di essere e capace di esprimersi alla sua massima potenzialità. Essere “sciolti”, non solo produce un senso di benessere psico-fisico, ma previene anche da lesioni all'apparato muscolo-tendineo-articolare. È la flessibilità, intesa come capacità del muscolo di sostenere il carico (come ad esempio la forza di gravità e i pesi) che lo porta ad allungarsi, a rendere il corpo molto meno soggetto agli infortuni muscolari. Essa, in un certo senso, può essere considerata una sorta di assicurazione contro gli infortuni muscolari, essendo caratterizzata dalla forza stabilizzante.

Un muscolo subisce un infortunio quando la sua integrità strutturale risulta compromessa a causa di un carico eccessivo in contrazioni eccentriche (allungamento muscolare in presenza di contrazione) e in posizioni di allungamento eccessivo.

L'integrità strutturale del tessuto connettivo e del muscolo stesso è garantita dal modo in cui si allena il rapporto lunghezza tensione muscolare e quindi il grado di forza stabilizzante. Quest'ultima può essere sviluppata lavorando con i pesi, con un carico che permetta di sviluppare una “riserva di flessibilità” in qualsiasi movimento a rischio del gioco del calcio, in modo che nella posizione il muscolo non “soffra” a causa di una mancanza di forza stabilizzante.

Per lavorare, quindi, in maniera sapiente con uno “stretching stabilizzante”, occorre dedicarsi contemporaneamente alla flessibilità e alla forza muscolare, essendo esse le due facce della stessa medaglia: se non si possiede un buon livello di flessibilità è perché il corpo non ha ancora imparato come applicare la forza in determinati archi di movimento articolare, i quali diventano progressivamente più deboli, fino a che si diventa “rigidi”. Si diventa “rigidi” perché il corpo sta

⁵⁴ Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

cercando di evitare che venga portato in range articolari sui quali non riesce ad esercitare controllo.

Il segreto, dunque, per sviluppare un ottimo grado di flessibilità è quello di insegnare al corpo, un po' alla volta, come applicare e sviluppare la forza in archi di movimento sempre maggiori, rendendolo, con le relative articolazioni e muscoli, a suo agio (garantendo quindi sicurezza e integrità strutturale) in tutte le posizioni imposte dallo sport.

Un fisico che racchiuda in sé caratteristiche combinate di flessibilità e forza, può essere sviluppato con la metodologia di allenamento che prende il nome di “Power-Flex”. In questa tipologia di stretching, molta importanza viene data alla preparazione di base del muscolo, ed in particolar modo alla sua componente di *forza specifica*, una tipologia di forza la cui finalità è quella di permettere il massimo allungamento muscolare derivante contemporaneamente da un giusto grado di tensione muscolare e da un contemporaneo rilassamento.

Nella Fisiologia di allungamento muscolare “Power-Flex”, il fattore *tensione muscolare* è valutato in diretta corrispondenza con il suo opposto, il *rilassamento muscolare*: questo è il motivo per il quale un puro approccio allo stretching mediante esercizi di rilassamento “puro” (senza un contemporaneo sviluppo di forza specifica), non garantisce risultati veloci e maggiori, come invece permette quello basato sullo sviluppo delle qualità “Rilassamento/Tensione” del muscolo.

La ragione di un approccio di “giusta tensione/giusto rilassamento” muscolare la si trova nella specificità dell'azione muscolare nelle singole posizioni. Se il muscolo non è abituato (in maniera graduale e rispettando i singoli livelli di adattamento) a gestire il carico/peso in specifiche posizioni (normalmente non confortevoli e naturali per il corpo), il risultato sarà uno stato di tensione dei muscoli direttamente coinvolti e uno stato di tensione generalizzata in quanto il sistema neuromuscolare percepisce come un rischio di danno strutturale da parte della posizione stessa.

Se, d'altra parte, a livello delle fibre muscolari e dei sistemi di protezione neuromuscolari, si abitua il muscolo a sviluppare un certo grado di forza e stabilità correlato a quel range articolare, il risultato sarà un maggiore e naturale

grado di allungamento. A livello strettamente fisiologico, intervenendo sul range articolare e sulla forza gestibile in quella porzione, si interviene sul rapporto lunghezza tensione muscolare.

La preparazione muscolare secondo questi principi prevede una sequenza di lavoro volta a costruire in maniera graduale le basi di un muscolo forte e flessibile. Nella prima fase è previsto un lavoro muscolare mediante esercizi dinamici di forza su range specifici e nelle posizioni di allungamento che si vogliono ottimizzare.

Aumentando in maniera graduale il numero delle ripetizioni eseguite e/o del range articolare allenato, si arriva a rafforzare le fibre muscolari in allungamento e, nello stesso tempo, ad allungare la componente connettivale del muscolo.

Sulla base di questa preparazione necessaria e fondamentale, si può giungere alla seconda fase, caratterizzata da tensioni isometriche PNF e di isometria “pura”.

Un muscolo forte in un determinato arco di movimento è maggiormente capace di rilassarsi e, conseguentemente, di allungarsi. Lavorando sulla forza stabilizzante delle articolazioni, il corpo (e quindi il sistema neuromuscolare), diventa allenato a percepire un certo grado di sicurezza e comfort in archi di movimento sempre maggiori (non sentendo un pericolo di strappo o stiramento, il quale accadrebbe se la posizione fosse ritenuta tale da un mancato o errato allenamento), rendendo possibile e ottimizzando il grado di allungamento.

In sostanza: più un muscolo è forte e meno fibre sono coinvolte per sostenere quel determinato carico nella posizione di allungamento (es: posizioni estreme negli esercizi con i pesi), maggiori fibre muscolari sono capaci di allungarsi.

Lo *stretching*, dunque, rappresenta la via di miglioramento atletico ma anche la via di guarigione della personalità dell'individuo, perché quando un soggetto si libera progressivamente di tutte quelle tensioni muscolari superflue, scopre sì la “fluidità” nei propri movimenti, ma anche quella nel sentire e nell'interagire con l'ambiente. Portare il corpo alla sua massima apertura articolare, liberandolo dalle

sue limitazioni, significa riportarlo al suo stato di grazia naturale, ove è pienamente libero di manifestare e percepire.⁵⁵

3.8 Recupero attivo

Le strategie di recupero attivo normalmente utilizzate nel calcio comprendono la corsa a bassa intensità (tra il 30 e il 60% del VO₂max) e/o l'utilizzo della *bike* stazionaria, sempre a impegno muscolare cardiovascolare molto modesto. Alcuni studi hanno dimostrato che questo tipo di recupero attivo effettuato immediatamente dopo il match e per un periodo pari ad almeno 15 minuti, se paragonato a un recupero passivo sarebbe in grado di accelerare il processo di *clearance* del lattato (Belcastro e Bonen, 1975). Tuttavia, al di là dell'indubbio valore scientifico, questi risultati sono di scarsa utilità pratica, data la realtà del calcio professionistico che rende molto difficile, se non impossibile, mettere in atto tale tipo di strategia. Inoltre numerosi studi mettono in discussione il fatto che il recupero sia ottimizzato in presenza di minori concentrazioni di lattato (Weltman e Regan, 1983; Bond e coll., 1991; Dupont e coll., 2003; 2004), senza contare il fatto che alcuni Autori avanzano l'ipotesi che un recupero attivo effettuato subito dopo uno sforzo intenso, quale può essere una partita di calcio, interferirebbe in modo significativamente negativo con i processi di re-sintesi glucidica (Choi e coll., 1994; Fairchild e coll., 2003). Altri lavori (Andersson e coll., 2008; 2010) che indagano le conseguenze di un recupero attivo di bassa intensità effettuato a 22 e 46 ore di distanza dal *match* non riferiscono alcun effetto positivo. Oggi mancano quindi in letteratura studi di buona evidenza che avallino l'utilizzo del recupero attivo nell'ambito del calcio.⁵⁶

55 D. De Angelis, *Stretching e calcio. Come prevenire gli infortuni ed aumentare la performance.*, 2017

56 Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

3.9 Indumenti compressivi

La tecnica della compressione rientra sia nella pratica PRICE sia in quella POLICE. L'acronimo PRICE sta a significare:

- *protection* (protezione), ossia la limitazione meccanica dei movimenti che potenzialmente potrebbero compromettere l'integrità del tessuto lesionato;
- *rest* (riposo), inteso come immobilizzazione della parte lesa, il cui scopo è quello di facilitare i meccanismi fisiologici di riparazione;
- *ice* (ghiaccio), la cui applicazione si prefigge la riduzione dello stravasamento conseguente alla lesione e il controllo del gonfiore e del dolore;
- *compression* (compressione), il cui scopo è quello di ridurre il flusso sanguigno intramuscolare all'interno dell'area lesa;
- *elevation* (elevazione), il cui razionale di utilizzo si fonda su uno dei principi di base della fisiologia e della traumatologia, ossia sul fatto che l'elevazione dell'estremità lesa al di sopra del livello del cuore provoca un decremento della pressione idrostatica e, susseguentemente, una riduzione dell'accumulo di liquidi interstiziali

L'acronimo POLICE, invece, che sotto alcuni aspetti e in alcuni casi può sostituire PRICE, rimpiazza la “R” di *rest* con la “OL” di *optimal loading*, ossia di “carico adeguato”, inteso come ripresa precoce del carico tipico di alcuni programmi di riabilitazione.

Tuttavia, l'uso di indumenti compressivi non ha come scopo la riduzione del flusso sanguigno intramuscolare all'interno dell'area lesa, come nel caso PRICE o POLICE, bensì quello di facilitare, grazie all'utilizzo di compressioni specificamente calibrate, il ritorno venoso, favorendo lo smaltimento dei metaboliti⁵⁷, risultando, pertanto, un'opzione di recupero vantaggiosa per i

⁵⁷ Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

giocatori con sintomi di danno muscolare indotto dall'esercizio. I danni muscolari indotti dall'esercizio sono causati dalle intense attività durante una partita di calcio che coinvolgono molte contrazioni muscolari eccentriche. I conseguenti cambiamenti strutturali nelle cellule muscolari possono causare una ridotta capacità massima di generazione della forza e prestazioni fisiche compromesse, aumento dei livelli ematici di enzimi, marcate risposte infiammatorie e stress ossidativo sovraregolato (Abián et al., 2016; Fatouros et al., 2010; Ispirlidis et al., 2008; Tseng et al., 2016), che sono spesso associati a indolenzimento muscolare a insorgenza ritardata (DOMS) durante le ore e i giorni successivi alla partita (Fatouros et al., 2010; Ispirlidis et al., 2008). Di conseguenza, il danno muscolare indotto dall'esercizio potrebbe essere uno dei possibili meccanismi di affaticamento post-esercizio (Finsterer & Drory, 2016). L'entità di questi disturbi aumenta entro le prime 24 ore dopo l'esercizio, raggiunge il picco tra 24 e 48 ore e ritorna ai livelli di base dopo 72-96 ore (Fatouros et al., 2010; Ispirlidis et al., 2008; Magalhães et al., 2010); quindi le strategie di recupero dovrebbero essere proposte dopo una partita per promuovere un recupero più rapido.⁵⁸

Esistono indumenti compressivi che coinvolgono esclusivamente il polpaccio (calze) e altri invece “avvolgono” completamente gli arti inferiori. Inoltre, restando nell'ambito delle calze, alcuni prodotti esercitano una pressione maggiore (mediamente 20-22 mm Hg) nella parte superiore del polpaccio, mentre altri nella parte inferiore (a livello della caviglia).⁵⁹

Durante l'esercizio, le proprietà fisiche e meccaniche degli indumenti compressivi forniscono supporto strutturale a muscoli e articolazioni, mantenendo così la struttura e la funzione muscolare (Kraemer et al., 2001a), attenuando le forze di impatto (Doan et al., 2003; Kraemer et al., 1998a), oscillazione muscolare (Bringard, Perrey e Belluye, 2006; Doan et al., 2003; Kraemer et al., 1998b; Valle et al., 2013) e miglioramento della propriocezione (Kraemer et al., 1996).

58 Marqués-Jiménez D et al., *Influence of different types of compression garments on exercise-induced muscle damage markers after a soccer match.*, Res Sports Med., 2018

59 Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

Durante il periodo di recupero gli indumenti compressivi stimolano l'allineamento delle fibre muscolari migliorando la rigenerazione muscolare dopo i danni muscolari indotti dall'esercizio (Kraemer et al., 2001a), riducono lo spazio disponibile per l'accumulo di liquidi e il conseguente gonfiore e diminuiscono i DOMS (Marqués-Jimenez et al., 2016). Quindi, si può ipotizzare che gli indumenti compressivi attenuerebbero i danni muscolari indotti dall'esercizio nei calciatori.

Uno studio ha coinvolto 18 calciatori semiprofessionisti di due squadre (a livello nazionale e regionale), i quali dovevano giocare una partita, di 90 minuti, senza indossare indumenti compressivi e, a distanza di tre settimane, un'altra, sempre di 90 minuti, ma indossandoli. La prima partita è stata giocata soltanto da 10 dei 18 partecipanti, poiché essendo semiprofessionisti per alcuni il calcio non era la principale fonte di reddito, mentre la seconda partita ha visto la partecipazione di tutti i 18 calciatori, i quali sono stati suddivisi in tre gruppi, da sei componenti, che differivano per la tipologia di indumento compressivo da indossare. Infatti, il primo gruppo indossava calze compressive che coprivano caviglia (20-25 mm Hg) e polpaccio (15-20 mm Hg), il secondo indossava collant compressivi che coprivano polpaccio (25-30 mm Hg) e coscia (15-20 mm Hg) e, infine, il terzo gruppo che indossava pantaloncini compressivi (15-20 mm Hg alla coscia).

Gli indumenti compressivi dovevano essere indossati dai calciatori non solo durante la partita, ma anche per i tre giorni consecutivi, per sette ore al giorno.

Le partite si sono svolte su un campo di erba artificiale (102x63 m) e durante le settimane che dividevano le due partite tutti i partecipanti si sono allenati regolarmente con il resto dei compagni di squadra per 3-4 volte a settimana, giocando una partita ufficiale ogni fine settimana.

Un'ora prima della partita sono stati raccolti i dati dei biomarcatori di danno muscolare indotto da esercizio, ossia creatinichinasi (CK), lattato deidrogenasi (LDH), transaminasi glutammico ossalacetica (GOT; un enzima che si trova principalmente nel fegato, i cui livelli nel sangue aumentano quando le cellule epatiche o muscolari sono danneggiate), transaminasi glutammico-piruvica (GTP, anch'esso un enzima del fegato che aiuta a metabolizzare le proteine e che, in caso

di lesioni, viene riversato nel sangue, aumentando oltre i limiti normali), gamma glutamil transpeptidasi (GGT, un enzima presente in alte concentrazioni non solo nelle cellule del fegato, ma anche nei dotti biliari e nei reni, implicato nel recupero degli amminoacidi attraverso la membrana cellulare e nel metabolismo del glutatione), DOMS e gonfiore. Quest'ultimi due valori sono stati misurati anche nell'intervallo, 24, 48 e 72 ore dopo la partita, a differenza dei biomarcatori che sono stati misurati nuovamente soltanto dopo 72 ore dalla partita.

Non ci sono state differenze nel carico interno ed esterno tra le partite, quindi i risultati non possono essere collegati alla variabilità da *match a match* o ai sintomi di disallenamento.

La maggior parte dei biomarcatori, inclusi CK, LDH, GOT e GTP, erano significativamente maggiori 72 ore dopo la partita rispetto al *pre-match* nel gruppo controllo, ossia non indossante indumento compressivi, mentre nei gruppi sperimentali aumenti significativi tra *pre-partita* e 72 ore dopo la partita sono stati osservati solo in CK e LDH, mentre su GOT, GTP e GGT non sono state mostrate differenze significative.

Il gonfiore della coscia ha raggiunto il picco 24 ore dopo la partita nel gruppo controllo e nel gruppo di giocatori che indossava collant compressivi, mentre nei gruppi “calze compressive” e “pantaloncini compressivi” è stato raggiunto 72 ore dopo la partita.

Gli aumenti del gonfiore della coscia erano significativi nel tempo soltanto nel gruppo controllo.

Il gonfiore del polpaccio, invece, ha raggiunto il picco 72 ore dopo la partita nel gruppo controllo, mentre diminuiva in ciascun punto di misurazione nel resto degli altri gruppi.

Sia nel gruppo controllo che nei gruppi sperimentali, il DOMS ha raggiunto il picco tra la fine del match e le 24 ore successive, dopodiché diminuiva.

L'aumento dei biomarcatori riportato da questo studio suggerisce che una partita di calcio può indurre danno muscolare, che la risposta LDH è simile alla risposta CK e che GOT può essere modificato in misura maggiore rispetto a GTP, il cui aumento è sempre accompagnato da aumenti di GOT e CK. Inoltre, dato che

l'aumento dei biomarcatori è stato maggiore nel gruppo controllo, si può affermare che la terapia compressiva stimola un recupero più rapido.

