

# Analisi del movimento nell'atleta per la prevenzione del reinfortunio sportivo

Francesca MORELLO<sup>1</sup>, Fabrizio GERVASONI<sup>2</sup>, Arnaldo ANDREOLI<sup>2</sup>, Giorgio MELONI<sup>3</sup>, Antonino Michele PREVITERA<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Scuola di Specializzazione in Medicina Fisica e Riabilitativa - Università degli Studi di Milano.

<sup>2</sup> U.O. di Riabilitazione Specialistica, Ospedale "Luigi Sacco", ASST Fatebenefratelli - Sacco, Milano.

<sup>3</sup> Facoltà di Ingegneria Industriale - Curriculum Biomedico - Università Niccolò Cusano.

<sup>4</sup> Dipartimento di Scienze della Salute, Università degli Studi di Milano; Direttore - U.O. Riabilitazione Specialistica - ASST Santi Paolo e Carlo Ospedale San Paolo, Milano

## Introduzione

L'attività sportiva agonistica necessita di un'elevata richiesta funzionale, con sovraccarico di differenti strutture anatomiche, in funzione dello sport praticato e, negli sport di squadra, del ruolo attribuito all'atleta. L'infortunio determina una temporanea sospensione dell'attività sportiva, la cui durata dipende sia dalla tipologia del trauma, sia da fattori individuali dell'atleta. Il ritorno in campo rappresenta una fase importante per ogni sportivo e dovrebbe coincidere con la guarigione biologica del tessuto danneggiato.<sup>1</sup>

Il recupero della forza muscolare è tra gli obiettivi richiesti prima della ripresa di un'intensa attività sportiva. Evidenze scientifiche dimostrano che il potenziamento muscolare è condizionato anche da aspetti neurologici: ad esempio gli aggiustamenti posturali anticipatori (*Anticipatory Postural Adjustments* - APA)<sup>2,3,4,5</sup> influiscono sull'entità della forza erogata durante un movimento. Con APA è generalmente indicata l'attivazione di gruppi muscolari non direttamente coinvolti nel compito motorio richiesto, ma che consentono la stabilizzazione posturale necessaria alla corretta esecuzione del movimento. Gli APA sono generati da specifiche aree del sistema nervoso centrale, in particolare: la corteccia prefrontale, l'area motoria primaria, l'area premotoria, l'area motoria secondaria e i gangli della base.

Lo studio del movimento in relazione all'attività muscolare può essere condotto grazie a protocolli di analisi del

movimento, integrati con una valutazione elettromiografica. Tali valutazioni offrono informazioni qualitative e quantitative relativamente ai parametri cinematici del gesto motorio e all'attivazione muscolare richiesta per compierlo. Un'analisi multifattoriale di questo tipo, condotta con sportivi professionisti, consente di evidenziare sovraccarichi articolari, limitazioni motorie o alterazioni posturali che possono guidare l'intervento riabilitativo dopo un infortunio, in particolare al fine di prevenire il reinfortunio.

Obiettivo del presente studio è ricercare con sistemi di analisi del movimento, baropodometria e sensori inerziali eventuali asimmetrie nel movimento attivo degli arti inferiori in atleti che abbiano già ripreso l'attività agonistica dopo un periodo d'innattività per infortunio. Infatti, s'ipotizza che, oltre alla riduzione della stenia conseguente all'evento traumatico, ci possa essere anche un risparmio motorio (una sorta di "non utilizzo appreso") dell'arto colpito<sup>6</sup>. Il trattamento riabilitativo deve essere quindi orientato, oltre che al recupero dell'articolazione e della stenia, anche al recupero del corretto reclutamento motorio e di una simmetrica distribuzione del carico, in particolare durante lo svolgimento di compiti motori con elevate richieste funzionali. L'eventuale persistenza di risparmio motorio di un arto a seguito di un infortunio potrebbe influire con i meccanismi di recupero, condizionando l'insorgenza di strategie di compenso persistenti, talvolta non evidenziabili alla sola osservazione

clinica. Tali compensi motori potrebbero essere a loro volta responsabili dell'instaurarsi di vizi posturali aggravati dalle continue sollecitazioni che l'attività agonistica comporta.

Sull'individuazione di tali alterazioni e sulla successiva impostazione di un Progetto Riabilitativo Individuale (P.R.I.) mirato e specifico, si pongono le basi per la riduzione del rischio di recidiva di infortunio e, nei soggetti sani, per la prevenzione dell'infortunio sportivo.

## Materiali e metodi

In considerazione della complessità della metodica di analisi del movimento con elettromiografia di superficie e della necessità di reclutare atleti professionisti, si è optato per uno studio che prevedesse unicamente il gruppo sperimentale, sottoposto a tutte le valutazioni cliniche e strumentali previste dal protocollo di ricerca. Per questi motivi si è configurato un *quasi-experimental study*. Lo studio è stato condotto dall'équipe dell'Unità Operativa di Riabilitazione Specialistica dell'Ospedale "Luigi Sacco" di Milano (A.S.S.T. Fatebenefratelli Sacco), presso il laboratorio di *gait analysis* di ORThesys (via A. Bazzini, 2 - Milano) e direttamente sui campi di allenamento (di rugby, di pallavolo e di basket) degli atleti arruolati. La raccolta dei dati strumentali si è svolta tra il mese di febbraio e il mese di maggio 2019.

