

# L'importanza della valutazione e del training con **biofeedback** negli infortuni sugli sci

**L**o sci è oggi forse lo sport invernale più praticato da atleti amatori e professionisti, ma è prima di tutto il più antico mezzo di locomozione, inventato prima ancora della ruota. La sua storia, infatti, si riconduce ad alcuni ritrovamenti fossili che datano i primi strumenti di questo tipo addirittura al 2.500 a.C. Gli inventori dello sci furono probabilmente i **lapponi**, ma anche nel IV secolo a.C. si parla di popoli dell'Asia minore che utilizzavano "scarpe di legno" per spostarsi sulla neve. In Italia

si iniziò a sciare a fine '800 e nei primi del '900 si disputarono le prime gare di questa nuova disciplina sportiva. Agli esordi di questa disciplina, lo sci era interamente in legno, con gli scarponi di cuoio legati tramite rudimentali attacchi realizzati con stringhe e lacci di cuoio. La nascita degli sci moderni con lamine in metallo è attribuita a un pilota di idrovolante di nome *Head* (proprio il fondatore dell'omonima casa produttrice), il quale, si dice, avendo dimenticato gli sci a casa, adattò allo scopo i pattini del suo aereo con soddisfacenti risultati. Già nei primi anni del 1900 vennero fondati i primi sci club italiani e nel 1908 nacque

abstract

**Lo sci è una disciplina sportiva invernale, che ha acquisito negli anni un sempre maggior interesse nella pratica da parte di atleti agonisti e non. In questo contributo ci focalizziamo sulla definizione del modello prestativo dello sci, sulle capacità condizionali e le proprietà condizionanti la prestazione. Analizzeremo, in particolare, l'importanza della valutazione propriocettiva, posturale e della forza con dati oggettivi emessi tramite il bio-feedback tecnologico TecnoBody. Vengono trattati alcuni test funzionali raccomandati durante i periodi di preparazione per gli atleti, con focus particolare sul confronto tra test pre-infortunio e post-ricostruzione dell'LCA nel caso della campionessa azzurra Carlotta Da Canal. Nel case report specifico mostreremo i risultati dei test e li commenteremo per evidenziare quanto la valutazione oggettiva sia in grado di guidare un percorso di riatletizzazione come quello condotto dall'azzurra presso il Centro Move Different di Aosta.**

## Parole chiave

- Sci
- Bio-feedback tecnologico
- Valutazione propriocettiva
- Stabilometria
- Run Analysis
- Fitness Test

la **FISI** (Federazione Italiana Sport Invernali). Lo sci alpino, per come lo intendiamo oggi, vide la luce a metà del 1800 quando vennero inventate le prime tecniche di discesa tra cui quella del *telemark*; fu però dal secondo dopoguerra che divenne uno sport di massa, abbandonando la fase pionieristica ed entrando in quella moderna. Si diffusero così in Europa e in Nord America diverse stazioni sciistiche attrezzate soprattutto con impianti di risalita. Oggi, specie per chi pratica la disciplina con obiettivi agonistici, molta attenzione va posta su un'ideale preparazione e sulla valutazione di gesto, forza e tecnica nel periodo che precede la stagione di allenamento più intenso e delle gare. Come qualsiasi disciplina sportiva, lo sci non è esente da infortuni ed è così che la delicata fase di riabilitazione e ritorno alla *performance* richiede attenzione nella ricerca delle cause che hanno portato a un

incidente: punti di forza e debolezza di postura, assetto, gesto in movimento e un'adeguata preparazione sia fisica sia mentale per affrontare il rientro sulle piste.

## Le discipline dello sci alpino

Lo sci alpino si suddivide in quattro discipline:

1. discesa libera;
2. super gigante;
3. slalom gigante;
4. slalom speciale.

Queste discipline devono sfruttare al meglio la forza di gravità riducendo al minimo le inevitabili decelerazioni dovute alle curve. Esistono chiaramente delle differenze che contraddistinguono le diverse discipline: tecniche, fisiologiche e psicologiche leggermente differenti tra loro e, quindi, con esigenze metodologiche di *training* diverse.



autore



**Marco Gidoni**

• LAUREATO IN SCIENZE MOTORIE PREVENTIVE E ADATTATE  
• TECNOBODY CLINICAL SPECIALIST

@ [www.tecnobody.com](http://www.tecnobody.com)



Carlotta Da Canal in gara.