Durante il recupero, gli aumenti del gonfiore erano significativamente maggiori nel gruppo controllo rispetto agli altri gruppi. Ciò può essere dovuto al fatto che la compressione facilitando il drenaggio linfatico, riducendo lo stravasamento di liquidi dai capillari e migliorando il trasporto di liquidi dall'interstizio muscolare alla circolazione sanguigna (Bovenschen, Booij e Van der Vleuten, 2013; Kraemer et al., 2001a, 2001b), riduce l'edema indotto dall'esercizio fisico, riducendo meccanicamente la quantità di spazio disponibile per il gonfiore e promuovendo un allineamento stabile delle fibre muscolari successive al danno muscolare indotto dall'esercizio (French et al., 2008; Kraemer et al., 2001a, 2010, 2004).

La riduzione dell'edema può attenuare la risposta infiammatoria (Kraemer et al., 2001b) e può essere la causa alla base della riduzione dei DOMS (Jakeman et al., 2010a), poiché il rilascio di proteine dagli elementi contrattili danneggiati nel liquido interstiziale aumenta l'osmosi tissutale e potrebbe causare dolore (Kraemer et al., 2001b).

Possiamo concludere dicendo che, c'è un effetto positivo ma non significativo degli indumenti compressivi sull'attenuazione della risposta di GOT e GPT 72 ore dopo la partita.

Il gonfiore è attenuato in misura maggiore nei gruppi muscolari esposti alla compressione, mentre l'attenuazione del DOMS è maggiore durante il recupero rispetto al post-partita.⁶⁰

Anche Born e coll., in una *review* del 2013, dove esaminarono l'effetto dell'utilizzo di indumenti compressivi sul recupero post-esercizio, riportano come i miglioramenti più evidenti consistono in una riduzione del gonfiore muscolare e del dolore post-esercizio percepito.

⁶⁰ Marqués-Jiménez, *Influence of different ...*, cit.

In linea generale, si può ipotizzare che l'impiego di indumenti compressivi durante il recupero sortisca due effetti, strettamente interdipendenti, consistenti nel miglioramento del recupero stesso e nel possibile incremento della successiva *performance*. Tuttavia, il ricorso a indumenti compressivi sembra più giustificato nel caso in cui si cerchi un miglioramento del recupero, piuttosto che nel caso in cui si intenda ottenere un aumento della *performance*, indipendentemente dal fatto che quest'ultima sia immediata (ad esempio, nel momento in cui gli indumenti compressivi vengono indossati) oppure segua alla fase di recupero.⁶¹

⁶¹ Bisciotti, *La prevenzione degli infortuni ...*, cit.

Capitolo 4

“SARS-CoV-2”

4.1 Cos'è il COVID-19?

COVID-19 (acronimo dell'inglese *Corona Virus Disease 19*) è il nome dato alla malattia infettiva respiratoria causata dal virus SARS-CoV-2, un nuovo ceppo di coronavirus che non è stato precedentemente identificato nell'uomo. Questo nuovo coronavirus è stato rilevato in Cina nel 2019 ed è strettamente correlato geneticamente al virus SARS-CoV-1 (trasmesso all'uomo dallo zibetto), che provoca la SARS, emersa alla fine del 2002 nella stessa Cina.

SARS-CoV-2 viene trasmesso principalmente tramite droplet e aerosol da una persona infetta quando starnutisce, tossisce, parla o respira e si trova in prossimità di altre persone.

Le goccioline possono essere inalate e ci si può infettare toccandosi il naso, la bocca o gli occhi.

Il virus può sopravvivere su superfici per poche ore (rame, cartone) fino a un certo numero di giorni (plastica e acciaio inossidabile). Tuttavia, la quantità di virus vitale diminuisce nel tempo e potrebbe non essere sempre presente in quantità sufficiente da causare l'infezione.

I sintomi di COVID-19 variano sulla base della gravità della malattia, dall'assenza di sintomi (essere asintomatici) alla presenza di febbre, tosse, mal di gola, debolezza, affaticamento e dolore muscolare. I casi più gravi possono presentare polmonite o sindrome da distress respiratorio acuto, che si sviluppano a seguito del grave stress infiammatorio e ossidativo indotto da SARS-CoV-2, danneggiando così gli alveoli polmonari. Le persone che hanno maggiori probabilità di sviluppare tali forme gravi di malattia sono le persone anziane di età superiore ai 60 anni e quelle con patologie preesistenti, come ipertensione arteriosa, problemi cardiaci, diabete, malattie respiratorie croniche, cancro e i pazienti immunodepressi (per patologia congenita o acquisita, trapiantati o in

trattamento con farmaci immunosoppressori). Gli uomini di questi gruppi sembrano essere a rischio leggermente maggiore rispetto alle donne.

Sono stati riconosciuti come sintomi di COVID-19 anche la diminuzione dell'olfatto (iposmia), la perdita improvvisa dell'olfatto (anosmia) e del gusto (ageusia) e l'alterazione del gusto (disgeusia).

Altri sintomi meno specifici possono includere cefalea, brividi, mialgia, astenia, vomito e/o diarrea.

Il periodo di incubazione per COVID-19, cioè il tempo che intercorre tra l'esposizione al virus e l'insorgenza dei sintomi, è stimato tra uno e 14 giorni.⁶²

4.2 Conseguenze del COVID-19 sui calciatori di Serie A

Nonostante il COVID-19 colpisca principalmente il sistema cardio-respiratorio, l'infezione da SARS-CoV-2 può influenzare la funzione muscolare, compromettendo la capillarizzazione periferica e di conseguenza diminuendo l'assorbimento di ossigeno muscolare, limitando le vie metaboliche ossidative. Questa limitazione del sistema metabolico aerobico può, in un'attività sportiva intermittente ad alta intensità come il calcio, indurre prematuramente uno stato di affaticamento, che rappresenta un fattore predisponente al danno muscolare indiretto. Infatti, la fatica può alterare il modello di reclutamento muscolare e la produzione di forza, aumentando così il rischio di lesioni muscolari.

Inoltre, la riduzione della capacità ossidativa del muscolo aumenta il coinvolgimento del metabolismo anaerobico lattacido a parità di intensità di sforzo, dando luogo a successiva prematura acidosi muscolare. Un aumento dell'acidosi muscolare comporta una maggiore fragilità delle fibre muscolari e conseguentemente un maggior rischio di lesioni muscolari.

Inoltre, la perturbazione del sistema aerobico può ridurre la capacità di resistenza complessiva dell'atleta. Poiché un VO₂ max inferiore è un fattore di rischio

62 <https://www.salute.gov.it/portale/nuovocoronavirus/dettaglioFaqNuovoCoronavirus.jsp?lingua=italiano&id=25>

indipendente per lesioni muscolari indirette, si può supporre che un atleta che ha contratto il COVID-19 sia soggetto a un aumentato rischio di lesioni muscolari.⁶³

La Serie A è stato il campionato di calcio che, in Europa, ha registrato il maggior numero di infortuni a seguito del blocco imposto dal COVID-19. Sono diversi gli studi che hanno rilevato una correlazione tra l'infezione da SARS-CoV-2 e l'aumento del numero di infortuni muscolari.

Uno di questi ha analizzato l'incidenza degli infortuni muscolari a partire dalla stagione 2016/2017 fino ad arrivare alla 2020/2021 *post-lockdown*, escludendo dall'analisi la stagione 2019/2020 a causa delle differenze nel suo svolgimento, dovute, appunto, alla diffusione virale della pandemia e alle conseguenti restrizioni di *lockdown* (3 mesi).

Complessivamente, sono stati osservati 318 infortuni muscolari nella stagione 2016/2017, 289 nella 2017/2018, 386 nella 2018/2019 e 574 nella 2020/2021. Si nota, dunque, che l'incidenza degli infortuni muscolari è aumentata nella stagione *post-lockdown*. Inoltre, è stato visto che i giorni totali di positività delle squadre sono significativamente associati al numero totali di infortuni delle squadre stesse. Infatti, i giocatori affetti da positività lunga sembrano essere più inclini a incorrere in un infortunio muscolare senza contatto e, in alcuni casi, in infortuni ripetuti, rispetto ai giocatori affetti da positività breve.⁶⁴

Il secondo studio aveva lo scopo di indagare se il livello di gravità del COVID-19 potesse influenzare il rischio di infortuni muscolari. Il periodo di raccolta dei dati sugli infortuni si è esteso dal 22 agosto 2020 al 31 maggio 2021. Le squadre di Serie A coinvolte sono state 15, per un totale di 433 giocatori. La gravità della malattia COVID-19 è stata classificata in base a 5 livelli, secondo le linee guida per il trattamento della malattia stessa: livello I, infezione asintomatica o

63 Corsini A et al., *Are Football Players More Prone to Muscle Injury after COVID-19 Infection? The "Italian Injury Study" during the Serie a Championship.*, Int J Environ Res Public Health. 2023

64 Annino G et al., *COVID-19 as a Potential Cause of Muscle Injuries in Professional Italian Serie A Soccer Players: A Retrospective Observational Study.*, Int J Environ Res Public Health. 2022

presintomatica; livello II, malattia lieve; livello III, malattia moderata; livello IV, malattia grave e, infine, livello V, malattia critica.

332 sono stati gli infortuni muscolari indiretti registrati durante allenamenti e partite, di cui 104 verificatisi dopo un'infezione da SARS-CoV-2, mentre i restanti 228 non sono stati preceduti da episodi di COVID-19.

I giocatori che hanno contratto il virus sono stati 173 e la gravità della malattia era per lo più di livello I (78 giocatori) e II (84 giocatori); i restanti 11 giocatori appartenevano al livello III.

Il rischio di infortuni muscolari nei giocatori infetti era aumentato del 36% rispetto a coloro che non avevano contratto il COVID-19 o le cui lesioni muscolari indirette si fossero verificate prima di contrarlo.

Inoltre, l'incidenza di infortuni (espressa come numero di infortuni per 1000 ore di esposizione al gioco) aumentava nel livello di gravità COVID-19: i giocatori con livelli di gravità II e III hanno avuto un aumento dell'incidenza del 69%, rispetto al livello I e ai non COVID-19.

Questi dati sono confermati dal parametro “carico di infortuni”, ossia il numero di giorni persi a causa di infortuni, in quanto presenta un modello simile, con un aumento dell'86% nei livelli di gravità II e III, rispetto ai non COVID-19.⁶⁵

Il terzo e ultimo studio preso in considerazione riguarda il tasso di infortuni, sempre confrontando la stagione caratterizzata dal *lockdown* e quella *post-lockdown*, ma correlato ai cambiamenti nella frequenza settimanale delle partite di campionato.

Durante la stagione 2019/2020, quindi comprendente il periodo di *lockdown*, le squadre di Serie A si sono ritrovate a dover disputare 2 partite a settimana, diversamente dalla stagione precedente l'interruzione, dove la frequenza settimanale era di 0,9-1 partite.

In questo studio sono state valutate 3 fasi del campionato di Serie A, ciascuna della durata di 41 giorni: la fase A corrisponde all'inizio della stagione 2019/2020, ovvero dal 24 agosto 2019 al 4 ottobre 2019, la fase B al periodo successivo al

⁶⁵ Corsini, *Are Football Players ...*, cit.

lockdown, 22 giugno 2020 – 2 agosto 2020 e, infine, la fase C alla stagione 2020/2021, tra il 20 settembre 2020 e il 31 ottobre 2020.

Hanno partecipato allo studio tutte le 20 squadre del campionato, per un totale di 763 giocatori nella fase A, 748 nella fase B e 567 nella fase C.

Gli infortuni sono stati suddivisi in infortuni verificatisi durante l'allenamento e durante le partite. Sono stati registrati 198 infortuni durante l'allenamento, con un numero significativamente maggiore nella fase B rispetto alla fase A (78 vs 51), così come sono stati maggiori sia il tasso che l'incidenza di infortuni, rispettivamente 4,6 vs 1,41 infortuni/ 1000 ore di esposizione e 6,5% vs 2,04%.

Per quanto riguarda le partite, invece, gli infortuni totali sono stati 126, di cui 28 nella fase A, durante la quale sono state disputate 60 partite; 68 nella fase B, dove le partite sono state 120; 30 nella fase C, in 50 partite.

Il carico di infortuni è stato significativamente inferiore nella fase B (278,99 giorni di assenza) rispetto alla fase A (425,4 giorni di assenza) e alla fase C (484,76 giorni di assenza), mentre nella fase A è stato registrato un tempo medio RTP (*return to play*) significativamente più lungo rispetto alla fase B (44,6 vs 23,1 giorni).

Guardando il numero di partite disputate in ogni fase, nella B le 120, che si sono svolte in 41 giorni, corrispondono a 12 giornate di campionato, a differenza, invece, della fase A e C, nelle quali 12 giornate di campionato si sono svolte rispettivamente in 81 e 89 giorni.

Lo studio si è occupato anche di questo aspetto, ossia del numero di infortuni in 12 giornate di campionato nelle 3 fasi, rilevando, come già detto in precedenza, 68 infortuni nella fase B, mentre 47 si sono verificati nella fase A e 62 nella C, per un totale di 177 infortuni.

Il tasso di infortuni e l'incidenza, in questa analisi, sono stati significativamente più alti nella fase B rispetto alla A. Infatti, si ha un tasso di infortuni di 0,56/ 1000 ore di esposizione nella fase B, contro un 0,39/ 1000 ore di esposizione nella fase A, mentre l'incidenza è dell'11,8% nella fase B e del 9,3% nella A. E, nuovamente, il periodo medio di ritorno al gioco è stato più lungo nella fase A rispetto alla B (41,8 vs 23,1 giorni).

Grazie a questo studio possiamo affermare che sia gli infortuni legati all'allenamento sia quelli legati alle partite sono stati maggiori nella fase B, ovvero successiva al *lockdown*. Essi possono essere legati alla maggior frequenza di partite di quel periodo. La tendenza della fase B è stata confermata nella fase C, la stagione 2020/2021, che sebbene fosse considerata normale, cioè caratterizzata da un regolare programma di allenamenti e partite, essa è stata preceduta da un periodo preparatorio più breve, di soli 49 giorni rispetto ai 90 giorni che dovrebbero passare dalla fine di una stagione all'inizio della successiva.⁶⁶

4.3 Effetti del *detraining* e programmazione allenamenti dopo il *lockdown*

Il *lockdown* ha sospeso, oltre alle partite di campionato, anche gli abituali allenamenti delle squadre, costringendo così i giocatori ad allenarsi in casa, con tutte le conseguenti restrizioni logistiche. L'allenamento casalingo, progettato dallo staff tecnico della squadra, aveva come obiettivo il mantenimento della forma fisica e della salute generale.⁶⁷

Uno studio che ha coinvolto 50 calciatori di Serie A ha riportato il programma di allenamento di costoro durante le 13 settimane di *lockdown*. Essi svolgevano, settimanalmente, 4/5 sedute di allenamento aerobico, ad intensità medio-alta, su tapis roulant o cyclette, 2/3 sedute di allenamento per la forza con esercizi a corpo libero o utilizzando piccoli pesi e, infine, dello stretching come lavoro di prevenzione dagli infortuni.⁶⁸ Il monitoraggio del carico di allenamento da parte del preparatore atletico era quotidiano, attraverso l'utilizzo soprattutto della scala di percezione dello sforzo (RPE) e il controllo della frequenza cardiaca. Il monitoraggio del carico è utile per caratterizzare le risposte all'allenamento

66 Mazza D et al., *Injuries During Return to Sport After the COVID-19 Lockdown: An Epidemiologic Study of Italian Professional Soccer Players.*, Orthop J Sports Med. 2022

67 Washif JA et al., *Training Practices of Football Players During the Early COVID-19 Lockdown Worldwide.*, Int J Sports Physiol Perform. 2022

68 Rampinini E et al., *Impact of COVID-19 Lockdown on Serie A Soccer Players' Physical Qualities.*, Int J Sports Med. 2021

(adattamento), alla fatica e alla necessità di recupero, che forniscono informazioni relative ai rischi associati al sovrallenamento, agli infortuni e alle malattie, ma anche per mantenere le connessioni sociali durante il blocco.

È probabile che questa tipologia di allenamento abbia fornito benefici ad alcuni giocatori, mentre altri potrebbero essere stati sottoposti a stimoli di allenamento insufficienti, con conseguente perdita di adattamenti morfologici e fisiologici. Pertanto, i professionisti di medicina dello sport hanno ritenuto opportuno fornire alcuni consigli sull'organizzazione delle sessioni di allenamento in vista della ripresa dell'attività sportiva dei calciatori professionisti, al fine di ridurre al minimo il rischio di infortunio.⁶⁹

Nel corso di periodi di insufficienti stimoli allenanti, com'è stato appunto il *lockdown*, si verifica un declino della condizione fisiologica, fenomeno che prende il nome di *detraining* (Mujika, Padilla 2001).⁷⁰

Dal momento che non possiamo dire con certezza che tutti i calciatori fossero provvisti di attrezzature per l'allenamento cardiorespiratorio, una sospensione dell'allenamento aerobico per 2-4 settimane comporta, dal punto di vista fisiologico, una rapida diminuzione iniziale del VO2 max, seguita, a lungo termine, da una diminuzione del volume sanguigno e del contenuto di emoglobina. Questi cambiamenti provocano, a loro volta, una diminuzione della capillarizzazione muscolare e una perdita di efficienza dei meccanismi di regolazione della temperatura corporea.