La selezione del campione è stata realizzata con modalità non probabilistica (campionamento di convenienza), arruolando tutti gli atleti occorsi alla

nostra attenzione, afferenti alle tre discipline in esame (i.e. pallacanestro, pallavolo e rugby).

Nonostante il campionamento di convenienza, tuttavia, è stata conservata una certa casualità nella selezione, in quanto sono stati arruolati tutti i soggetti corrispondenti ai criteri d'inclusione di seguito descritti, secondo l'ordine di rilevazione, senza introdurre ulteriori *bias* di selezione. Sono stati inclusi nello studio 14 atleti che praticano attività sportiva a livello agonistico: sei giocatori di rugby (Serie A), quattro giocatori di basket (Serie A2), quattro giocatori di pallavolo (Serie A2).

Tutti i partecipanti sono di sesso maschile, di età compresa tra 20 e 41 anni. Il campione è stato diviso in due gruppi, secondo il tipo di allenamento precedentemente eseguito:

- a) un gruppo che aveva ricevuto un allenamento mirato all'utilizzo di un solo piede in particolare o che aveva cambiato preferenza di piede per una specifica ragione (per esempio un infortunio);
- b) un gruppo che non aveva ricevuto nessun allenamento specifico in tal senso.

Sono stati esclusi dallo studio gli atleti che, in seguito a un infortunio, non avevano ripreso l'attività agonistica sul campo.

### Variabili di outcome

Per la determinazione dell'arto inferiore dominante è stato utilizzato il questionario "Waterloo Footedness Questionnaire - revised".

La scala analogica visiva di simmetria di carico (VASoL-S - Visual analogic symmetry of loading scale) è stata

**Tabella I.** Parametri descrittivi relativi al gruppo di studio

N=14	Numero di soggetti	Percentuale
<b>Genere</b>		
Maschio	14	100%
<b>Disciplina sportiva</b>		
Pallacanestro (Serie A2)	4	28,5%
Pallavolo (Serie A2)	4	28,5%
Rugby (Serie A)	6	43%
<b>Età</b>		
Media	26,6	
Deviazione standard	5,8	
Minima	20	
Massima	41	
<b>Criteri di inclusione</b>		
Trattamento riabilitativo	7	50%
Nessun trattamento	7	50%

utilizzata per la valutazione della percezione della simmetria di carico in stazione eretta e durante il salto ed è stata somministrata agli atleti prima dell'esecuzione dell'analisi del movimento. Questa scala risulta quindi priva di qualsiasi influenza sulla risposta soggettiva rispetto ai dati ottenuti dall'analisi strumentale. La VASoL-S è costituita da una retta orizzontale della lunghezza di dieci cm con due trattini alle estremità (corrispondenti a sinistra e destra) e un trattino nella parte centrale (corrispondente alla massima simmetria di carico). I descrittori utilizzati per la VASoL-S sono i termini "sinistra" e "destra".<sup>7</sup>

### Il laboratorio di gait analysis

In questo studio i marcatori sono stati posizionati secondo il protocollo clinico Davis-Heel. Gli elettrodi di superficie per effettuare le registrazioni dei segnali elettromiografici sono stati posi-

zionati secondo le raccomandazioni SENIAM (*Surface ElectroMyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles*) a livello dei seguenti muscoli: *gastrocnemio laterale, soleo, bicipite femorale e vasto mediale*.

### Protocollo sperimentale

Il protocollo sperimentale attuato ha previsto differenti fasi, sintetizzate come segue:

**Fase I:** raccolta dei dati anamnestici e dei consensi informati.

**Fase II:** compilazione del questionario per la determinazione dell'arto dominante e della scala visuo-analogica della simmetria di carico in stazione eretta e durante il salto.

**Fase III:** rilevazione delle misure antropometriche (*peso e altezza, distanza tra le spine iliache antero-superiori (SIAS), altezza bacino, diametro ginocchio, diametro caviglia, lunghezza arti inferiori*).

**Fase IV:** analisi strumentale.



**Figura 1** Protocollo: foto in serie. Da sinistra verso destra: statica, cammino, squat, statica in appoggio monopodalico.

Di seguito è riportata la sintesi schematica del protocollo utilizzato:

1. Baropodometria statica e dinamica.
2. Statica su pedana dinamometrica con braccia in leggera abduzione.
3. Registrazione cinematica e dinamica con marcatori ed elettromiografia di superficie durante il cammino, lo *squat*, la statica in appoggio monopodalico destro e sinistro (sovrapponibile al *single leg balance test*)<sup>8</sup>.
4. Registrazione su pedana dinamometrica per la rilevazione della forza risultante e dell'inclinazione della forza di reazione al suolo durante il *Counter Movement Jump* (CMJ).
5. Rilevazioni con sensore inerziale *wireless* (BTS GSensor) durante l'esecuzione di *Counter Movement Jump* (CMJ), *Squat Jump* (SJ), *Counter Movement Jump* con spinta delle braccia (CMJAT), *Counter Movement Jump* Ripetuto (RCMJ), *stiffness Test* (STIFF).