## Il modello prestativo per lo sci alpino

Viene definito il modello prestativo l'insieme di metabolismi, capacità condizionali e proprietà condizionanti la prestazione. Nonostante la *performance* dello sciatore sia influenzata dall'applicazione della tecnica, intesa come capacità di sfruttare al meglio la forza di gravità, questa deve essere supportata da uno sviluppo congruo delle capacità psicofisiche specifiche, quali: forza, velocità, potenza, forza resistente, determinazione, coraggio e personalità. Più nello specifico, lo sci alpino viene definito come sport di **destrezza**, a prevalente impegno muscolare, con attività metabolica di tipo anaerobico misto, con prevalenza dell'aspetto anaerobico. Lo sci alpino è caratterizzato sicuramente dalla destrezza: lo sciatore deve essere abile, coordinato, sensibile, capace di adattarsi a improvvisi cambi di situazione. Inoltre, deve possedere buone qualità neuromuscolari: deve reclutare, infatti, rapidamente la forza e contrarre massimamente la muscolatura delle gambe, con contrazioni eccentriche fino al 120-140% della forza massima, ripetendo la contrazione sia il numero di porte del tracciato sia per gli avvallamenti o le sconessioni del terreno. Inoltre, per il funzionamento del muscolo lo sciatore deve utilizzare il **metabolismo metabolico**, sia lattacido sia allattacido in modo massiccio.

## La discesa

Il discesista deve superare, da regolamento nelle gare di Coppa del Mondo, in una sola *manche* un dislivello di 800 m per le donne e 1.000-1.100 m per gli uomini, a velocità medie variabili fra i 90-105 km/h per le donne e i 100-115 km/h per gli uomini. Questo avviene in un tempo compreso tra 1 min e 10 s e 1 min e 40 s circa. L'atleta produce in gara da 12 a 15-17 millimoli di acido lattico ematico e deve possedere le seguenti qualità fisiologiche:

1. discreta forza esplosiva (concentrica) e ottima forza eccentrica;
2. discreta resistenza alla forza veloce;
3. discreta potenza anaerobica lattacida;
4. buona tecnica nell'esecuzione di curve velocissime e celeri superamenti di asperità;
5. ottima capacità di amministrare le diverse azioni motorie con esatti tempismi esecutivi per "prevedere" le variazioni successive del terreno (salti, cambi di pendenza, gobbe, cunette, varie asperità).

Al discesista, oltre a un notevole coraggio, servono poi un grande senso della velocità e doti di scorrevolezza non comuni, alcune delle proprietà fisiologiche e tecniche dei gigantisti e super-gigantisti.

## La preparazione fisica

La preparazione fisica di un atleta comporta l'utilizzo di

mezzi indiretti e diretti.

La scelta deve seguire alcuni criteri che, traendo fondamento da quanto definito nel modello prestativo della specialità, riguardano in particolare la variazione degli esercizi in funzione dello scopo che si prefiggono e il principio della corrispondenza dinamica tra questi e la struttura motoria dell'esercizio di gara.

Gli esercizi, strumento principale dell'allenamento, possono variare in funzione della finalità che si prefiggono per:

1. numero e localizzazione dei muscoli interessati;
2. grado di forza e di potenza prodotte dalla contrazione muscolare;
3. velocità e ampiezza del movimento;
4. carattere della contrazione muscolare;
5. intensità e durata dell'attività;
6. particolari caratteristiche coordinative dell'attività muscolare;
7. tempi di recupero.

L'utilizzo di **esercizi di forza**, siano essi a carico naturale o con sovraccarico, non deve essere interpretato solo come mezzo per l'incremento della forza massima.

Infatti se le condizioni e i metodi per il suo aumento sono adeguati, questa tipologia di *training* è utile anche per ampliare lo spettro di possibilità funzionali e di capacità motorie dell'organismo quali:

1. velocità, rapidità e frequenza dei movimenti;

2. resistenza muscolare;
3. capacità di coordinazione e di decontrazione muscolare.