Se il periodo di *detraining* dura più di un mese diminuisce anche l'attività degli enzimi ossidativi del muscolo scheletrico.

Sulla base di questi cambiamenti, sia centrali sia periferici, del sistema aerobico, l'allenamento di resistenza dovrebbe essere suddiviso in tre fasi: la prima basata su sessioni di *Interval Training*, comprendenti 45-90 secondi di corsa, a circa l'80-85% della massima velocità aerobica (MAS = intensità di allenamento minima quando il corpo raggiunge la sua massima capacità di consumare ossigeno

⁶⁹ Washif, *Training Practices of ...*, cit.

⁷⁰ Sannicandro, *Rischio di infortunio ...*, cit.

(VO2max)) e un recupero attivo, correndo ad un'intensità pari al 50-60% del VO2 max.

Dopo questo primo periodo di adattamento di base, segue la seconda fase, sempre basata sull'*Interval Training*, ma ad intensità crescente (dal 100 al 115% della MAS). La richiesta fisiologica passa, quindi, da un meccanismo prettamente aerobico ad un meccanismo misto, aerobico-anaerobico, con un maggior coinvolgimento progressivo del sistema anaerobico lattacido.

Le tipologie di *Interval Training* consigliate sono 30"/30", 20"/20" e 10"/10" e le intensità dal 100% della MAS (per 30"/30") al 115% della MAS (per 10"/10").

Il volume totale dell'allenamento dovrebbe comprendere almeno tre serie di lavoro intermittente, la cui singola durata varia dai 10 minuti per 30"/30" ai 6 minuti per 10"/10", per sessione. Il recupero tra le serie è inizialmente passivo e in un secondo momento attivo, effettuato, cioè, ad una velocità di corsa pari a circa il 50-60% della MAS.

La terza e ultima fase della programmazione dell'allenamento aerobico vede l'inserimento di esercizi con la palla, ad alta intensità.

Il periodo di *detraining* potrebbe aver causato anche una perdita di massa muscolare (8-12 settimane di sospensione dell'allenamento contro resistenza provocano una perdita di massa muscolare mediamente del 0,6% al giorno, a partire da 15 giorni di inattività, perdita che si traduce in una riduzione di forza muscolare, compresa tra il 7 e il 12%) e una diminuzione/perdita delle caratteristiche peculiari delle fibre veloci. Quest'ultime potrebbero aver subito una trasformazione in fibre di tipo lento (tipo I), modifica che influisce sulle prestazioni muscolari, soprattutto in termini di forza e velocità. Pertanto, l'allenamento contro resistenza dovrebbe essere organizzato in due periodi: il primo focalizzato sul recupero dell'ipertrofia muscolare e il secondo sulla stimolazione selettiva delle fibre a contrazione rapida.

Nel primo periodo, composto almeno da 10 sessioni di allenamento, il carico esterno da adottare dovrebbe essere compreso tra il 70 e il 75% del carico massimo e la serie composta da 8-10 ripetizioni, eseguite in modo lento e controllato.

Nel secondo periodo, invece, il carico esterno è compreso tra il 50 e l'85% del carico massimo e il ritmo esecutivo alla massima velocità (cioè la massima potenza erogata). La serie deve essere interrotta quando la velocità di esecuzione (o la produzione di potenza se l'allenamento è monitorato) diminuisce oltre un limite stabilito.

È possibile mantenere questo tipo di allenamento anche nel periodo in-season. Inoltre, come raccomandazione finale ma non meno importante, viene suggerita l'inclusione nel piano di allenamento contro resistenza, a partire dal secondo periodo, di esercizi basati sulla contrazione eccentrica, in quanto particolarmente efficaci sia per la prevenzione delle lesioni muscolari che per l'aumento della forza massimale.

Come accennato precedentemente, il periodo di *lockdown* potrebbe aver causato una diminuzione del numero di fibre veloci, pertanto è ragionevole aspettarsi una notevole perdita di velocità. Ci sono prove che, quattro settimane di *detraining* in una popolazione di calciatori, causano un aumento del tempo in 20 e 30 metri di sprint.

Poiché esiste una stretta relazione tra i valori di velocità massima e quelli di potenza muscolare, il suggerimento nel programmare l'allenamento della velocità è di strutturarli in tre fasi, al pari dell'allenamento aerobico: la prima fase focalizzata su esercizi che consentano la massima produzione di potenza dell'arto inferiore, i quali possono essere di tipo generale (leg press, squat, squat jump) o specifico (sprint con traino, sprint in salita, ...), la seconda sull'allenamento pliometrico, poiché un gran numero di movimenti specifici del calcio (scatti, cambi di direzione, salti e in generale azioni rapide) sono costituiti da un rapido ciclo di allungamento-accorciamento (cioè una successione di rapide fasi eccentriche e concentriche) e, infine, la terza fase sulla capacità di sprint ripetuti, della durata di 10 secondi e separati da un intervallo di 60 secondi, poiché la prestazione calcistica è caratterizzata da sprint di breve durata intervallati da brevi recuperi.

Eseguire sprint ripetuti richiede un “mix fisiologico” tra la produzione di energia (cioè la velocità dello sprint) e la resistenza (ovvero il recupero tra gli sprint). Più precisamente, l'abilità di sprint ripetuti si basa su una complessa relazione tra aspetti metabolici, come la capacità ossidativa, il recupero di fosfocreatina e il *buffering* H⁺ (ossia il processo di eliminazione di ioni idrogeno, H⁺, dal tessuto muscolare, che, se rapido, garantisce ulteriore energia per l'attività di sprint, a seguito della quale vengono rilasciate grandi quantità di prodotti metabolici intermedi. Questo processo è effettuato principalmente dalle capacità tampone dei compartimenti dei fluidi intracellulari e capillari), e fattori neurali come l'attivazione muscolare e una strategia di reclutamento neuromuscolare.

Un *detraining* superiore a otto settimane comporta anche una riduzione della flessibilità. La pratica regolare di stretching statico è in grado di aumentare il ROM. È opportuno, quindi, inserire, nel piano di allenamento, esercizi di stretching statico, che coinvolgano i maggiori gruppi muscolari, ma anche esercizi di stretching dinamico, la cui applicazione ottimale risulta essere durante il riscaldamento.

Esistono prove riguardo anche l'effetto deleterio del *detraining* sulle caratteristiche biologiche dei tendini degli arti inferiori.

Il tasso di sintesi del collagene tendineo diminuisce nel tempo durante un periodo di inattività. Le modifiche riguardano la sintesi di collagene di tipo I e II, l'organizzazione del collagene stesso, la vascolarizzazione e il contenuto di proteoglicani. Queste alterazioni biologiche e strutturali provocano una diminuzione della resistenza meccanica del tendine, particolarmente evidente a livello del tendine d'Achille e del tendine rotuleo.

È consigliato, dunque, riprendere l'attività sportiva con cautela dopo un lungo periodo di sospensione, per evitare un aumento di patologie tendinee e/o lesioni tendinee causate, appunto, dalla modificazione del metabolismo tendineo indotta dal *detraining*.

Un altro punto importante da sottolineare è che, in letteratura, esistono evidenze sull'aumento del rischio di sviluppo di tendinopatie e rotture del tendine d'Achille

per i soggetti appartenenti al gruppo sanguigno 0. I soggetti appartenenti a questo gruppo sanguigno mostrano un'attività della N-acetilgalattosammina transferasi (il monosaccaride terminale dell'antigene A) molto più elevata rispetto ai soggetti appartenenti ai gruppi sanguigni A e B.

Questo aumento dell'attività della N-acetilgalattosammina transferasi comporterebbe un aumento del collagene di tipo III e un conseguente squilibrio nel rapporto collagene di tipo I e collagene di tipo III. Poiché il collagene di tipo III mostra una minore resistenza allo stress meccanico rispetto al tipo I, la sua proliferazione anormale può esporre i soggetti a tendinopatia o rottura spontanea del tendine d'Achille. È questo il motivo per il quale i calciatori appartenenti al gruppo sanguigno 0 possono avere un rischio di infortuni maggiore.⁷¹

Per capire quale sia stato l'effetto del periodo di blocco causato dal COVID-19 sulla capacità aerobica e sulla potenza anaerobica degli arti inferiori nei calciatori e, quindi, se i programmi di allenamento domiciliari, forniti dallo staff tecnico della squadra, siano stati in grado di contrastare, parzialmente, gli effetti del *detraining*, i 50 calciatori di Serie A, citati inizialmente, sono stati sottoposti a due test fisici: il test di Mognoni, per valutare la capacità aerobica, e il CMJ test (*countermovement jump test*), per valutare la potenza anaerobica degli arti inferiori.

Entrambi i test sono stati eseguiti dai giocatori non solo dopo il *lockdown*, ossia nel maggio 2020, ma anche nel periodo agonistico che ha preceduto il *lockdown* (novembre 2019-febbraio 2020), nel periodo agonistico della stagione 2016-2017, nello specifico ad aprile 2017 e, infine, nella pausa estiva tra la fine della stagione 2016-2017 e l'inizio del periodo di preseason della stagione 2017-2018, precisamente a luglio 2017. Aprile e luglio 2017 possono essere considerati come periodi di attività fisica ridotta, come lo è stato il periodo di *lockdown*. È stata scelta la stagione 2016-2017 per i confronti perché nelle due stagioni che hanno preceduto il *lockdown*, ossia 2017-2018 e 2018-2019, non sono stati effettuati test fisici nella seconda metà della stagione agonistica.

71 Bisciotti GN et al., *Return to football training and competition after lockdown caused by the COVID-19 pandemic: medical recommendations.*, Biol Sport. 2020

Nella tabella sottostante sono riportati i programmi di allenamento durante i periodi presi in considerazione:

► **Tabella 1** Descrizione del programma di allenamento per i quattro periodi considerati.

Periodo	Durata settimane (n)	Volume settimanale medio di allenamento + partita (minuti)	Partite ufficiali a settimana (n)	Sessioni di allenamento/settimana (n)	Distribuzione allenamento (%)			Descrizione settimanale dell'allenamento
					Aerobico	Anaerobico	Altro *	
Covid-19 lockdown	13	~380 (min 338–max 430)	0,2	8	60–65	25–30	10–15	4 o 5 sedute di aerobica eseguite a intensità medio-alta su attrezzature fisse domestiche (tapis roulant o cyclette) + 2 o 3 sedute di allenamento della forza a corpo libero e piccoli pesi.
Periodo competitivo 2019/2020	11	~480 (min 390 – max 590)	1,2	6	30–35	15–20	45–50	~3 sessioni tecnico-tattiche ad alta intensità comprese partite a ranghi e simulazioni di partite di calcio + 2 o 3 sessioni tecnico-tattiche a bassa intensità compresi calci di punizione + 1 o 2 sessioni di corsa + 1 o 2 sessioni di allenamento della forza in palestra utilizzando prevalentemente dispositivi di allenamento isoinerziali e ripetuti cambi di direzione.
Periodo competitivo 2016/2017	8	~450 (min 315 – max 610)	0,9	6	35–40	10–15	45–50	2 o 3 sessioni tecnico-tattiche ad alta intensità comprese partite a ranghi e simulazioni di partite di calcio + ~3 sessioni tecnico-tattiche a bassa intensità compresi calci di punizione + 1 o 2 sessioni di corsa + 1 sessione di allenamento della forza in palestra utilizzando prevalentemente dispositivi di allenamento isoinerziali e ripetute cambiamenti di direzione.
Pausa estiva 2017	14	~270 (min 240 – max 300)	0,6	4/5	55–60	25–30	10–15	Nelle ultime 3 settimane prima dell'inizio del periodo di preparazione, dopo la fine delle partite ufficiali e 2 settimane di riposo completo, i giocatori hanno completato 2 o 3 sessioni aerobiche + 2 sessioni di allenamento della forza utilizzando il peso corporeo e piccoli pesi. Inoltre si sono allenati con alcune sessioni di beach soccer, tennis o paddle tennis.

* Altro includeva il lavoro di prevenzione degli infortuni.

La cosa più evidente di questi programmi di allenamento è la riduzione, di circa il 20-25%, del volume di allenamento durante il periodo di *lockdown* rispetto a due dei tre periodi considerati, ovvero i periodi competitivi delle stagioni 2019/2020 e 2016/2017.

Il test di Mognoni consiste in una corsa continua di 6 minuti ad una velocità costante di 13,5 km/h, coprendo una distanza totale di 1350 m.

Nella versione sul campo di questo test, utilizzata nel presente studio, i giocatori hanno completato 4,5 giri di un percorso ellittico di 300 metri, tracciato seguendo le linee esterne di un campo da calcio artificiale, e la velocità è stata mantenuta utilizzando segnali acustici, all'emissione dei quali i giocatori dovevano trovarsi in prossimità dei coni posti sul percorso ogni 50 metri.

Immediatamente dopo i 6 minuti di corsa, è stata misurata, due volte, la concentrazione di lattato nel sangue, dal lobo dell'orecchio con un analizzatore di lattato portatile, e la media delle due misurazioni è stata mantenuta come indicatore principale della capacità aerobica. Più basso è il valore del lattato dopo il test, migliore sarà il livello di capacità aerobica.

Prima dell'inizio del test di Mognoni è stata evitata qualsiasi forma di riscaldamento per evitare effetti potenzialmente confondenti sulla risposta fisiologica al test stesso.

Dopo il completamento del test di Mognoni e a seguito di 5 minuti di esercizi di mobilità dinamica, è stata valutata la prestazione di salto verticale dei giocatori attraverso il CMJ test, ovvero tre salti in contromovimento submassimali, mantenendo le braccia sui fianchi, su una piattaforma di forza. Il recupero tra un salto e l'altro era di 30 secondi.

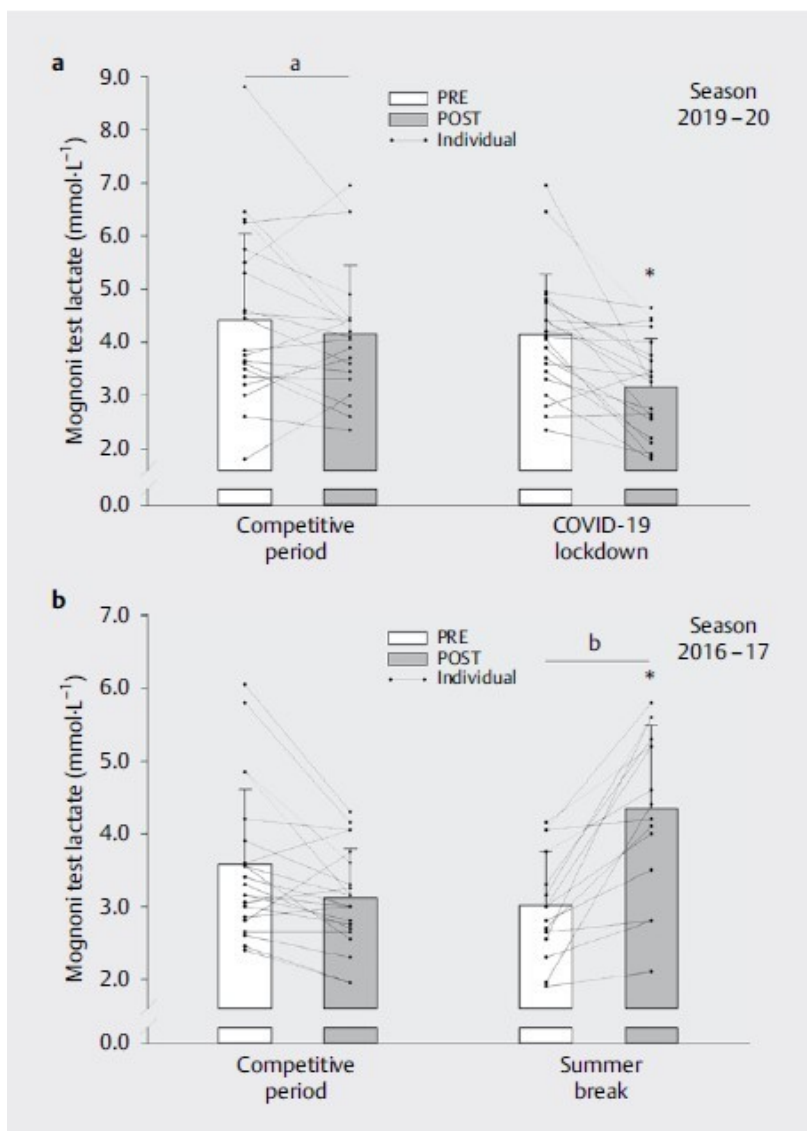
La media dei tre migliori valori di altezza del salto, potenza di picco assoluta e relativa è stata mantenuta, poiché queste variabili sono già state considerate rilevanti per i giocatori di calcio.

Entrambi i test sono stati eseguiti al mattino (dalle 8:30 alle 12:30), due giorni dopo la partita e senza allenamenti faticosi il giorno prima del test. Tutti i giocatori erano esenti da infortuni o malattie e avevano ben familiarizzato con questi test nell'ambito delle valutazioni di routine eseguite dalla squadra nel corso della stagione.