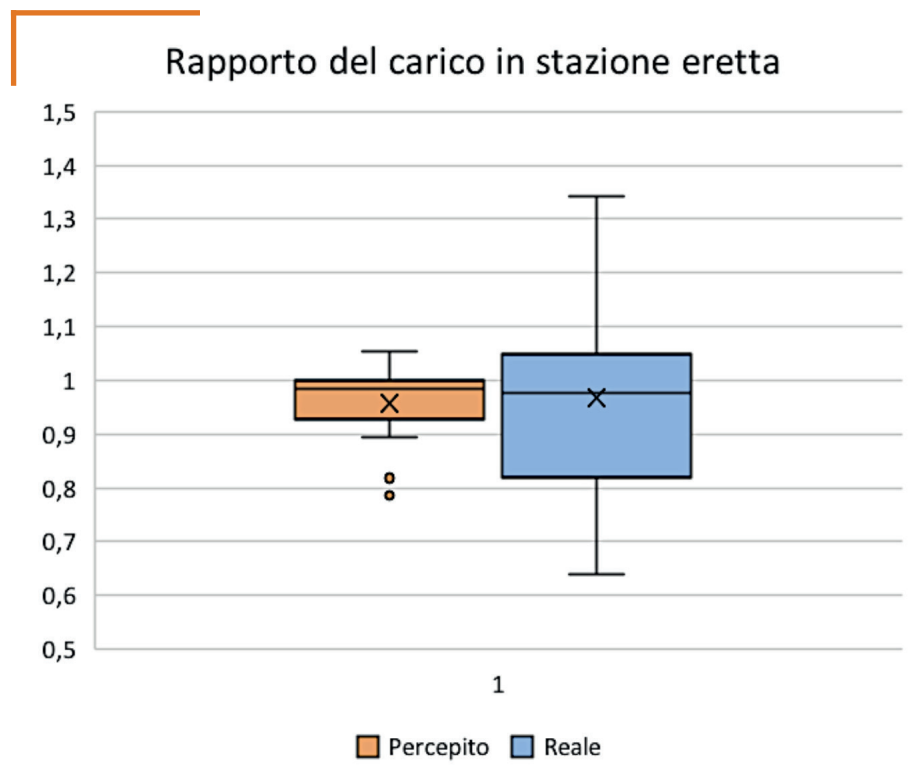
Le rilevazioni con sensore inerziale sono state eseguite in laboratorio e su campo.

## Risultati

### Confronto tra la percezione della simmetria in stazione eretta e la simmetria di carico misurata con baropodometria statica.

Per analizzare la relazione tra la simmetria (o asimmetria) percepita dal soggetto e la reale simmetria (o asimmetria) di carico misurata con la baropodometria statica (carico % sinistro e carico % destro), sono stati elaborati i rispettivi rapporti. In particolare, è stato calcolato il "Rapporto reale" del carico, dividendo la percentuale di carico destro con la percentuale di carico sinistro e il "Rapporto percepito" sulla base della compilazione della scala analogica visiva di simmetria di carico (VASoL-S). Da questa prima analisi, è stato possibile constatare che la percezione (soggettiva) si avvicina molto a una linea passante per l'1, ovvero molto vicina alla perfetta simmetria di carico.

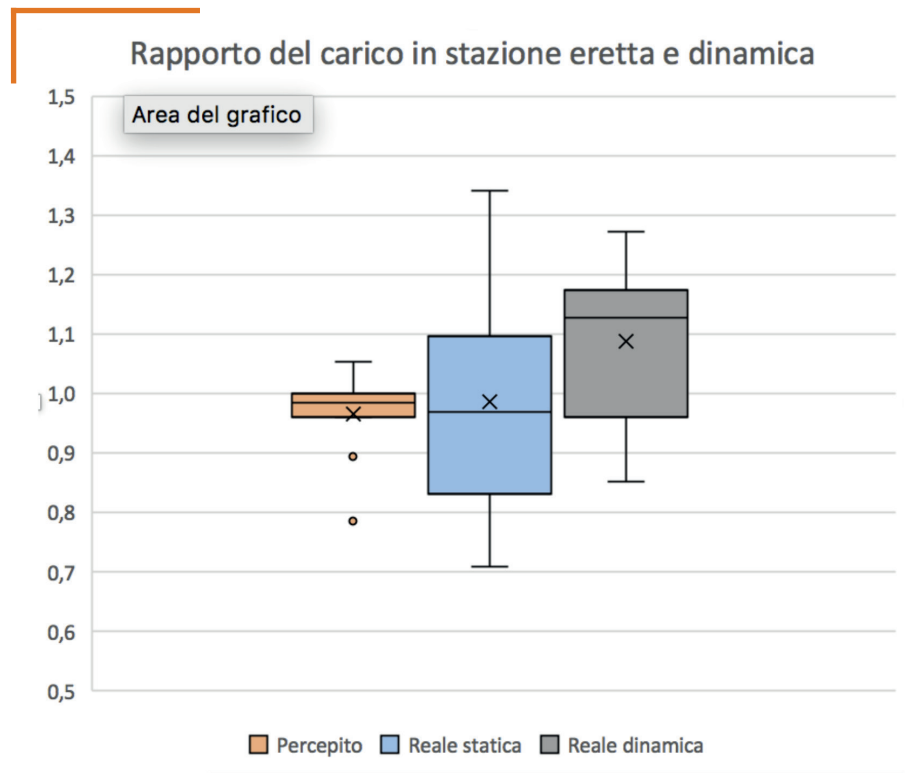
La distribuzione dei diversi rapporti (*Rapporto del carico percepito in stazione eretta*, *Rapporto del carico reale statico* e *Rapporto del carico dinamico*) rappre-