## L'importanza del bio-feedback tecnologico

La valutazione posturale tecnologica fornisce **dati oggettivi e confrontabili** nel tempo per monitorare la condizione del soggetto e le sue prestazioni. In ambito valutativo è universalmente riconosciuta l'importanza di produrre un risultato oggettivo, ottenuto tramite un protocollo standardizzato; il tutto per diminuire l'errore inter-operatore (*evidence based*). In aggiunta, l'uso di strumenti operatore-dipendente altera l'attendibilità del dato ottenuto e, soprattutto, il parametro di confronto con successive nuove valutazioni, specie se eseguite da operatori diversi.

**Postura, propriocezione e forza** sono aspetti di fondamentale importanza per costruire la migliore *performance* e lavorare sui dettagli che possono definire i risultati più ambiti nello sci. Inoltre, avere a disposizione *report* oggettivi effettuati in più fasi del carico di allenamento, permette di definire **punti di forza e debolezza** dell'atleta e, dunque, di agire in modo mirato anche sulla **riatletizzazione** in fase di recupero da eventuali infortuni come nel nostro caso, di post-ricostruzione di LCA destro. Sia i *report* oggettivi sia gli esercizi funzionali risultano utili



Training funzionali su D-WALL per Carlotta Da Canal.

sia nella fase di preparazione sia in quella di riatletizzazione, proprio per verificare l'andamento del percorso dell'atleta; la valutazione

oggettiva e tecnologica consente di costruire la *performance* e affrontare gli infortuni con maggiore consapevolezza.



Da sinistra, Roberto Russo (responsabile della fisioterapia del Centro Move Different Aosta). Al centro l'azzurra Carlotta Da Canal. A destra, Andres Olivera, personal trainer del Centro.

## La gestione dell'infortunio

Entrando nello specifico, analizziamo il *case report* della campionessa azzurra **Carlotta Da Canal**, la valdostana della Nazionale che segue costantemente un percorso di costruzione della *performance* con la tecnologia valutativa dei **sistemi TecnoBody** presso il **Centro Move Different di Aosta**. Carlotta ha subito una lesione al legamento crociato anteriore destro durante la fase di discesa su pista. In seguito all'intervento di ricostruzione e ai primi momenti di terapia della fase acuta, Carlotta ha

intrapreso un percorso di riabilitazione e test funzionali per il ritorno alla *performance* sulla base di un'oggettivazione delle capacità prestative.

## I test stabilometrici

Durante la postura eretta, le regolazioni del corpo vengono eseguite continuamente dal sistema neuromuscolare per mantenere lo stato di quiete in ortostatismo, cercando di minimizzare il costo energetico. Il metodo più efficace per verificare il controllo posturale è la **valutazione degli spostamenti del centro di pressione (COP)**. L'utilizzo di sistemi stabilometrici è

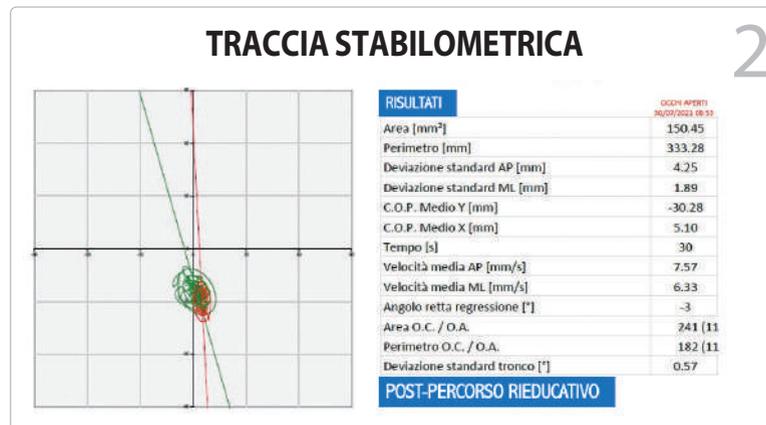
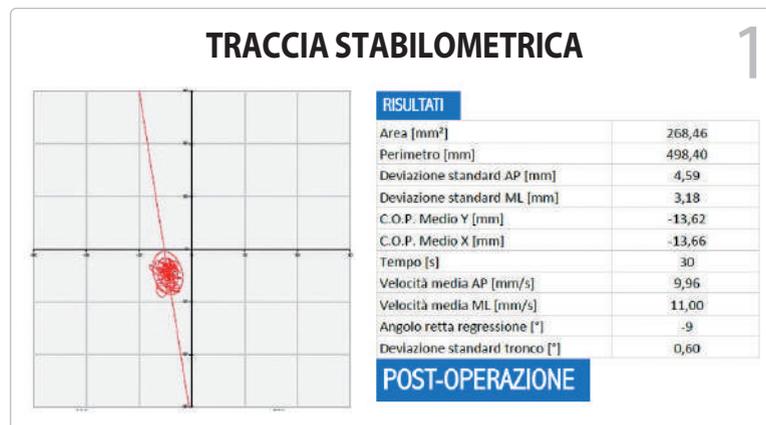
diventato nel tempo utile per oggettivare gli spostamenti del COP durante prove in stazione eretta, ripetute prima o dopo un *training* (o percorso riabilitativo) oppure in situazioni dinamiche, come ad esempio movimenti di semi-squat o affondi. Il sistema *ProKin 252* di **TecnoBody** (**foto A**) è utile proprio per un'accurata valutazione propriocettivo-stabilometrica e vede il sistema meccanico e quello elettronico della stabilità a 50 livelli