L'ipotesi era che le prestazioni di salto verticale sarebbero state più influenzate, rispetto alla capacità aerobica, dal blocco del COVID-19, principalmente a causa degli stimoli di allenamento ridotti e modificati. L'utilizzo del peso corporeo e di

pesi leggeri nell'allenamento per la forza, anziché quello di dispositivi isoinerziali presenti nella palestra della squadra, potrebbero non aver consentito ai giocatori di raggiungere l'intensità adeguata per mantenere almeno i livelli di potenza degli arti inferiori.

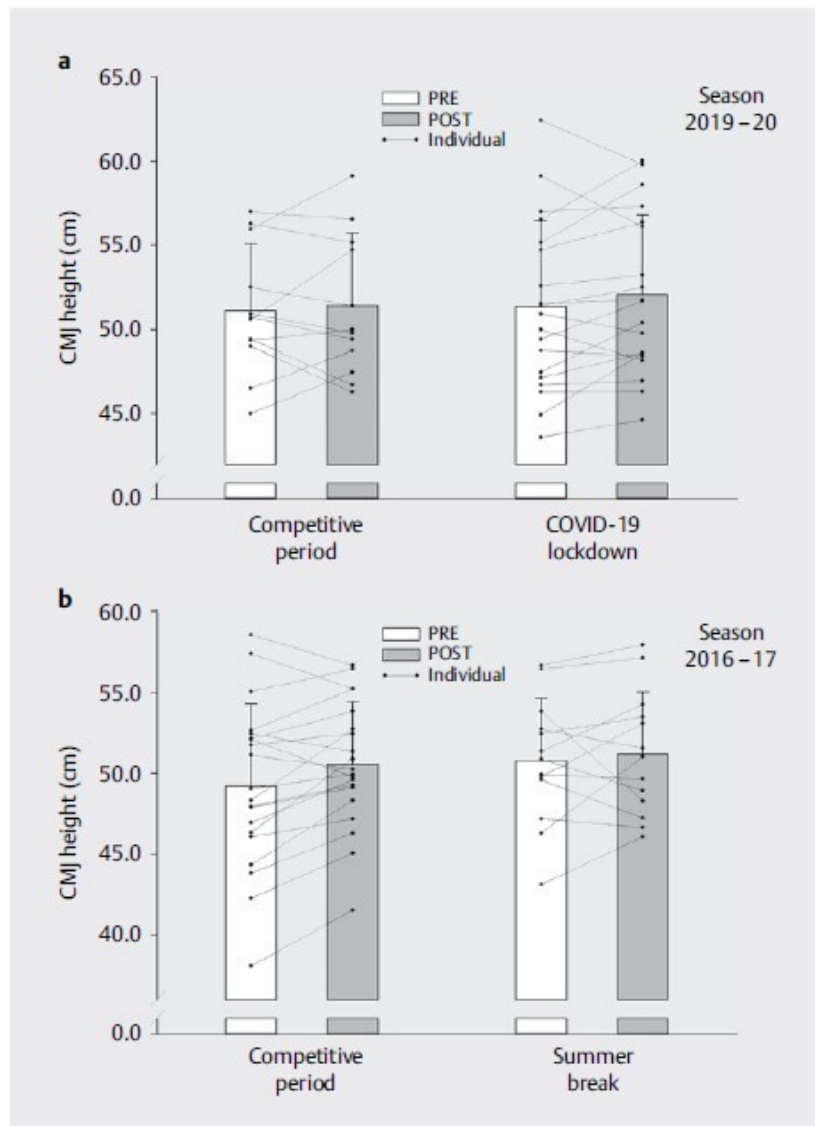
L'analisi delle variazioni intra-periodiche della concentrazione di lattato nel sangue ha mostrato un calo significativo in seguito al *lockdown* e un aumento significativo dopo la pausa estiva del 2017, mentre è rimasta stabile durante i periodi competitivi di entrambe le stagioni considerate.



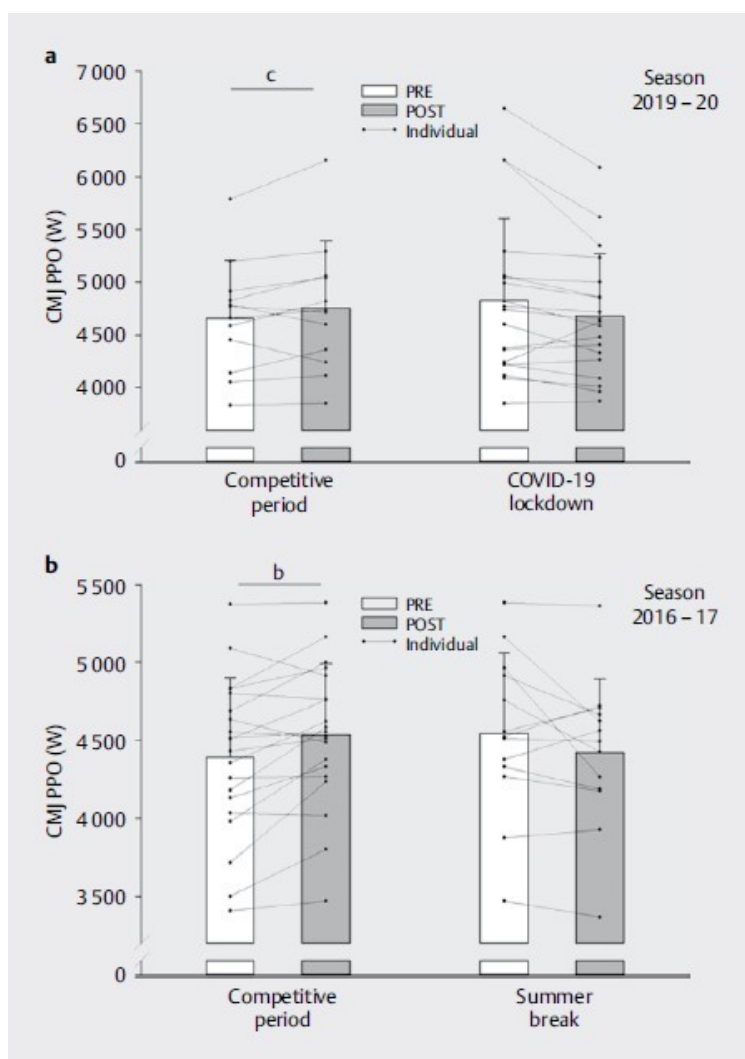
►Fig. 1 Media e deviazione standard della concentrazione di lattato nel sangue (test di Mogroni). Le linee nere rappresentano le tendenze individuali all'interno di ciascun periodo. Il pannello A mostra i valori della stagione 2019-2020, mentre il pannello B mostra i valori della stagione 2016-2017. L'asterisco (“*”) rappresenta una variazione significativa all'interno del periodo ($p < 0,001$). Le lettere (“a” e “b”) rappresentano differenze significative tra i periodi rispetto al blocco del COVID-19 (a: $p = 0,009$ e b: $p < 0,001$, rispettivamente).

Di conseguenza, le differenze tra i periodi sono risultate significative quando il periodo di blocco del COVID-19 è stato confrontato sia con il periodo competitivo della stagione 2019-2020 (dimensione dell'effetto moderata) che con la pausa estiva (dimensione dell'effetto molto ampia).

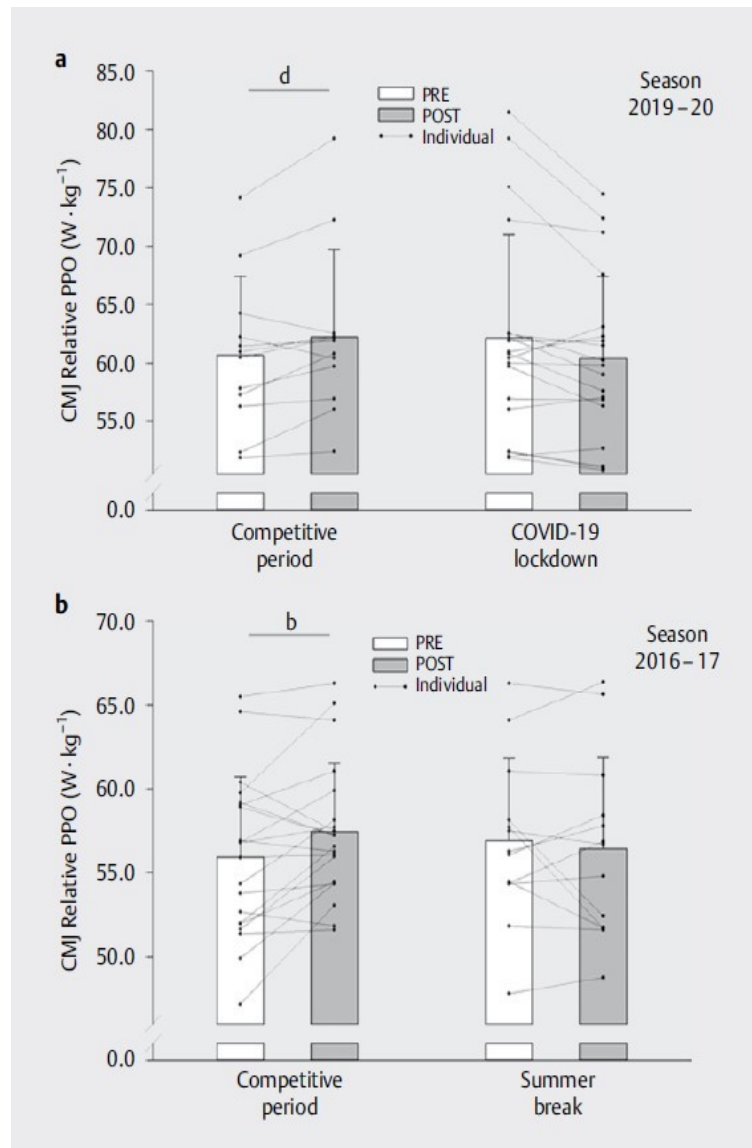
Per quanto riguarda, invece, le variabili CMJ all'interno dei periodi non sono stati osservati cambiamenti significativi.



► Fig. 2 Media e deviazione standard dell'altezza CMJ. Le linee nere rappresentano le tendenze individuali all'interno di ciascun periodo. Il pannello A mostra i valori della stagione 2019-2020, mentre il pannello B mostra i valori della stagione 2016-2017



► Fig. 3 Media e deviazione standard della potenza di picco della CMJ (PPO). Le linee nere rappresentano le tendenze individuali all'interno di ciascun periodo. Il pannello A mostra i valori della stagione 2019-2020, mentre il pannello B mostra i valori della stagione 2016-2017. Le lettere (“c” e “b”) rappresentano differenze significative tra i periodi rispetto al blocco del COVID-19 (c: $p = 0,035$ e b: $p < 0,001$, rispettivamente).



► Fig. 4 Media e deviazione standard della potenza di picco relativa (PPO) del CMJ. Le linee nere rappresentano le tendenze individuali all'interno di ciascun periodo. Il pannello A mostra i valori della stagione 2019-2020, mentre il pannello B mostra i valori della stagione 2016-2017. Le lettere (“d” e “b”) rappresentano differenze significative tra i periodi rispetto al blocco del COVID-19 (d: $p = 0,006$ e b: $p < 0,001$, rispettivamente).

Invece, il confronto tra i periodi ha rilevato che i cambiamenti delle variabili potenza di picco assoluta e relativa (ma non della variabile altezza di salto)

associati al blocco del COVID-19 sono stati significativamente peggiori di quelli verificatisi durante i periodi competitivi.

I cambiamenti associati al blocco del COVID-19 sono stati simili a quelli osservati durante la pausa estiva del 2017 (effetto banale o di piccola entità).

I risultati sono in linea con l'ipotesi del presente studio, ovvero i programmi di allenamento a domicilio intrapresi dai giocatori hanno avuto un effetto positivo sui livelli di capacità aerobica, nonostante la minore quantità di lavoro svolto, mentre i livelli di potenza di picco assoluta e relativa dei periodi competitivi non sono stati mantenuti, bensì sono diminuiti di circa il 2,5%.

Chiaramente, strategie di allenamento diverse da quelle proposte dallo studio potrebbero comportare adattamenti diversi.

Sebbene non misurate direttamente, considerando la riduzione della potenza di picco assoluta e relativa osservata in questo studio, si può ipotizzare che altre capacità esplosive (come la corsa ad alta intensità, lo sprint e i ripetuti cambi di direzione) potrebbero essere state influenzate negativamente dal blocco.

Di conseguenza, quando si ritorna a giocare dopo un periodo di attività fisica modificata/ridotta come quello imposto dal *lockdown* per il COVID-19, un aumento graduale del carico di lavoro dovrebbe essere gestito con attenzione da parte dello staff tecnico.⁷²

72 Rampinini, *Impact of COVID-19 ...*, cit.

Capitolo 5

Mondiale Qatar 2022

5.1 Preparazione per un Mondiale a fine campionato e per il Mondiale in Qatar

I Mondiali di calcio sono il torneo di maggiore durata e che richiede la fase preparatoria più lunga. La condizione fisica dei giocatori deve essere ottimale per tutto il corso del torneo (che può arrivare fino a sei settimane) e non soltanto in vista dei primi incontri di qualificazione. È dunque necessaria un'attenta pianificazione sia per la preparazione che per il periodo di competizione vero e proprio.

Di solito i giocatori iniziano i ritiri con le proprie nazionali 5-6 settimane prima dell'avvio del torneo.

Le strade per ottenere il successo sono molteplici e l'allenatore dovrà decidere quale strategia adottare tenendo in considerazione fattori come la necessità di sviluppo delle componenti tattiche, l'ottimizzazione della condizione dei giocatori, la tradizione della squadra e la componente psicologica.

La preparazione si può dividere in periodo di mantenimento e periodo di ricostruzione.

Il periodo di mantenimento inizia con la fine del campionato e si conclude con l'inizio del periodo di ricostruzione. La sua durata è variabile, non soltanto per i diversi paesi ma anche per i giocatori di una stessa nazionale. Alcuni dei convocati, infatti, si trovano a giocare all'estero e per loro il campionato può concludersi in un momento diverso rispetto ai compagni.

Nel caso in cui il campionato termini prima, questi giocatori possono sì contare su un periodo maggiore di rilassamento psicologico, ma è anche più concreto per loro il rischio di un marcato calo a livello fisico. Sarebbe bene quindi sottoporli, preferibilmente insieme, ad un programma di allenamento fisico durante il periodo di mantenimento. I giocatori il cui campionato termina in ritardo rispetto

a quello del proprio paese d'origine, hanno, anche necessità di recuperare mentalmente prima di riprendere gli allenamenti intensivi in vista del Mondiale. Dovrebbero quindi avere la possibilità di rilassarsi senza che ciò comporti un calo significativo della condizione fisica.

Durante un periodo di allenamento ridotto il massimo consumo di ossigeno non varia in maniera significativa, mentre il livello degli enzimi muscolari che influenzano la capacità di resistenza decresce in modo rapido e marcato, con un conseguente calo della resistenza aerobica.

Inoltre è necessario un certo periodo di tempo per riportare la capacità aerobica ai valori precedenti la sosta. Pertanto è importante mantenere alto il livello di questi enzimi anche durante il periodo di mantenimento, in modo tale da poter raggiungere una condizione fisica ottimale all'inizio del Mondiale. Questo può essere ottenuto con l'allenamento aerobico ad intensità moderata. Per un giocatore di alto livello dovrebbe essere sufficiente allenarsi 3-4 volte la settimana per 45-60 minuti.

Durante il periodo di ricostruzione la preparazione dovrebbe concentrarsi sull'allenamento sia aerobico che anaerobico, con carichi di lavoro progressivamente crescenti durante le prime tre settimane e una priorità bassa all'allenamento anaerobico nel corso della prima settimana.

Una settimana prima dell'inizio del Mondiale sarebbe bene ridurre il carico di lavoro e si dovrebbero svolgere principalmente sedute di allenamento aerobico ad alta intensità e di velocità.

Il programma di preparazione dovrebbe lasciare, inoltre, ampio spazio all'allenamento delle componenti tattiche e tecniche. Il tecnico di una nazionale, infatti, difficilmente non avrà altre opportunità per lavorare con tutti i giocatori a disposizione per un periodo così lungo e quella che gli si presenta è un'occasione unica per lavorare sugli aspetti tattici, come la preparazione delle palle inattive o le strategie di gioco.

Durante questo periodo è opportuno far giocare un paio di incontri amichevoli al più alto livello agonistico possibile, dato che per alcuni giocatori potrebbero essere trascorse anche quattro settimane dall'ultima partita di campionato. Gli

incontri potrebbero essere programmati alla fine della seconda settimana e a metà della quarta del periodo di ricostruzione (rispettivamente circa tre settimane ed una settimana e mezza prima del Mondiale).

Oltre a migliorare le capacità fisiche dei giocatori, le partite servono a provare le soluzioni tattiche e a ristabilire il livello tecnico.