**Figura 2** Il carico reale e il carico percepito dall'atleta con box-plot. Riportando gli stessi dati su un diagramma box-plot, si osserva la maggiore dispersione dei valori reali di carico rispetto al percepito.

sentata attraverso il diagramma *box-plot*, mostra una maggiore dispersione dei valori rilevati alla baropodometria statica che si riduce nella baropodo-

metria dinamica. I soggetti presi in esame, inoltre, percepiscono il carico maggiormente simmetrico rispetto alla reale distribuzione statica.



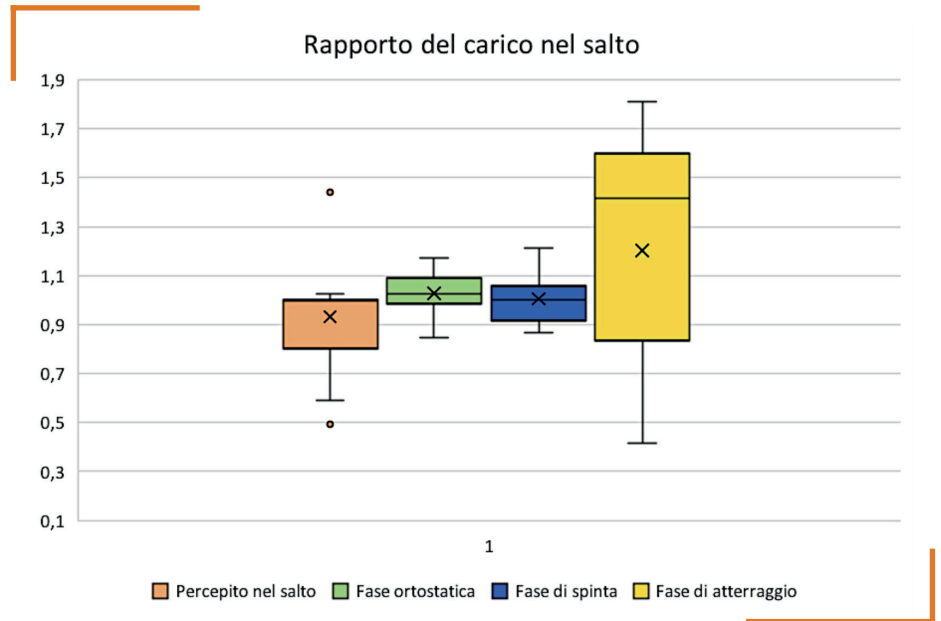
**Figura 3** Il rapporto del carico in stazione eretta e dinamica. Nel diagramma box-plot si osserva la maggiore dispersione dei valori reali di carico (rappresentati in azzurro e in grigio), rispetto al percepito dall'atleta (rappresentato in arancione).

**Confronto tra la simmetria di carico percepito durante il salto e i dati ottenuti su pedana dinamometrica durante l'esecuzione del salto (Counter Movement Jump - CMJ)**

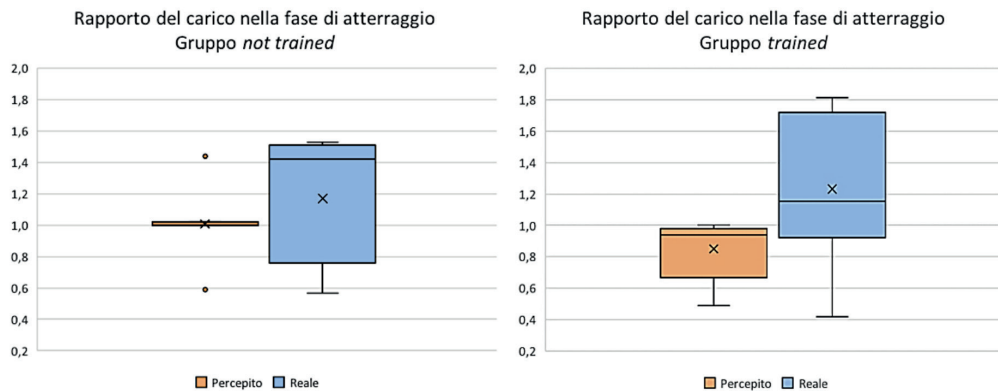
Il salto è stato eseguito come specificato nella descrizione del *Protocollo sperimentale*. La simmetria di carico percepito durante il salto è stata ricavata dalla compilazione della scala visuo-analogica durante il salto.