**Figura 1**  
Test di stabilità post-operazione.

**Figura 2**  
Test di stabilità alla fine del percorso riabilitativo.



Training sul sistema ProKin 252.



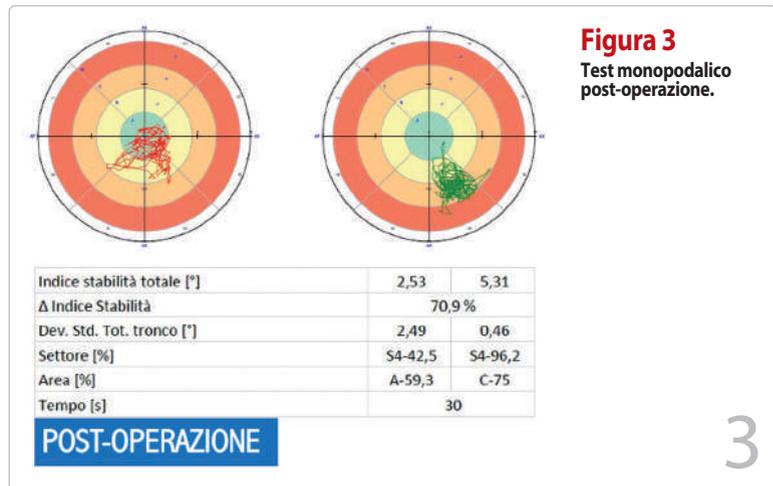
collegati al *software* per un controllo del gesto con riscontro in tempo reale. Nel *case report* sottostante l'atleta è stata valutata in diverse situazioni:

1. stazione eretta in condizione di quiete con occhi aperti;
2. equilibrio monopodalico comparato;
3. analisi del cammino;
4. analisi del salto contromovimento.

Come si può notare, i test di stabilità post-operazione (**figura 1**) hanno dimostrato un risultato peggiorativo sia in termini di area, sia di velocità media e posizionamento. Osservando la traccia stabilometrica, nella prova post-operazione, la traccia rossa è spostata verso sinistra, ovvero un meccanico di compenso protettivo opposto al lato controlaterale leso (destra). A fine del percorso rieducativo (**figura 2**), come si può vedere facilmente, la traccia rossa si è ripositionata medialmente verso la posizione centrale, evidenziando quindi un'ottima gestione del carico tra i due arti e migliorando (riducendo) il dato di area (miglior controllo e stabilità).

## Equilibrio monopodalico

Dopo aver concluso i test statici, si è deciso di passare all'esecuzione dei test di equilibrio dinamico. Nello specifico eseguendo il test di equilibrio monopodalico comparato destro e sinistro.