I giocatori che necessitano di particolare attenzione durante il periodo di ricostruzione sono quelli che nei propri club non giocano regolarmente, i quali spesso non sono sottoposti ad un carico di lavoro abbastanza elevato. In uno studio effettuato su una squadra danese che si preparava ai quarti di finale di una Coppa Europea, in una fase in cui non aveva l'impegno del campionato nazionale, è stato osservato che, durante la preparazione, soltanto coloro che giocavano regolarmente in squadra avevano registrato un aumento significativo del massimo consumo di ossigeno e miglioramenti di prestazione. Nel periodo di ricostruzione è quindi importante giocare anche un paio di partite ad alto livello agonistico facendo partecipare i giocatori non titolari.

Spesso i tecnici ritengono, erroneamente, che l'allenamento fisico non sia necessario una volta iniziato il torneo. In generale, il giorno dopo un incontro i calciatori che hanno giocato tutta la partita o buona parte di essa dovrebbero svolgere un allenamento aerobico a bassa intensità. Il giorno ancora seguente dovrebbero eseguire un allenamento aerobico ad alta intensità per 20-30 minuti e, occasionalmente, l'allenamento della velocità. Il terzo giorno, se si tratta di quello che precede l'incontro successivo, si dovrebbe svolgere esclusivamente un allenamento aerobico a bassa intensità e si raccomanda che la durata della seduta non superi i 60 minuti.

Poi, tenendo conto delle necessità individuali, sarebbe bene ridurre il carico di lavoro per quei giocatori che appaiono sovraffaticati e per coloro che non hanno preso parte alla partita o che hanno giocato solo per una breve frazione di tempo, l'allenamento del giorno dopo dovrebbe essere fisicamente più intenso. Esso dovrebbe principalmente consistere in una seduta di allenamento aerobico con brevi periodi di allenamento anaerobico di resistenza alla velocità. È importante mantenere a livelli ottimali la condizione fisica dei giocatori di riserva, dal

momento che alcuni di questi potrebbero rivelarsi essenziali negli incontri finali del Mondiale, andando a sostituire gli infortunati e gli squalificati.⁷³

La preparazione per il Mondiale in Qatar non si è potuta organizzare in questo modo poiché, come anticipato nell'introduzione, molti giocatori delle nazionali (in particolare dei principali campionati europei), hanno avuto solo una settimana di preparazione tra l'ultima partita del loro campionato e l'inizio del torneo di Coppa del Mondo.

I maggiori campionati di calcio europei hanno, infatti, interrotto il calendario delle partite tra il 9 e il 13 novembre 2022, con differenze nel numero di partite completate (da 14 a 17), in difformità con altri continenti, come, ad esempio, l'America, dove il campionato MLS (Major League Soccer) ha interrotto il programma delle partite 15 giorni prima dell'inizio del Mondiale. L'Asia, l'Arabia Saudita e il Qatar hanno interrotto le partite un mese prima, lasciando più tempo ai giocatori per prepararsi.⁷⁴

In aggiunta, quando mancavano due settimane all'inizio del torneo, nessun c.t. delle nazionali era sicuro di chi poter convocare perché la lista degli infortunati si allungava sempre più.⁷⁵ È, quindi, importante un'intensa comunicazione tra lo staff del club e quello della nazionale sulla condizione fisica dei giocatori.⁷⁶

L'aumento degli infortunati era inevitabile dal momento che la stagione 2022-2023 ha costretto i club a un calendario molto compresso. La Federazione Mondiale ha così deciso di aumentare il numero di giocatori che ogni nazionale poteva portare al Mondiale, ovvero 26, tre in più rispetto alle passate edizioni. Questi 26 giocatori sono stati scelti da una lista di preselezionati composta da 55 elementi (nel 2018 erano 35, a Brasile 2014 solo 30), che doveva essere

73 J. Bangsbo, *Preparazione fisico-atletica del calciatore. Allenamento aerobico e anaerobico nel calcio.*, Calzetti-Mariucci Editori, 2006

74 Zouhal, *FIFA World Cup ...*, cit.

75 Licari F., "Il Mondiale in Qatar e i calendari affollati. Un errore da non ripetere mai più", *La Gazzetta dello Sport*, 5/11/2022

76 Zouhal, *FIFA World Cup ...*, cit

consegnata alla FIFA entro il 20 ottobre 2022, un mese prima del via della manifestazione. Il “listone” da 55 ha così permesso alle nazionali di inserire giocatori che all'epoca erano ancora in dubbio per guai fisici.

La data limite, invece, per presentare il roster definitivo dei 26 partecipanti per ogni Paese era il 14 novembre 2022. Agli ultimi Europei le rose erano già di 26 ma tre non potevano andare in panchina; in Qatar, invece, la panchina era composta da 15 giocatori (anche qui tre in più rispetto alle precedenti edizioni in cui erano al massimo 12), per cui tutti i 26 giocatori erano eleggibili per ogni incontro.⁷⁷

In base allo status dei propri giocatori, ossia titolari o non titolari nel club e nella nazionale, gli staff hanno dovuto organizzare il programma di allenamento, per la preparazione al Mondiale e durante lo svolgimento dello stesso, in modo differente.

Per quanto riguarda la preparazione in vista del Mondiale, i giocatori titolari nel club di appartenenza dovevano concentrarsi sul recupero attivo, mentre coloro che hanno avuto relativamente poca esposizione alle competizioni dovevano aumentare progressivamente il carico di allenamento durante il ritiro con la nazionale. È importante farlo progressivamente perché è noto che una grande variazione improvvisa del carico esterno è associata al rischio di infortuni (Gabbett, 2016). Inoltre, ci sono prove che i giocatori che subiscono infortuni senza contatto durante il ritiro della nazionale, in preparazione per un torneo, effettuano carichi di allenamento successivi inferiori presso i loro club, rispetto ai carichi osservati prima del ritiro con la propria nazionale (McCall et al., 2018). L'obiettivo dei club e delle nazionali è sì preparare i propri giocatori, fisicamente e mentalmente, per il Mondiale, ma è anche quello di farli tornare illesi e con livelli di forma fisica sufficienti per riprendere il loro campionato.

È importante notare che i campionati di Francia, Spagna e Inghilterra hanno ripreso le partite il 27 dicembre, appena dieci giorni dopo la fine del Mondiale. Al

⁷⁷ <https://www.gazzetta.it/Calcio/Mondiali/08-11-2022/mondiali-qatar-2022-regole-rose-sostituzioni-infortunati-4501016364756.shtml>

termine del Mondiale, la grande sfida per i club era quella di reintegrare i propri giocatori in base ai progressi della loro nazionale (ci sono stati, infatti, giocatori che hanno abbandonato il Mondiale in anticipo e in ritardo) e al livello di esposizione durante le partite giocate. Di conseguenza, i carichi di allenamento esterni sono variati in modo significativo mano a mano che i giocatori tornavano nei loro club dopo la fase a gironi e successivamente.

Nel frattempo, i giocatori che non avevano partecipato al Mondiale non hanno smesso di allenarsi.

Nella tabella sottostante sono riportati diversi approcci di programmazione in base allo status del giocatore nel club e nella nazionale

Status del giocatore		Raccomandazioni		
nella club prima della Coppa del Mondo FIFA Qatar 2022	nella selezione per la Coppa del Mondo FIFA Qatar 2022	per la preparazione nel club prima della Coppa del Mondo FIFA Qatar 2022	per gli allenamenti delle squadre nazionali durante la Coppa del Mondo FIFA Qatar 2022	per l'allenamento nel club dopo la Coppa del Mondo FIFA 2022
Titolare	Titolare	Mantenere un carico di allenamento cronico adeguato e implementare esercizi di prevenzione degli infortuni. Comunicare con lo staff della Nazionale sui carichi di lavoro settimanali degli allenamenti e sui riferimenti di carico esterno del giocatore in gara. Comunicazione tra lo staff medico sullo stato medico e fisico del giocatore.	Comunicare con il personale tecnico e di supporto del club sui carichi di lavoro di formazione settimanali e adattare il carico di lavoro. Mantenere un carico di allenamento cronico adeguato adattato ai riferimenti di carico esterno del giocatore in competizione e includere esercizi preventivi.	Comunicare con lo staff della squadra nazionale sui carichi di lavoro di allenamento settimanali e adattare il carico di lavoro. Comunicazione tra staff medico sugli infortuni e problemi di salute subiti dal giocatore durante il Mondiale. Promuovere il recupero fisico e mentale.
Titolare	Non Titolare		Mantenere un carico di allenamento cronico adeguato adattato ai riferimenti di carico esterno del giocatore in competizione utilizzando allenamenti per compensare la diminuzione del tempo di gioco e mantenere il lavoro preventivo	Comunicare con lo staff della squadra nazionale sui carichi di lavoro di allenamento settimanali e adattare il carico di lavoro. Comunicazione tra staff medico sugli infortuni e problemi di salute subiti dal giocatore durante il Mondiale. Riprendono gli allenamenti di gruppo.
Non Titolare	Titolare	Adattare le sessioni di allenamento per mantenere un carico di allenamento settimanale adeguato per compensare il basso tempo di gioco competitivo. Includere sessioni di esercizi preventivi. Comunicare con lo staff della Nazionale sui carichi di lavoro settimanali degli allenamenti e sui riferimenti di carico esterno del giocatore in gara. Comunicazione tra lo staff medico sullo stato medico e fisico del giocatore. Per i titolari giocatori in selezione: preparazione mentale per le prossime sfide del Mondiale	Mantenere un carico di allenamento cronico adeguato adattato ai riferimenti di carico esterno del giocatore in gara e al lavoro preventivo	Comunicare con lo staff della squadra nazionale sui carichi di lavoro di allenamento settimanali e adattare il carico di lavoro. Comunicazione tra staff medico sugli infortuni e problemi di salute subiti dal giocatore durante il Mondiale. Promuovere il recupero fisico e mentale.
Non Titolare	Non Titolare		Mantenere un carico di allenamento cronico adeguato adattato ai riferimenti di carico esterno del giocatore in competizione utilizzando allenamenti per compensare la diminuzione del tempo di gioco e mantenere il lavoro preventivo.	Comunicare con lo staff della squadra nazionale sui carichi di lavoro settimanali e adattare il carico di lavoro Comunicazione tra staff medico sui traumi e problemi di salute subiti dal giocatore durante il Mondiale. Riprendono gli allenamenti di gruppo.

Nota: il carico di lavoro di allenamento cronico si riferisce al carico di allenamento medio nelle ultime tre-sei settimane (Gabbett, 2016)

5.2 Effetti del calore sulle prestazioni dei calciatori

Durante il Mondiale in Qatar non erano previste temperature estremamente elevate, a differenza di giugno e luglio, ma, secondo i climatologi, potevano raggiungere i 30°C.

Sotto lo stress da caldo, le ripetute capacità di sprint e salti dei giocatori sono compromesse in misura maggiore che in condizioni temperate. C'è una relazione tra le prestazioni esplosive dei giocatori di calcio e i momenti chiave di una partita: l'83% dei goal è preceduto da azioni come brevi sprint o salti (Faude O, Koch T, Meyer T., 2012).

La capacità di eseguire sforzi massimali ripetuti in condizioni simulate per la Coppa del Mondo FIFA 2022 in Qatar ($28,5 \pm 1,92^{\circ}\text{C}$, umidità relativa del $58,7 \pm 8,64\%$), e in condizioni termoneutrali ($20,5^{\circ}\text{C}$, umidità relativa del $58,7\%$), è stata studiata in 24 calciatori semiprofessionisti appartenenti ad un club della 4a lega polacca.

Il test, svoltosi all'interno di una camera climatica, consisteva in dieci sprints della durata di sei secondi, durante i quali i giocatori dovevano raggiungere la massima potenza anaerobica, al cicloergometro, attrezzo non specifico del calciatore ma che consente la misurazione, ad esempio, della variabile potenza, difficilmente implementabile sul campo di gioco.

Ogni sprint era separato dal successivo da 90 secondi di riposo passivo, durante il quale è stato prelevato sangue capillare ai giocatori, oppure essi hanno eseguito un test psicomotorio in ripetizioni selezionate. Tali secondi di recupero riproducono direttamente gli intervalli tra i quali i calciatori effettuano sforzi o sprint consecutivi ad alta o altissima intensità durante la partita.

78 Zouhal, *FIFA World Cup ...*, cit.

Prima di iniziare il test ogni giocatore ha trascorso 10 minuti di adattamento a riposo alle condizioni della camera, dopodiché ha eseguito un riscaldamento di 5 minuti sul cicloergometro, raggiungendo una frequenza cardiaca di 150 battiti/minuto.

Tra la prima ripetizione e le successive, nonché nello stato di riposo e nel post-test, in entrambe le condizioni, sono stati confrontati i valori medi di variazione delle variabili legate alla potenza (picco di potenza, potenza media, tempo per raggiungere la potenza di picco, lavoro totale, pendenza di fatica e tasso di fatica), fisiologiche (VE, VO₂, QR e HR), psicomotorie (valutazione dello sforzo percepito e tempo di reazione alla scelta), ematiche ed elettrolitiche (PCO₂, PO₂, PH, LAC, GLU, HTC, NA⁺, K⁺, CL⁻ e CA²⁺).

Di seguito i rispettivi grafici:

Legenda

- Condizioni termoneutrali
- ▲ Condizioni simulate per la Coppa del Mondo FIFA 2022 in Qatar

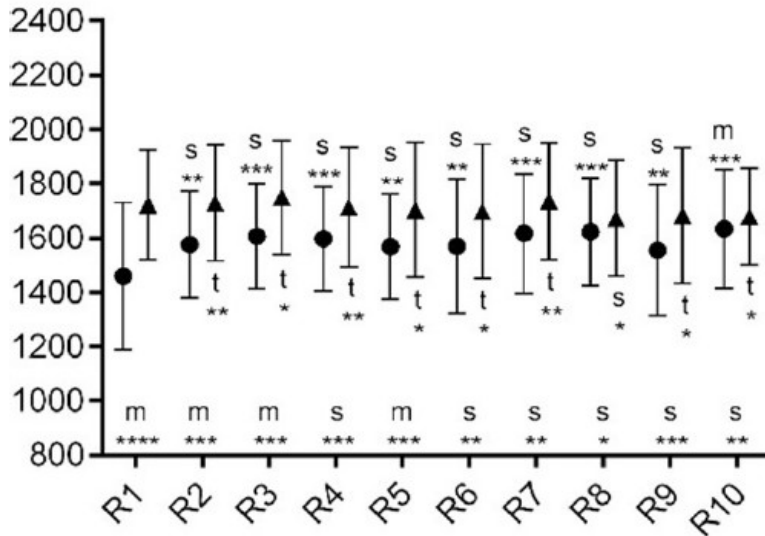
Le barre di errore rappresentano intervalli di compatibilità del 90%. Le lettere indicano l'entità dei valori di variazione medi come segue: t = banale; s = piccolo; m = moderato.

Gli asterischi indicano la probabilità dell'entità dell'effetto reale come segue: * possibile; ** probabile; *** molto probabile; **** molto probabilmente. Le lettere e gli asterischi accanto all'asse x indicano l'entità e l'incertezza delle variazioni medie da NC a QSC.

Le lettere e gli asterischi sopra e sotto le barre di errore indicano l'entità e l'incertezza delle variazioni medie dalla prima alla seconda e fino alla decima ripetizione in NC e QSC. Gli effetti non sono chiari nelle situazioni senza lettere o asterischi.