**Confronto tra il gruppo not trained e trained**

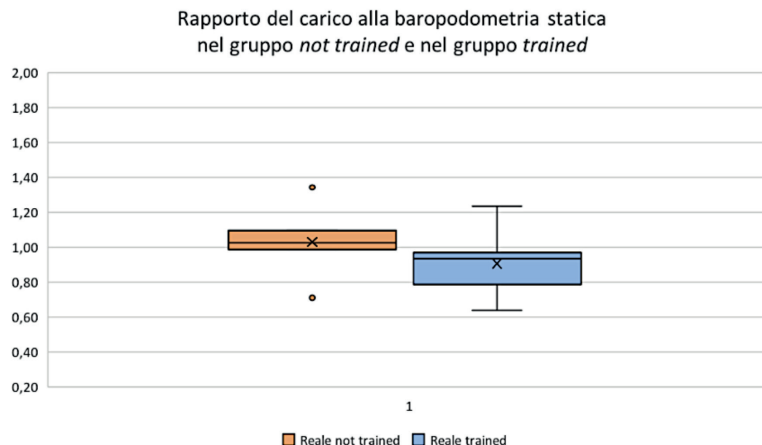
Gli atleti sono stati infine divisi in due gruppi: *not trained* e *trained*. I due gruppi sono stati posti a confronto per quanto concerne la percezione della simmetria in stazione eretta e la reale simmetria di carico analizzata con baropodometria statica.



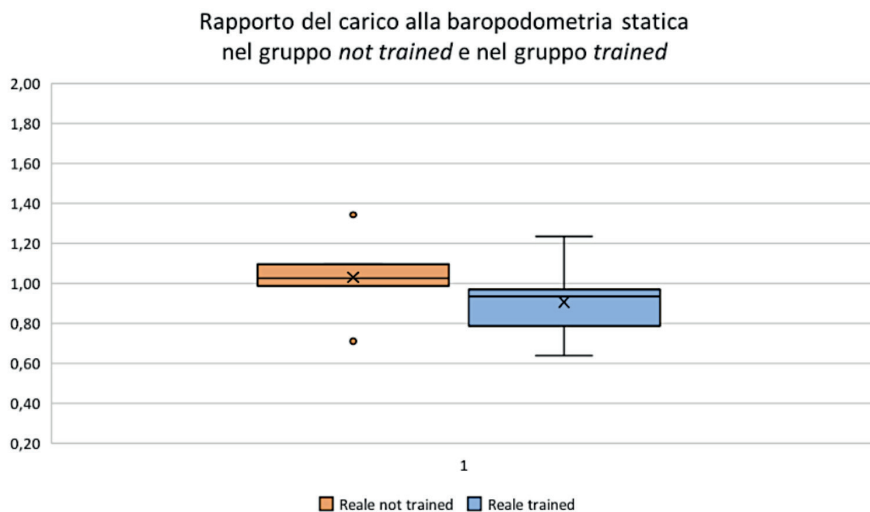
**Figura 4 Il rapporto del carico percepito e misurato strumentalmente.** Sul diagramma box-plot si evidenzia una differenza tra il percepito e la spinta statisticamente non significativa. È invece significativa la differenza tra la simmetria percepita dagli atleti e quella che presentano durante la fase di atterraggio, quella maggiormente interessata dagli infortuni.



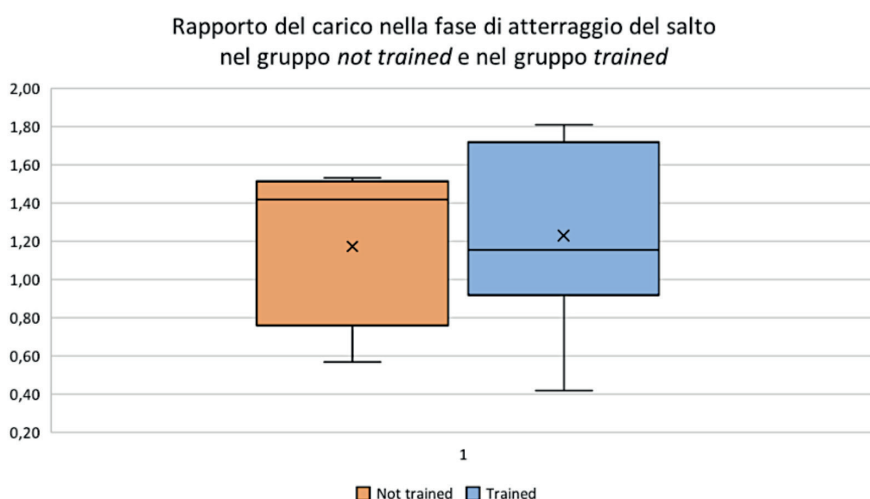
**Figura 5 Confronto tra carico percepito e reale in pazienti not trained e trained in stazione eretta.** Nei due grafici si evidenzia quanto, negli atleti sottoposti a training specifico per la propriocezione di uno degli arti inferiori, la percezione di asimmetria risulti più simile alla reale asimmetria di carico misurata strumentalmente. Gli atleti che non sono stati sottoposti a un allenamento specifico ritengono di avere una simmetria di carico pressoché perfetta (primo box-plot in arancione), dato non confermato dalla misurazione strumentale (primo box-plot azzurro)



**Figura 6 Confronto tra carico percepito e reale in pazienti not trained e trained nella fase di atterraggio dopo un salto.** Nel salto risulta ancora più evidente la differenza tra atleti non sottoposti ad allenamento specifico (a sinistra) e atleti allenati per il controllo propriocettivo degli arti inferiori.