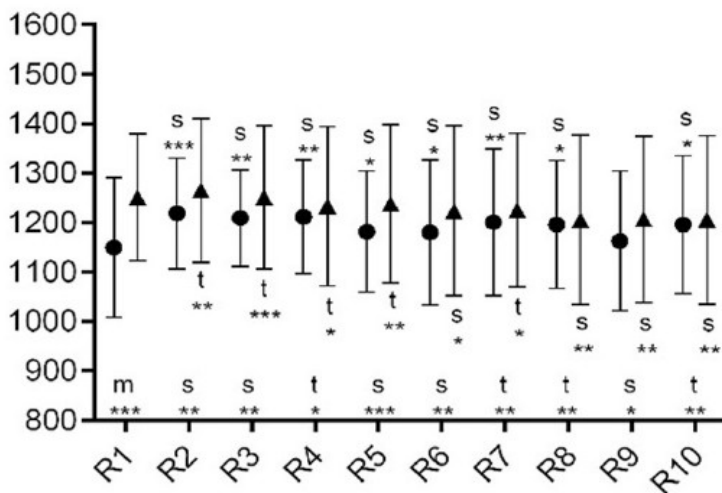
Cambiamento nelle medie delle variabili relative alla potenza in ogni ripetizione in condizioni termoneutrali e in condizioni simulate per la Coppa del Mondo FIFA 2022 in Qatar

Picco di potenza (W)

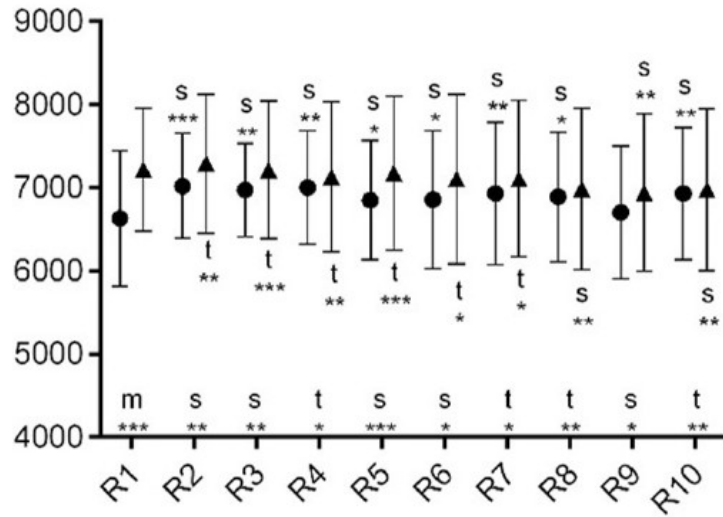


Nella prima, quinta e nona ripetizione i giocatori hanno raggiunto un picco di potenza più elevato in condizioni simulate per la Coppa del Mondo in Qatar rispetto alle condizioni termoneutrali

Potenza media (W)

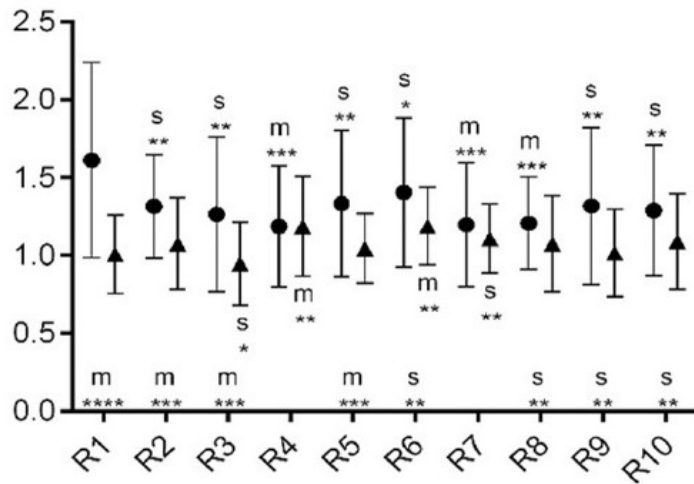


Lavoro totale (J)



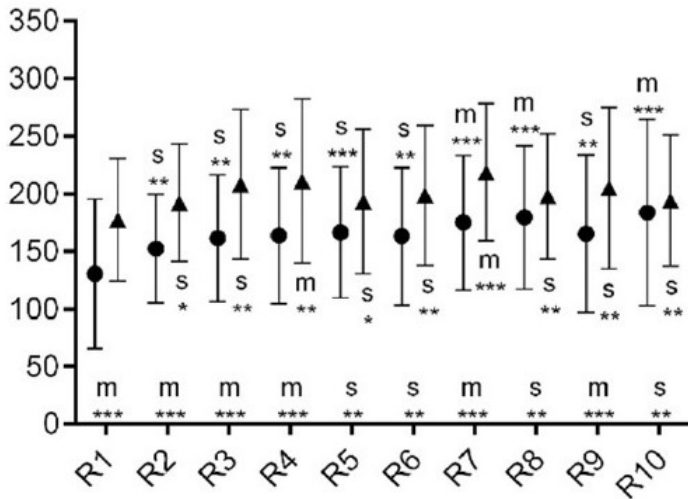
Nella prima e quinta ripetizione i giocatori hanno raggiunto una potenza media e un lavoro totale più elevati in condizioni simulate per la Coppa del Mondo in Qatar che in condizioni termoneutrali

Tempo per raggiungere il picco di potenza (s)



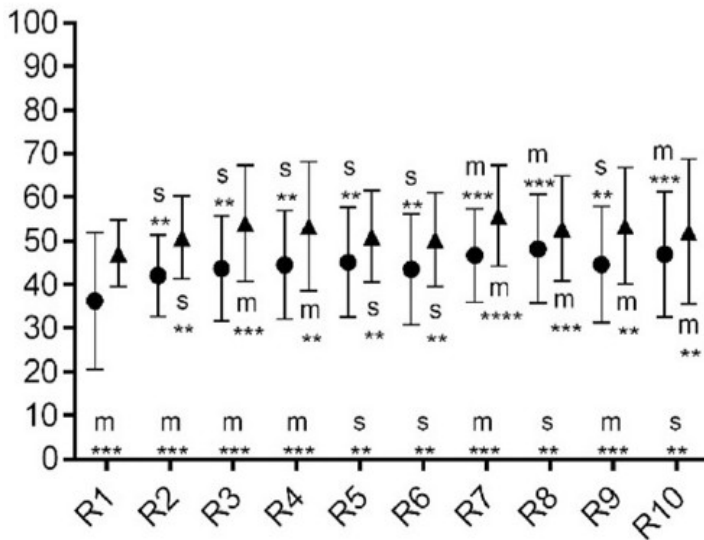
Nella prima, terza e quinta ripetizione i giocatori hanno impiegato meno tempo per raggiungere il picco di potenza in condizioni simulate per la Coppa del Mondo in Qatar che in condizioni termoneutrali

Pendenza di fatica (W/sec)



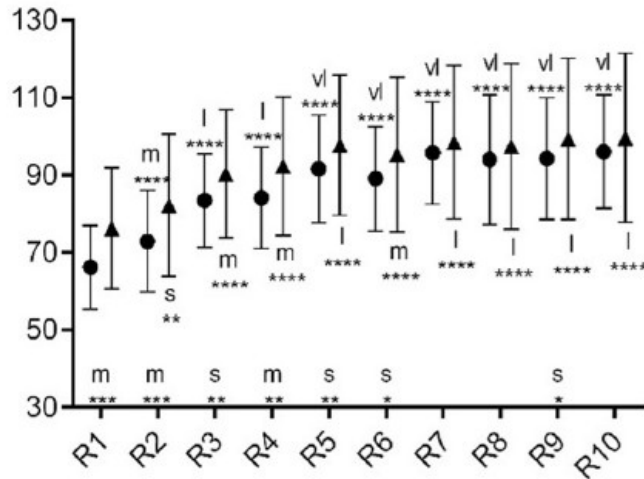
Dalla prima alla quarta ripetizione e nella settima e nona la pendenza della fatica e il tasso di fatica sono stati più elevati in condizioni simulate per la Coppa del Mondo in Qatar che in condizioni termoneutrali

Tasso di fatica (%)



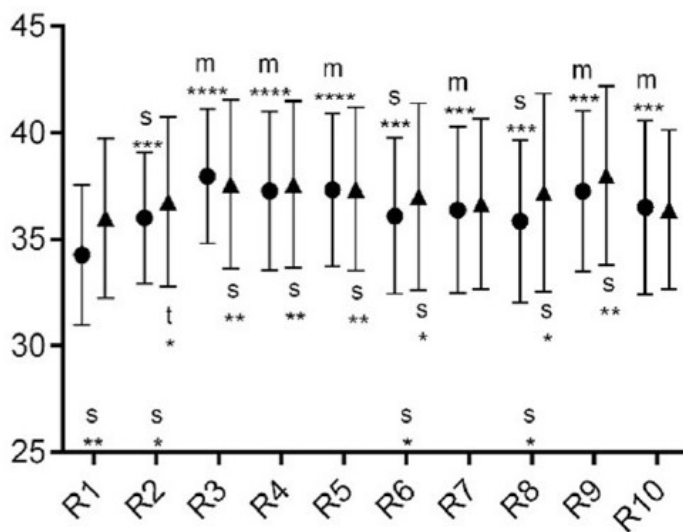
Cambiamento nelle medie delle variabili fisiologiche e psicomotorie in ogni ripetizione in condizioni termoneutrali e in condizioni simulate per la Coppa del Mondo FIFA 2022 in Qatar

VE (ventilazione), (l/min)



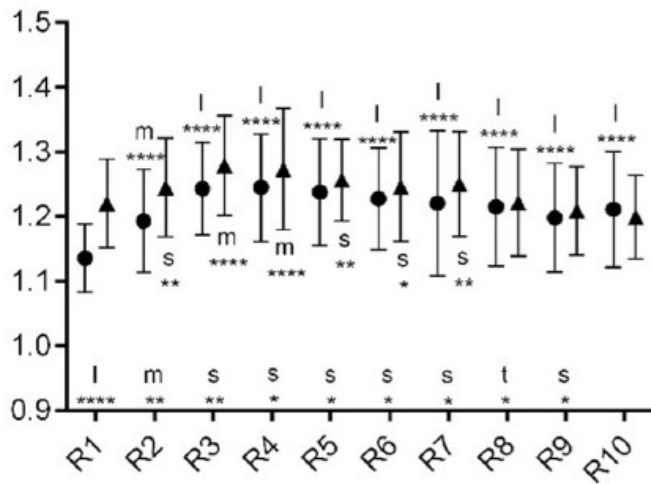
Nella prima e seconda ripetizione la ventilazione è stata più elevata in condizioni simulate per la Coppa del Mondo in Qatar che in condizioni termoneutrali

VO2 (potenza aerobica), (ml/min/kg)



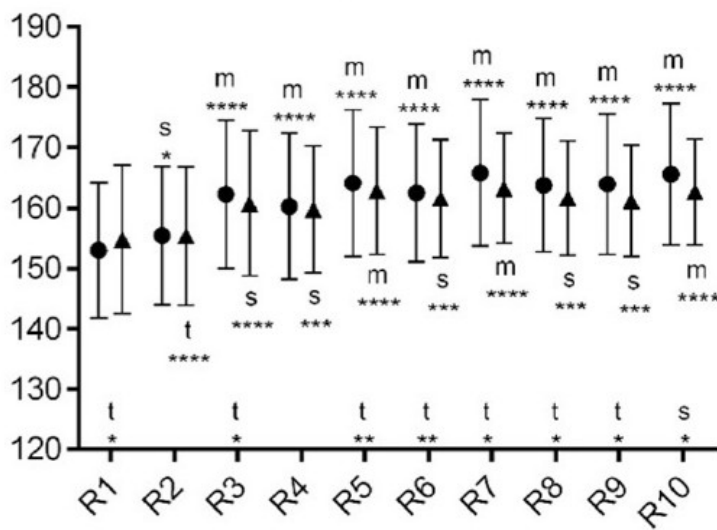
I giocatori hanno ottenuto livelli simili di questa variabile in entrambe le condizioni

QR (quoziente respiratorio)



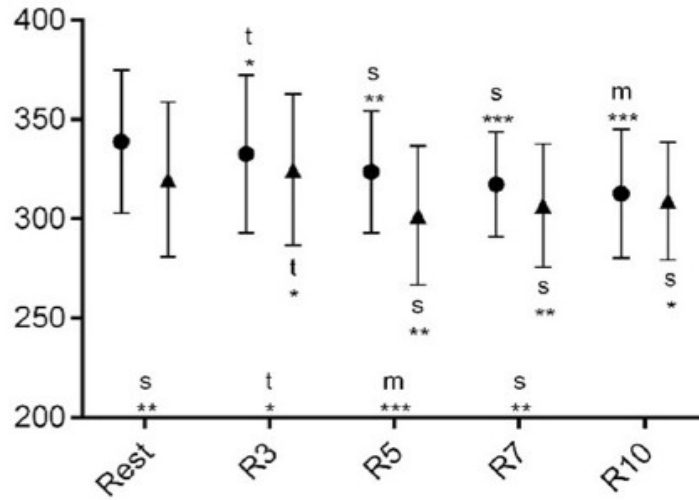
Nella prima ripetizione il quoziente respiratorio era più alto in condizioni simulate per la Coppa del Mondo in Qatar che in condizioni termoneutrali

HR (frequenza cardiaca), (battiti/min)



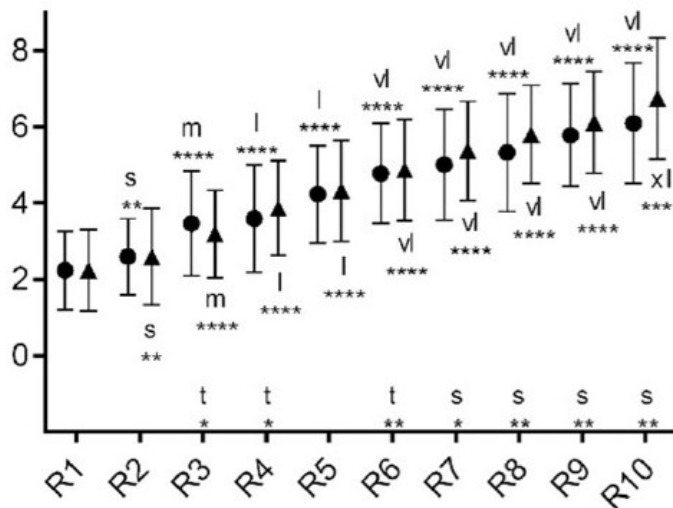
La frequenza cardiaca è aumentata dalla terza alla decima ripetizione in entrambe le condizioni

Tempo di reazione (ms)



Il tempo di reazione dei giocatori è stato inferiore nella quinta ripetizione in condizioni simulate per la Coppa del Mondo in Qatar che in condizioni termoneutrali

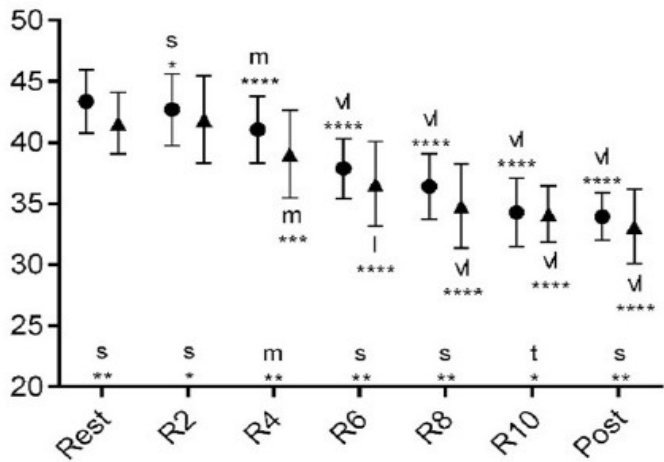
Valutazione dello sforzo percepito



Una maggiore sensazione soggettiva di sforzo è stata percepita dai giocatori dopo tre ripetizioni in entrambe le condizioni. Inoltre il valore più alto di questa variabile è stato registrato nella ripetizione finale

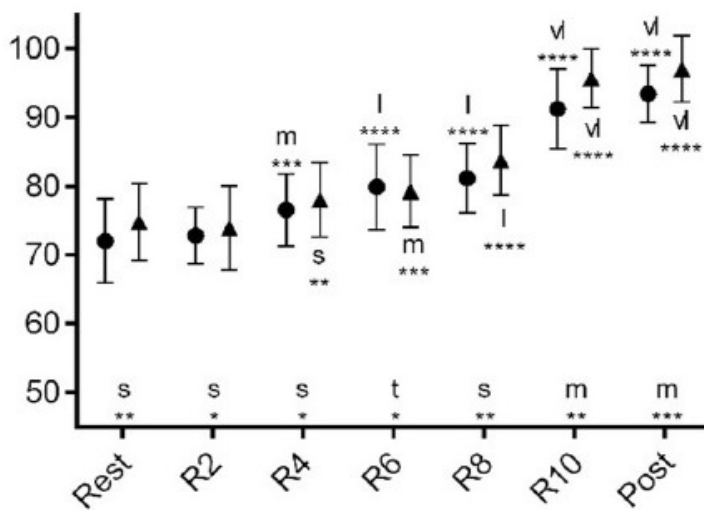
Cambiamento nelle medie delle variabili correlate al sangue in ogni ripetizione in condizioni termoneutrali e in condizioni simulate per la Coppa del Mondo FIFA 2022 in Qatar

pCO₂ (ventilazione alveolare), (mmHg)



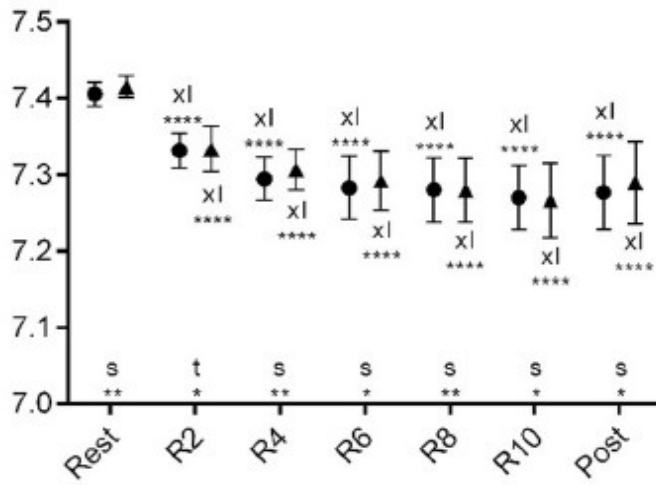
Rispetto alla prima ripetizione, la ventilazione polmonare è diminuita nella quarta, sesta, ottava e decima ripetizione e nello stato post-test in entrambe le condizioni

pO₂ (stato di ossigenazione del sangue), (mmHg)



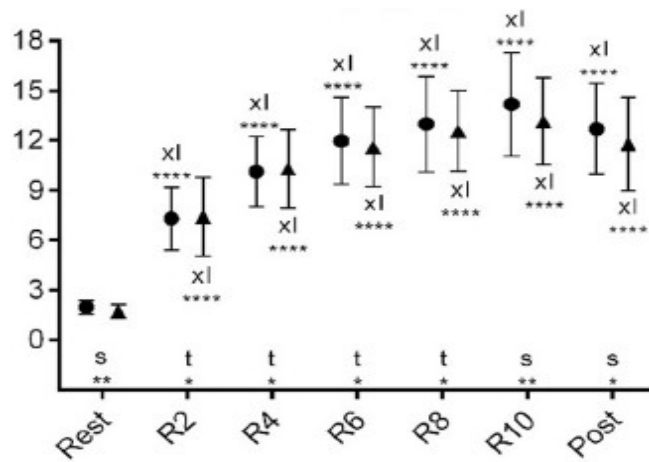
Nello stato post-test, in condizioni simulate per la Coppa del Mondo in Qatar, lo stato di ossigenazione del sangue era più alto che in condizioni termoneutrali

pH (potential of hydrogen,
potenziale di idrogeno)

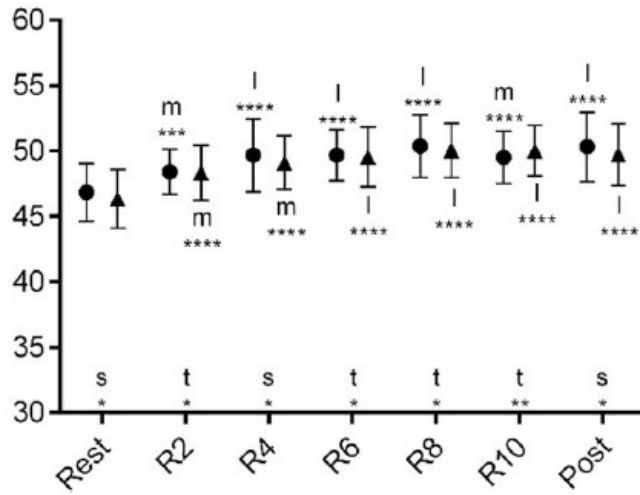


In entrambe le condizioni, il pH diminuisce e i LAC aumentano nei successivi esercizi massimali. L'entità di questi cambiamenti è stata considerevole

LAC (lattati)

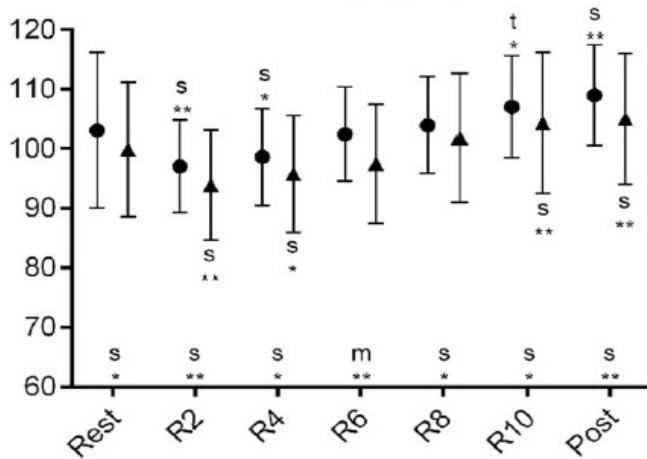


HTC (ematocrito), (%)



L'ematocrito è aumentato nella seconda, quarta, sesta, ottava e decima ripetizione e nello stato post-test in entrambe le condizioni

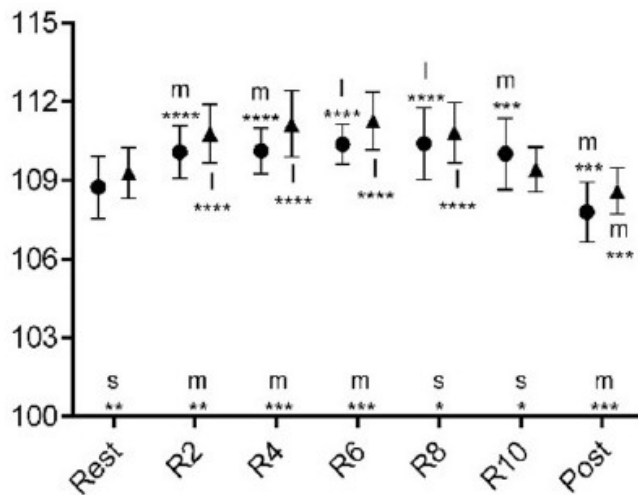
Glu (acido glutammico)



Le differenze di questa variabile tra le due condizioni non sono risultate significative

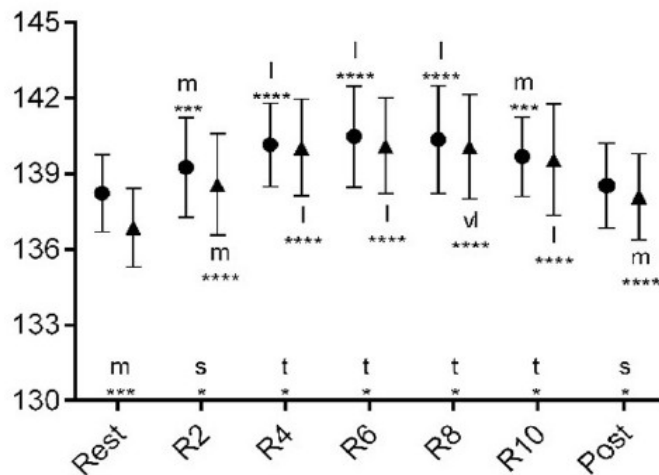
Cambiamenti nelle medie delle variabili relative agli elettroliti in ogni ripetizione in condizioni termoneutrali e in condizioni simulate per la Coppa del Mondo FIFA 2022 in Qatar

Cl (cloruro), (mmol/l)



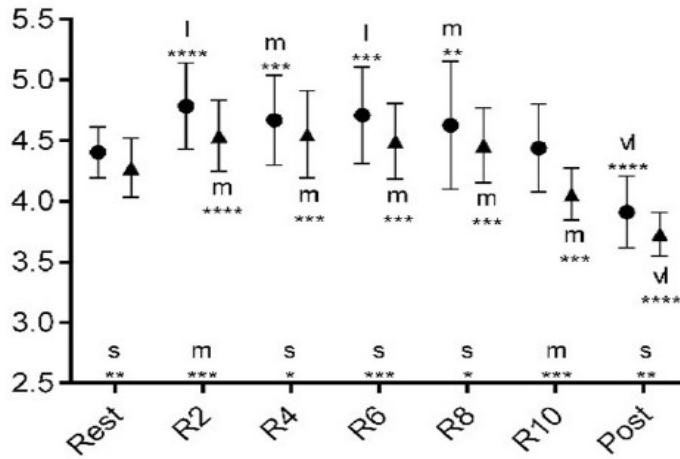
Nella quarta e sesta ripetizione e nello stato post-test i livelli di cloruro erano più alti in condizioni simulate per la Coppa del Mondo in Qatar che in condizioni termoneutrali

Na (sodio), (mmol/l)



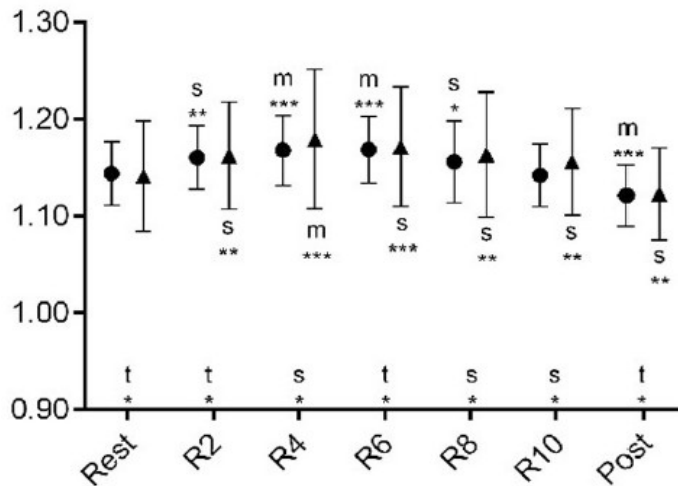
Nello stato di riposo il contenuto di sodio era inferiore in condizioni simulate per la Coppa del Mondo in Qatar che in condizioni termoneutrali

K (potassio), (mmol/l)



Nella seconda, sesta e decima ripetizione il livello di potassio era più basso in condizioni simulate per il Qatar che in condizioni termoneutrali

Ca²⁺ (calcio), (mmol/l)



La concentrazione di calcio è aumentata nella quarta e sesta ripetizione in entrambe le condizioni, ma è diminuita nello stato post-test in condizioni termoneutrali

I giocatori hanno dimostrato una maggiore capacità di erogazione di potenza a temperature più elevate.

I valori medi di potenza erogata più elevati in condizioni calde possono essere correlati al maggiore aumento della temperatura interna. Questo aumento è un fattore importante responsabile del miglioramento della velocità di conduzione nervosa, delle attività enzimatiche, dell'apporto di ossigeno ai muscoli, nonché della diminuzione della resistenza viscosa muscolare. Allo stesso modo, è stato dimostrato che un aumento della temperatura muscolare è responsabile di un miglioramento di circa il 4% della potenza muscolare delle gambe per ogni aumento di 1°C.

Tuttavia, l'aumento della temperatura interna, assieme all'aumento di quella cutanea e della frequenza e gittata cardiaca, fa sì che i giocatori inizino a sentire la fatica più velocemente.

I parametri respiratori possono svolgere un ruolo chiave nella valutazione qualitativa e quantitativa delle prestazioni dei calciatori.

Durante l'esecuzione di sprint della durata di 6 secondi, il consumo di ossigeno aumenta rapidamente all'inizio dello sprint e aumenta negli sprint successivi fino a livelli che possono superare il 70% del VO₂max. Nel presente studio i giocatori hanno ottenuto livelli simili di questa variabile in entrambi i gruppi di condizioni climatiche.

Per quanto riguarda il tempo di reazione, nel presente studio esso è stato sostanzialmente più corto a metà del protocollo in condizioni del Qatar. È importante sottolineare che nello sport le prestazioni di successo dipendono fortemente dalla capacità di soddisfare contemporaneamente richieste cognitive e fisiche.

L'analisi delle variabili correlate al sangue non ha rivelato differenze significative tra le condizioni climatiche, vale a dire che i livelli di queste variabili erano molto simili in entrambi i gruppi.

Cambiamenti maggiori sono stati registrati nel livello degli elettroliti, confrontando QSC e NC.⁷⁹

Il corpo risponde allo stress termico sudando e ciò può potenzialmente alterare l'equilibrio idrico ed elettrolitico del corpo.⁸⁰ Le perdite di volume di sudore e di elettroliti sono molto variabili tra gli atleti. La variabilità è data dal tasso di sudorazione e dalla composizione del sudore stesso.

Tali perdite di liquidi compromettono seriamente sia le prestazioni fisiche che cognitive se il fluido non viene ingerito per limitare l'ipoidratazione subita. Gli atleti potrebbero essere tentati di credere che la necessità di reintegrazione dei liquidi diminuirà man mano che si abituano al caldo, ma l'acclimatazione al caldo in realtà aumenterà la necessità di reintegrazione dei liquidi a causa della maggiore risposta alla sudorazione. Gli atleti quindi non solo devono bere di più con il caldo, ma devono anche bere ancora di più man mano che si acclimatano e iniziano a sudare di più.

Per molti giocatori provenienti da regioni temperate non fa parte della loro routine bere quantità significative di liquidi durante l'allenamento, ma lo deve diventare nel momento in cui si allenano in climi caldi o quando si devono preparare per una competizione con clima caldo.

Non c'è modo di adattarsi alla disidratazione: ogni tentativo di farlo è inutile e pericoloso.⁸¹

L'ipoidratazione ha un effetto diretto anche sulla funzione cerebrale, ossia contribuisce all'affaticamento durante l'esercizio prolungato in un ambiente caldo. Il cervello ha un alto tasso di produzione di calore metabolico e durante

79 Chmura P et al., *Responses of soccer players performing repeated maximal efforts in simulated conditions of the FIFA World Cup Qatar 2022: A holistic approach.*, PLoS One. 2022

80 Kurdak SS et al., *Hydration and sweating responses to hot-weather football competition.*, Scand J Med Sci Sports. 2010

81 Maughan RJ et al., *Living, training and playing in the heat: challenges to the football player and strategies for coping with environmental extremes.*, Scand J Med Sci Sports. 2010

l'esercizio, la temperatura del cervello è più alta della temperatura centrale (arteriosa) (Nybo et al., 2002).⁸²

Le variabili elettrolitiche devono quindi essere monitorate nel tempo poiché possono ridurre la capacità di esercizio, specialmente se accompagnate da temperature elevate.

I giocatori devono, pertanto, prestare attenzione al regolare rifornimento di liquidi e al consumo di bevande isotoniche, mentre i club e gli organizzatori delle competizioni devono garantire una facile disponibilità di bevande in tutto il campo di calcio.

I risultati di questo studio indicano che la temperatura ambientale alla quale si giocano le partite deve essere considerata per prevedere la capacità di esercizio dei giocatori e adottare una strategia di partita adeguata. Inoltre, questi risultati possono essere utilizzati nella progettazione di programmi di allenamento volti a migliorare gli adattamenti fisiologici dei giocatori simulando condizioni di gioco specifiche del calcio per sviluppare la capacità anaerobica nell'esercizio massimale ripetuto. Gli sprint ripetuti sono una strategia di allenamento potente ed efficiente in termini di tempo, efficace nello sviluppo di accelerazione, velocità, potenza esplosiva delle gambe, potenza aerobica e prestazioni di corsa ad alta intensità, tutti elementi cruciali per le prestazioni degli sport di squadra. Eseguire diversi protocolli di esercizi massimali ripetuti in condizioni di alta temperatura aumenta la tolleranza a questo tipo di sforzo.

Poiché il clima è un fattore esterno e non modificabile, gli sforzi di preparazione al calore dovrebbero concentrarsi anche su fattori personali interni e modificabili, come, appunto, l'idratazione. Quest'ultima non è l'unica strategia preventiva che i giocatori possono adottare; c'è anche l'acclimatazione.⁸³ L'entità dell'adattamento al calore è strettamente correlata al grado di sollecitazione termica a cui l'individuo è esposto. L'adattamento è più o meno completo, per la maggior parte

82 Ozgüven KT et al., *Effect of hot environmental conditions on physical activity patterns and temperature response of football players.*, Scand J Med Sci Sports. 2010

83 Chmura, *Responses of soccer ...*, cit.

degli individui, entro circa 7-14 giorni (Montain et al., 1996). Anche se un periodo di acclimatazione, di giorni o addirittura settimane è raramente disponibile per il calciatore professionista, tale opzione è prevista in competizioni come i Mondiali.⁸⁴

Il suggerimento di questo studio era quello di far arrivare i giocatori, che avrebbero disputato il Mondiale, il prima possibile in Qatar, dopo la fine dei rispettivi campionati. Inoltre, il consiglio era quello di organizzare un campo di recupero per garantire l'adattamento dei giocatori alle condizioni climatiche del Qatar, e poi una seduta di preparazione diretta alla prima partita del Mondiale. Ciò avrebbe consentito una comparsa ritardata della sensazione soggettiva di stanchezza, cambiamenti minori nell'equilibrio acido-base del corpo e una perdita di potenza minima nella fase finale del gioco.⁸⁵

5.3 Infortuni durante il Mondiale in Qatar

I calciatori che partecipano ad un Mondiale sono tra i migliori al mondo. Per loro e per il personale medico gli infortuni rappresentano una sfida, a causa della breve durata tra le partite e della posta in gioco elevata. Pertanto, la diagnosi deve essere rapida e accurata.

Qatar 2022 è stata la prima Coppa del Mondo FIFA in cui i servizi medici ai giocatori sono stati forniti in una struttura centrale, consentendo così una panoramica unica degli infortuni rilevati durante la competizione. Ciò è stato reso possibile dal fatto che tutti gli stadi erano situati entro un raggio di 55 km dalla capitale del Qatar, Doha, a differenza, invece, di tutti gli altri Mondiali di calcio già disputatisi, che si sono tenuti in più città con grandi distanze tra gli stadi.

⁸⁴ Maughan, *Living, training and ...*, cit.

⁸⁵ Chmura, *Responses of soccer ...*, cit.

I servizi di radiologia sono stati disponibili a tutte le ore dal 10 novembre 2022 (10 giorni prima dell'inizio del torneo) al 19 dicembre 2022 (un giorno dopo la finale Mondiale).