**Figura 7** Confronto tra il gruppo *trained* e *not trained* in appoggio statico con baropodometria. Il grafico mostra il rapporto di carico alla baropodometria statica tra atleti allenati (azzurro) e non sottoposti ad allenamento specifico propriocettivo (arancione). La maggiore asimmetria di carico visualizzata per gli atleti sottoposti ad allenamento potrebbe essere determinata da un recente infortunio (che giustificherebbe il training mirato) o strutturate strategie di compenso, che potrebbero determinare asimmetrie di carico statico al mantenimento della stazione eretta.



**Figura 8** Confronto tra gruppi *trained* e *not trained* durante l'atterraggio dopo un salto. Il grafico mostra la simmetria di carico negli atleti sottoposti a specifico allenamento propriocettivo (rappresentati in azzurro) e negli atleti non allenati (box arancione). La fase di atterraggio dal salto è uno dei momenti maggiormente esposti al rischio di infortunio (e.g. distorsioni in inversione e lesioni del legamento crociato anteriore), è quindi fondamentale mantenere una corretta simmetria di carico in questa delicata fase del gesto atletico.

## Discussione

Il sistema nervoso centrale coordina il movimento con meccanismi automatici, che in gran parte eludono il controllo corticale cosciente.

La *sensazione*, esito dell'attivazione recettoriale, e la *percezione*, interpretazione cosciente degli input sensoriali, permettono all'organismo di interagire con l'ambiente e contribuiscono al controllo motorio.

L'atleta "allena" il corpo e la mente al fine di raggiungere le migliori *performance* motorie.

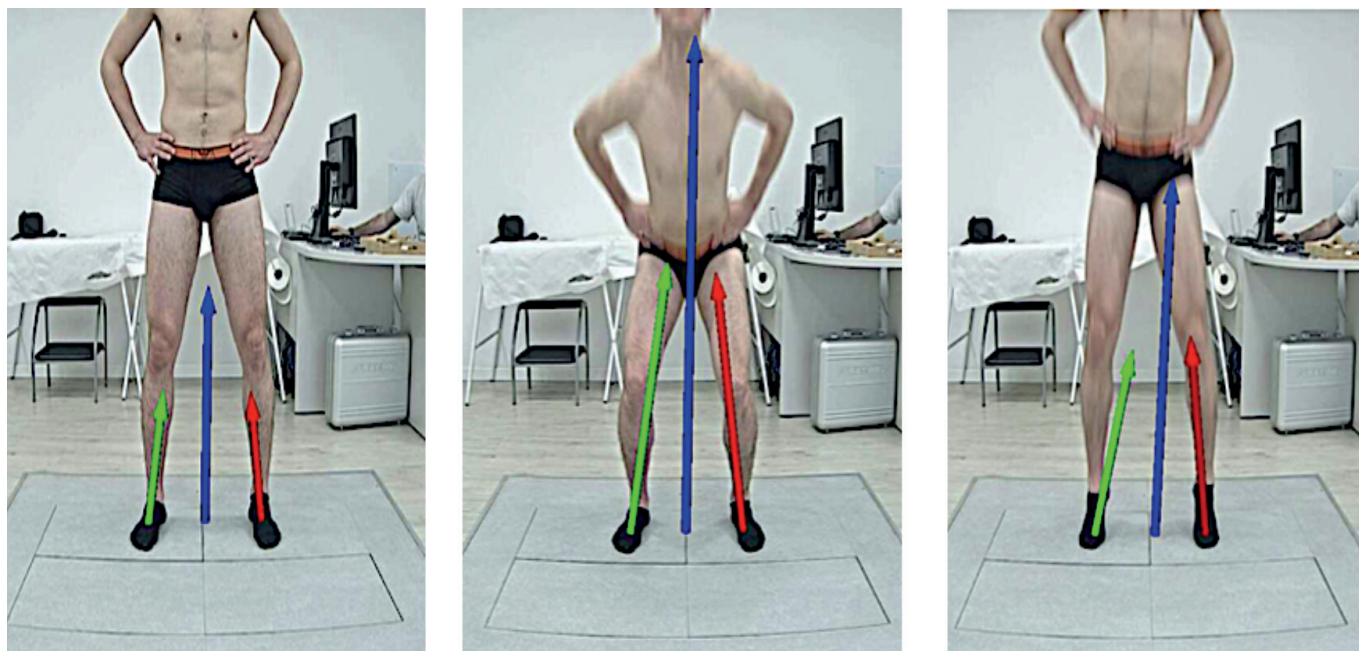
Gli atleti professionisti arruolati appartengono a categorie sportive d'*élite* (serie A) in ciascuna delle discipline oggetto dello studio. La metà di essi non era stata mai sottoposta a un trattamento o a un allenamento specifico per l'utilizzo di un arto in particolare. Invece, la restante metà era stata sottoposta a uno specifico tratta-

mento in seguito a un infortunio o per particolari esigenze determinate dal ruolo ricoperto in campo. Al momento dell'esecuzione dell'analisi strumentale, tutti gli atleti svolgevano regolarmente l'attività sportiva agonistica.