Sono stati eseguiti 143 esami radiologici per 94 giocatori di 28 squadre nazionali. La maggior parte degli esami sono stati eseguiti per i calciatori appartenenti alla AFC (Confederazione asiatica di calcio) e alla CAF (Confederazione Calcio Africano). Il tasso di utilizzo è stato, rispettivamente, del 27% e del 24%, a differenza dei giocatori appartenenti alla CONMEBOL (Confederazione calcistica sudamericana), 17%, all'UEFA (Unione delle associazioni calcistiche europee), 12%, e alla CONCACAF (Confederazione dell'Associazione Calcio Nord, Centro America e Caraibi), 10%.

La risonanza magnetica è stata la procedura di *imaging* più utilizzata (96/143 - 67%), seguita dalla radiografia (17/143 - 12%), dall'ecografia (13/143 - 9%), dalla tomografia computerizzata (6/143 - 4%) e dalle iniezioni ecoguidate (11/143 - 8%).

Le parti del corpo che hanno registrato la maggior frequenza nell'utilizzo delle procedure di *imaging* sono state la coscia (27,2%), il ginocchio (23,2%) e caviglia e piede (23,2%).

In totale, sono stati segnalati 112 infortuni, per i 94 calciatori sottoposti agli esami di *imaging*, di cui 48 muscolo-tendinei, 28 legamentosi, 24 cartilaginei e 12 ossei.

Sono stati registrati 46 infortuni muscolari in 42 calciatori, principalmente a livello della coscia.

Infortuni muscolari indiretti sono stati segnalati in 40 esami, con 21 lesioni di grado I, 16 di grado II e 3 di grado III e in tre esami infortuni muscolari diretti.

Il DOMS è stato segnalato in un caso soltanto e tendinopatie della rotula e del quadricipite sono state riscontrate in due casi di lesioni muscolari e tendinee.

La maggior parte degli infortuni muscolari erano acuti (44/46) e due cronici (2/46).

Infine, osteofiti tibio-astragalici anteromediali cronici sono stati riscontrati in soli due casi.

Le rotture dei legamenti erano il secondo tipo di lesione più comune e hanno interessato le regioni del ginocchio e della caviglia.

La lesione del legamento talofibulare anteriore e calcaneofibulare sono state le lesioni dei legamenti più comuni (12), seguite dalle lesioni del legamento collaterale mediale del ginocchio (7), dalle lesioni del legamento deltoideo della caviglia (3) e da due lesioni del legamento crociato anteriore del ginocchio. Un caso soltanto ha coinvolto il legamento sindesmotico della caviglia, il legamento tarso-metatarsale, l'angolo posterolaterale del ginocchio e il legamento estrinseco del polso.

Tutte le rotture dei legamenti del ginocchio e della caviglia erano acute.

Ginocchio (14 casi) e caviglia (8 casi) sono stati interessati anche dalle lesioni della cartilagine. Quest'ultime erano localizzate principalmente nel compartimento femoro-rotuleo, per quanto riguarda il ginocchio, e nella cupola dell'astragalo, per quanto riguarda la caviglia.

Tutte le lesioni della cartilagine sono state classificate come cronico-degenerative. La lesione della cartilagine articolare è una delle principali preoccupazioni per i giocatori di calcio ed è una delle principali cause di disabilità e calo delle prestazioni nei giocatori d'élite. La degenerazione progressiva della cartilagine e l'artrosi si verificano nel 32% dei giocatori e sono proporzionali al livello agonistico.

La malattia degenerativa del disco, con ernie del disco che colpiscono la colonna cervicale e lombare, ha interessato due calciatori.

Per quanto riguarda le lesioni ossee, la maggior parte erano fratture agli arti superiori (5) e alla parete toracica (2). Una sola frattura ha interessato gli arti inferiori.

Le lesioni ossee rimanenti erano: contusione ossea metatarsale (1), edema del midollo osseo pubico (2) e spondilolisi della colonna lombare.

Le iniezioni ecoguidate sono state eseguite per aiutare i giocatori a tornare in campo il più rapidamente possibile, riducendo il dolore e accelerando la guarigione dei tessuti.

I trattamenti più comuni sono stati: quattro iniezioni di steroidi al ginocchio (trattamento intraarticolare per il dolore correlato a lesioni della cartilagine) e una attorno al nervo ileopogatrigo per il dolore all'inguine, due iniezioni di plasma ricco di piastrine alla caviglia (lesioni legamentose) e due iniezioni di Traumeel (un preparato omeopatico che si è dimostrato avere un'efficacia simile ai farmaci antinfiammatori non steroidei nel migliorare il recupero) per lesioni muscolari. Otto degli undici giocatori sottoposti a iniezione ecoguidata sono riusciti a tornare a giocare durante il torneo.

Questo studio evidenzia l'utilità dei servizi di *imaging* durante la Coppa del Mondo FIFA 2022 che, nonostante siano stati utilizzati dall'11,6% dei giocatori (94/806), hanno fornito una visione approfondita degli infortuni che si verificano ai massimi livelli, contribuendo ad ottimizzare l'assistenza medica negli eventi futuri.⁸⁶

86 Bordalo M et al., *Imaging-detected sports injuries and imaging-guided interventions in athletes during the 2022 FIFA football (soccer) World Cup.*, Skeletal Radiol. 2023

6 Conclusione

Gli studi presi in considerazione hanno dimostrato come l'interruzione improvvisa della stagione calcistica dei principali campionati europei, ma in particolar modo di quello italiano di Serie A, a causa del COVID-19, e quella, seppur programmata, in vista del Mondiale in Qatar, ha provocato un numero significativo di infortuni nei calciatori, mettendo, così, in discussione gli obbiettivi dei club e delle nazionali.

Nonostante gli infortuni siano noti per tipologia e zone del corpo interessate, è ancor oggi difficile per lo staff tecnico e medico di una squadra di calcio prevenirli e curarli, data la moltitudine di fattori che li possono innescare e l'unicità, in termini di caratteristiche fisiche, di ciascun giocatore.

Potrebbe rivelarsi utile in tal senso un programma preventivo e riabilitativo personalizzato per ciascun giocatore, ma ciò risulta difficile da realizzare nel concreto dato il poco tempo a disposizione delle squadre, costrette a giocare le partite con una frequenza elevata.

È, quindi, importante l'attenzione che ogni singolo giocatore mette nel privato, curando aspetti come sonno e nutrizione, al fine di salvaguardare e mantenere una forma fisica ottimale. Quest'ultima è stata messa a dura prova dal *lockdown*, il quale ha reso il calcio, per un certo periodo di tempo, uno sport individuale, ma contemporaneamente ha messo in luce la capacità degli staff delle squadre di trovare velocemente soluzioni quanto più possibile efficaci, in termini di allenamento, sulla base dei punti di forza e di debolezza di ogni calciatore. Ciò è stato possibile grazie al lavoro in equipe dei componenti dello staff tecnico e medico del club, la cui intesa, unitamente a quella con i componenti dello staff delle nazionali, si è rivelata ugualmente importante durante i mesi che hanno preceduto l'inizio del Mondiale in Qatar. Quest'ultimo, essendosi tenuto nei mesi invernali, ha di fatto modificato la tradizionale suddivisione di una stagione calcistica, recando danni ai giocatori non solo nel periodo di preparazione ma anche in quello successivo al termine del torneo, in quanto coloro che si sarebbero infortunati durante il Mondiale, non avrebbero avuto l'estate per recuperare.

Questa ricerca mi ha fatto capire quanto sia importante per i giocatori avere a disposizione un adeguato tempo di recupero per poter esprimersi al meglio nelle competizioni. Inoltre, le loro migliori prestazioni sono il risultato di una stretta collaborazione tra gli staff, a dimostrazione del fatto che con il termine “squadra” non ci si dovrebbe riferire soltanto alla rosa di giocatori ma all'intero organico.

7 Bibliografia

Annino G, Manzi V, Alashram AR, Romagnoli C, Coniglio M, Lamouchideli N, Perrone MA, Limongi D, Padua E., *COVID-19 as a Potential Cause of Muscle Injuries in Professional Italian Serie A Soccer Players: A Retrospective Observational Study.*, Int J Environ Res Public Health. 2022 19(17):11117

Bangsbo J., *Preparazione fisico-atletica del calciatore. Allenamento aerobico e anaerobico nel calcio.*, Torgiano (PG): Calzetti-Mariucci Editori, 2006;

Bertelè L., *Basta saper vedere. La prevenzione nel calcio (e in altri sport). Intuizioni e prove scientifiche.*, Fondazione Apostolo, 2013;

Bisciotti GN., *La prevenzione degli infortuni nel calcio.*, Peschiera Borromeo (MI): Edi.Ermes, 2016;

Bisciotti GN, Eirale C, Corsini A, Baudot C, Saillant G, Chalabi H., *Return to football training and competition after lockdown caused by the COVID-19 pandemic: medical recommendations*, Biol Sport. 2020 37(3):313-319;

Bordalo M, Serner A, Yamashiro E, Al-Musa E, Djadoun MA, Al-Khelaifi K, Schumacher YO, Al-Kuwari AJ, Massey A, D'Hooghe P, Cardinale M., *Imaging-detected sports injuries and imaging-guided interventions in athletes during the 2022 FIFA football (soccer) World Cup.*, Skeletal Radiol. 2023;

Chennaoui M, Vanneau T, Trignol A, Arnal P, Gomez-Merino D, Baudot C, Perez J, Pochettino S, Eirale C, Chalabi H., *How does sleep help recovery from exercise-induced muscle injuries?*, J Sci Med Sport. 2021 24(10):982-987;

Chmura P, Liu H, Andrzejewski M, Tessitore A, Sadowski J, Chmura J, Rokita A, Tański W, Cicirko L, Konefał M., *Responses of soccer players performing repeated maximal efforts in simulated conditions of the FIFA World Cup Qatar 2022: A holistic approach.*, PLoS One. 2022;

Collins J, Maughan RJ, Gleeson M, Billsborough J, Jeukendrup A, Morton JP, Phillips SM, Armstrong L, Burke LM, Close GL, Duffield R, Larson-Meyer E,

Louis J, Medina D, Meyer F, Rollo I, Sundgot-Borgen J, Wall BT, Boullosa B, Dupont G, Lizarraga A, Res P, Bizzini M, Castagna C, Cowie CM, D'Hooghe M, Geyer H, Meyer T, Papadimitriou N, Vouillamoz M, McCall A., *UEFA expert group statement on nutrition in elite football. Current evidence to inform practical recommendations and guide future research.*, Br J Sports Med. 2021 55(8):416;

Corsini A, Bisciotti A, Canonico R, Causarano A, Del Vescovo R, Gatto P, Gola P, Iera M, Mazzoni S, Minafra P, Nanni G, Pasta G, Pulcini I, Salvatori S, Scorcu M, Stefanini L, Tenore F, Palermi S, Casasco M, Calza S., *Are Football Players More Prone to Muscle Injury after COVID-19 Infection? The "Italian Injury Study" during the Serie a Championship.*, Int J Environ Res Public Health. 2023 20(6):5182;

De Angelis D., *Stretching e calcio. Come prevenire gli infortuni ed aumentare la performance*, 2017;

Frosio A., “*Ahia, i muscoli della A sono sotto stress*”, La Gazzetta dello Sport, 18 ottobre 2022;

Ghrai M, Loney T, Pruna R, Malliaropoulos N, Valle X., *Effect of poor cooperation between coaching and medical staff on muscle re-injury in professional football over 15 seasons.*, Open Access J Sports Med. 2019 10:107-113;

Guidi M., “*La Juve si è rotta*”, La Gazzetta dello Sport, 17 settembre 2022;

<https://www.gazzetta.it/Calcio/Mondiali/08-11-2022/mondiali-qatar-2022-regole-rose-sostituzioni-infortunati-4501016364756.shtml>

<https://www.gazzetta.it/Calcio/Serie-A/23-11-2015/fisiatra-calcio-malato-palestra-cosi-aumentano-infortuni-muscolari-1301042545288.shtml>;

<https://www.gazzetta.it/Calcio/Estero/13-06-2022/regola-5-sostituzioni-calcio-ufficiale-ifab-440967763513.shtml>;

<https://www.metodobertele.it/le-cosce-dybala/>;

[https://www.salute.gov.it/portale/nuovocoronavirus/dettaglioFaqNuovoCoronavirus.jsp?lingua=italiano&id=25;](https://www.salute.gov.it/portale/nuovocoronavirus/dettaglioFaqNuovoCoronavirus.jsp?lingua=italiano&id=25)

[https://www.transfermarkt.it/;](https://www.transfermarkt.it/)

Kellmann M, Bertollo M, Bosquet L, Brink M, Coutts AJ, Duffield R, Erlacher D, Halson SL, Hecksteden A, Heidari J, Kallus KW, Meeusen R, Mujika I, Robazza C, Skorski S, Venter R, Beckmann J., *Recovery and Performance in Sport: Consensus Statement.*, Int J Sports Physiol Perform. 2018 13(2):240-245

Kurdak SS, Shirreffs SM, Maughan RJ, Ozgüven KT, Zeren C, Korkmaz S, Yazici Z, Ersöz G, Binnet MS, Dvorak J., *Hydration and sweating responses to hot-weather football competition.*, Scand J Med Sci Sports. 2010 3:133-9;

Licari F., “*Il Mondiale in Qatar e i calendari affollati. Un errore da non ripetere mai più*”, La Gazzetta dello Sport, 5 novembre 2022;

Maffulli N, Oliva F, Frizziero A, Nanni G, Barazzuol M, Via AG, Ramponi C, Brancaccio P, Lisitano G, Rizzo D, Freschi M, Galletti S, Melegati G, Pasta G, Testa V, Valent A, Del Buono A., *ISMuLT Guidelines for muscle injuries. Muscles Ligaments Tendons, J.* 2014 3(4):241-9;

Marqués-Jiménez D, Calleja-González J, Arratibel-Imaz I, Delextrat A, Uriarte F, Terrados N., *Influence of different types of compression garments on exercise-induced muscle damage markers after a soccer match.*, Res Sports Med. 2018 26(1):27-42;

Maughan RJ, Shirreffs SM, Ozgüven KT, Kurdak SS, Ersöz G, Binnet MS, Dvorak J., *Living, training and playing in the heat: challenges to the football player and strategies for coping with environmental extremes.*, Scand J Med Sci Sports. 2010 3:117-24;

Mazza D, Annibaldi A, Princi G, Arioli L, Marzilli F, Monaco E, Ferretti A., *Injuries During Return to Sport After the COVID-19 Lockdown: An Epidemiologic Study of Italian Professional Soccer Players.*, Orthop J Sports Med. 2022;

Mueller-Wohlfahrt HW, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, Orchard J, van Dijk CN, Kerkhoffs GM, Schamasch P, Blottner D, Swaerd L, Goedhart E, Uebliacker P., *Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement.*, Br J Sports Med. 2013 47(6):342-50;

Nédélec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G., *Recovery in soccer : part ii-recovery strategies.*, Sports Med. 2013 43(1):9-22;

Ozgülünen KT, Kurdak SS, Maughan RJ, Zeren C, Korkmaz S, Yazici Z, Ersöz G, Shirreffs SM, Binnet MS, Dvorak J., *Effect of hot environmental conditions on physical activity patterns and temperature response of football players.*, Scand J Med Sci Sports. 2010 3:140-7;

Rampinini E, Donghi F, Martin M, Bosio A, Riggio M, Maffiuletti NA., *Impact of COVID-19 Lockdown on Serie A Soccer Players' Physical Qualities.*, Int J Sports Med. 2021 42(10):917-923;

Sannicandro I., *Rischio di infortunio e preparazione atletica nel calcio: valutazione e strategie di prevenzione.*, Calzetti e Mariucci Editori, 2009;

Washif JA, Mujika I, DeLang MD, Brito J, Dellal A, Haugen T, Hassanmirzaei B, Wong DP, Farooq A, Dönmez G, Kim KJ, Duque JDP, MacMillan L, Matsunaga R, Rabbani A, Romdhani M, Tabben M, Zerguini Y, Zmijewski P, Pyne DB, Chamari K., *Training Practices of Football Players During the Early COVID-19 Lockdown Worldwide.*, Int J Sports Physiol Perform. 2022 18(1):37-46;

Weineck J., *L'allenamento ottimale.*, Torgiano (PG): Calzetti e Mariucci Editori, 2009;

Zouhal H, Barthélémy B, Dellal A, Zouita S, Ben Abderrahman A, Ben Ounis O, Tourny C, Belamjihad A, Ahmaidi S, Paillard T, Dyon N, Bideau B, Saeidi A, Moran J, Chaouachi A, Nassis GP, Carling C, Granacher U, Ravé G., *FIFA World Cup Qatar 2022: Solutions to the Physical Fitness Challenge.*, J Sports Sci Med. 2022 21(3):482-486

8 Ringraziamenti

Un sentito grazie al mio relatore Maurizio Sartori per la sua disponibilità e tempestività ad ogni mia richiesta.

Ringrazio i professori tutti per le conoscenze che mi hanno trasmesso in questi tre anni di studio.

Un ultimo grazie, ma non meno importante, alla mia famiglia, che mi ha sempre sostenuta, appoggiando ogni mia decisione, fin dalla scelta del mio percorso accademico.