Il primo dato meritevole di interesse è la *percezione della simmetria di carico* durante la stazione eretta e durante il salto. Ciascuno degli atleti, con entità diversa secondo il soggetto, ha mostrato di percepire in maniera molto più simmetrica il carico durante le due prove (i.e. posizione statica e salto) rispetto ai dati ottenuti attraverso la baropodometria statica e la pedana dinamometrica durante l'esecuzione del salto. Si tratterebbe di una sorta di "*dispercezione funzionale*" che potrebbe comportare sovraccarichi di strutture anatomiche continuamente sollecitate durante la pratica sportiva. L'aspetto rilevante è la mancanza di consapevolezza dell'atleta circa la scorretta distribuzione dei carichi sugli arti inferiori durante l'esecuzione del gesto atletico.

L'analisi dei dati relativi alla percezione della simmetria di carico durante il salto e alle forze di reazione al suolo durante l'esecuzione del salto in laboratorio ha permesso di ottenere dei risultati significativi in particolare per quanto riguarda la *fase di atterraggio*. In questa fase, infatti, lo sbilanciamento dei carichi risulta maggiore rispetto alla fase di spinta e significativamente maggiore rispetto alla percezione di simmetria di carico degli atleti valutata con la scala analogica visiva di simmetria di carico (*Visual analogic symmetry of loading scale, VA-SoL-Scale*).

L'importanza di una corretta distribuzione dei carichi durante la *fase di atterraggio* è supportata dal fatto che spesso gli infortuni avvengono proprio nel momento in cui l'energia generata nella fase di spinta, insieme alla forza di gravità, è nuovamente assorbita dagli arti inferiori quando i piedi prendono contatto con il suolo. Inoltre, nei tre sport oggetto dello studio (i.e. pallavolo, pallacanestro e rugby) prevedono un elevato numero di salti. Un precedente studio ha stimato che, durante una partita di pallavolo di cinque set, possano essere effettuati in media da 76,3 a 141,3



**Figura 9 CMJ: Counter Movement jump.** L'immagine mostra l'atleta mentre esegue un salto sulla pedana dinamometrica presso il laboratorio di analisi del movimento. I sensori di forza posti sotto la pedana rilevano la forza esercitata al suolo, espressa con le frecce colorate. Da sinistra: a) fase ortostatica, b) fase di spinta, c) fase di atterraggio.

salto. In questo studio è stato inoltre enfatizzato il ruolo del palleggiatore che palleggia in salto rispettivamente il 53% e il 49% delle volte nelle fasi di "ricezione-attacco" e "battuta-muro-difesa".<sup>9</sup>

Per quanto riguarda lo *squat*, i principali muscoli coinvolti sono i *glutei*, i *bicipiti femorali* e i *quadricipiti*. Si tratta di un gesto non eseguito frequentemente durante la vita quotidiana (sia essa lavorativa o domestica), essendo più frequentemente eseguiti altri schemi motori per il raggiungimento di oggetti a terra. Lo *squat* è invece un esercizio frequentemente proposto nei percorsi di allenamento, sia a livello agonistico, sia amatoriale. Tuttavia, bisogna considerare che l'incremento stenico di un movimento è massimo per il gesto allenato, mentre aumenti di forza inferiori si registrano in movimenti diversi, nei quali sono coinvolti gli stessi muscoli.

Il recupero della forza muscolare è tra gli obiettivi richiesti prima della ripresa di un'intensa attività sportiva. Uno dei metodi per la misurazione della forza richiede l'uso del *dinamometro*, che deve essere adoperato in maniera appropriata, seguendo definiti schemi di posizionamento in corrispondenza dei segmenti anatomici, al fine di re-

gistrare dati accurati e ripetibili. Tali schemi possono raramente essere applicati nei gesti atletici degli sportivi d'élite, in particolare per le azioni di gioco svolte sul campo. Di conseguenza, la forza erogata dall'atleta durante la valutazione con il dinamometro, potrà essere significativamente diversa da quella effettivamente impiegata durante i gesti in campo. Per guidare il percorso riabilitativo di un atleta dopo l'infortunio e, soprattutto, per prevenire sovraccarichi biomeccanici potenzialmente condizionanti maggiore rischio di reinfortunio, sarebbe importante predisporre *valutazioni strumentali* approfondite (ad esempio, con *analisi del movimento*) per evidenziare asimmetrie di carico in particolari momenti del gesto atletico. Nello specifico, il risultato di questo studio ha documentato un'asimmetria di carico, non percepita dagli atleti, nella fase di contatto con il suolo dopo un salto. Quello specifico istante rappresenta uno dei momenti a maggior rischio di infortunio (o di reinfortunio). Sarebbe quindi auspicabile che il trattamento riabilitativo preveda esercizi finalizzati a ripristinare una corretta simmetria di carico in quella delicata fase di gioco. A ulteriore integrazione delle valutazioni strumentali è possi-

bile ricorrere all'utilizzo di *sensori inerziali*, anche durante azioni di gioco sul campo. In questo modo sarebbe possibile documentare la qualità e l'esecuzione del gesto atletico, individuando asimmetrie e problematiche altrimenti non percepite, né dall'atleta (come documentato dalla scala VASoL), né dal riabilitatore con la sola osservazione del gesto.

## Conclusioni

Nel corso della carriera sportiva, gli atleti professionisti che praticano sport di squadra a livello agonistico, non infrequentemente si espongono al rischio di infortuni. Tale esperienza ha conseguenze fisiche e psicologiche che comportano la temporanea interruzione dell'attività sportiva e, allo stesso tempo, la successiva possibilità che si verifichi un reinfortunio.

Il *trattamento riabilitativo* dopo un infortunio è una tappa fondamentale per il recupero psico-fisico dell'atleta e per il suo successivo ritorno in campo. In questo contesto, l'accurata valutazione clinica dell'atleta è indispensabile per il corretto approccio al paziente e può essere qualitativamente e quantitativamente completata da valuta-



**Figura 10** Il CMJ (Counter Movement jump) sul campo da gioco. L'immagine mostra l'atleta durante l'esecuzione CMJ sul campo. L'atleta indossa le scarpe abitualmente usate durante gli allenamenti e le partite.

zioni strumentali, come l'analisi del movimento o il ricorso a sensori inerziali, anche sul terreno di gioco.

L'obiettivo del presente studio è stato quello di individuare fattori biomeccanici predisponenti al rischio di reinfortunio in atleti professionisti. In particolare, sono state studiate la cinematica, la dinamica, l'attivazione muscolare e le forze erogate durante il cammino e nello svolgimento di alcuni definiti gesti atletici.

Lo studio ha documentato chiaramente la presenza di asimmetrie di carico sugli arti inferiori, non percepite dagli atleti, ma evidenziate grazie all'utilizzo di analisi del movimento, baropodometria e sensori inerziali. L'asimmetria di carico è significativa, in particolare, nella fase di atterraggio dopo un salto ed espone gli atleti a maggiori rischi di reinfortunio (ad esempio, per distorsioni di caviglia in inversione o per lesioni del legamento crociato anteriore). Sulla base di questi dati sarebbe auspicabile impostare un Progetto Riabilitativo Individuale (P.R.I.) e un programma riabilitativo indivi-

duale (p.r.i.) mirati al recupero, oltre che della stenia e della qualità del gesto atletico, anche della corretta simmetria nell'esecuzione degli stessi (in particolare nel salto). Tale provvedimento potrebbe assicurare una riduzione del sovraccarico biomeccanico delle strutture anatomiche già costantemente sollecitate dall'intensa attività sportiva.

### Ringraziamenti

Si ringraziano Lorenza Flaviani e lo staff di ORThesys (via A. Bazzini, 2 - Milano) per aver reso possibile la realizzazione dello studio presso il loro laboratorio di analisi del movimento.

### Bibliografia

1. Emery CA, Roy TO, Whittaker JL, Nettel-Aguirre A, Van Mechelen W. Neuromuscular training injury prevention strategies in youth sport: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2015;49(13):865-70.
2. Le Pellec A, Maton B. Anticipatory postural adjustments depend on final equi-

librium and task complexity in vertical high jump movements. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000;10(3):171-8.

3. Lipshits MI, Mauritz K PK. Quantitative analysis of anticipatory postural components of a complex voluntary movement. 1981.
4. Do MC, Nouillot P BS. Is balance or posture at the end of a voluntary movement programmed? *Neurosc Lett.* 1991;130:9-11.
5. Khanmohammadi R, Talebian S, Hadian MR, Olyaei G, Bagheri H. Preparatory postural adjustments during gait initiation in healthy younger and older adults: Neurophysiological and biomechanical aspects. *Brain Res [Internet].* 2015;1629:240-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.brainres.2015.09.039>
6. André JM, Didier JP, Paysant J. "Functional motor amnesia" in stroke (1904) and "learned non-use phenomenon" (1966). *J Rehabil Med.* 2004;36(3):138-40.
7. Frigerio TRP. La scala analogica visiva - VAS Visual Analogue Scale. *Arir Boll.* 1999;
8. Trojian TH, McKeag DB. Single leg balance test to identify risk of ankle sprains. *Br J Sports Med.* 2006;40(7):610-3.
9. Lobiatti AR, Carlo CC, Martina G, Elena C, Andrea T, Carlos DELJ, et al. Numero di salti in gara: confronto tra ruoli e posizioni. pagg. 78-80.