**Figura 3**  
Test monopodalico post-operazione.

3



**Figura 4**  
Test monopodalico alla fine del percorso rieducativo.

4

Tra i dati più importanti presi in considerazione, il focus principale è stato a quello riguardante l'indice di instabilità totale (misurato in gradi), il delta percentuale di differenza tra arto destro e sinistro e il posizionamento della traccia. Come si può verificare nel test post-operazione (**figura 3**), la traccia verde dell'arto leso (destra), è totalmente spostata verso una posizione laterale esterna, ovvero di supinazione. Il controllo propriocettivo dell'arto *in toto* si dimostra in difficoltà a mantenere

l'equilibrio in posizione centrale e l'indice di instabilità totale raggiunge i 5,31°. Nello specifico, la differenza in percentuale del delta tra arto sinistro e destro è molto elevata, 70,9%. Dopo un opportuno periodo di riabilitazione e successiva rieducazione, si può osservare come a fine percorso (**figura 4**) la traccia si sia centrata verso la zona verde, riducendo di conseguenza il risultato di instabilità totale, passando da 5,31° a 1,33°. Anche il delta percentuale migliora di molto, passando dal 70,9% al 22,7%.

Il controllo propriocettivo e di equilibrio crescono non solamente sull'arto lesso, ma anche sul controlaterale sano, perfezionando *in toto* la performance del soggetto.

## Gait Analysis

Il **test di cammino** è stato eseguito sul *treadmill Walker View* (**foto B e C**), il quale grazie alla camera 3D integrata, alle 8 celle di carico poste sotto al nastro e al *software* che interagisce con l'utente e l'operatore, permette di ottenere report completi di **gait e run analysis**. Come si può notare dalle **figure 5 e 6**, il test conferma con un triangolo rosso la presenza di una simmetria

fortemente alterata e nello specifico:

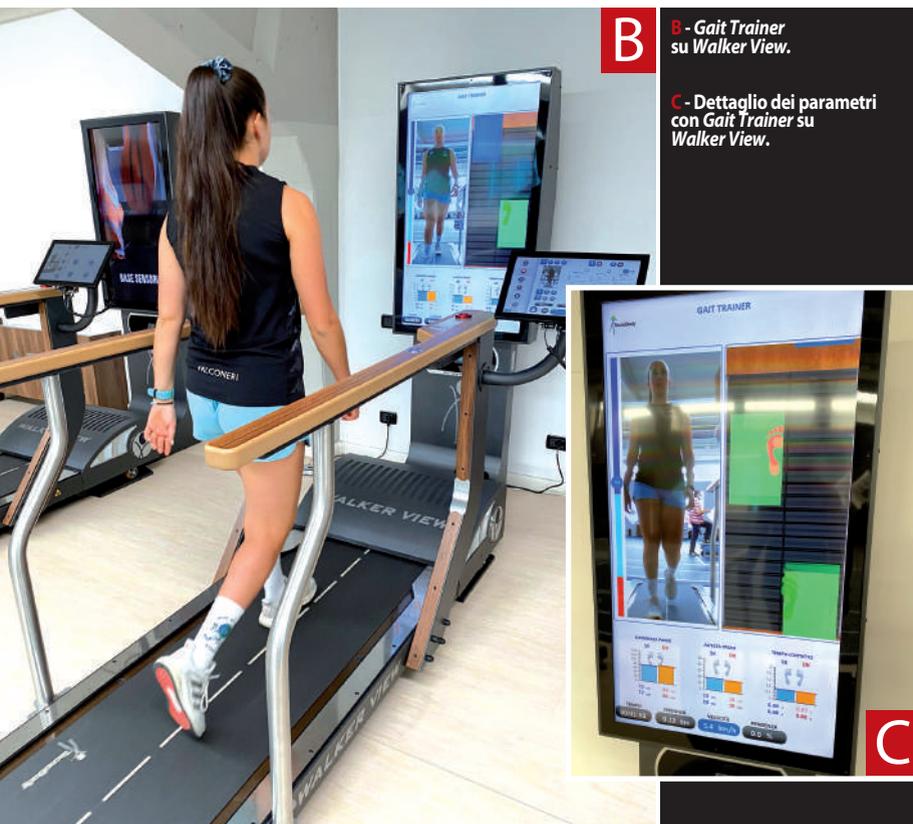
1. il ginocchio lesionato (dx) dimostra un'eccessiva flessione nel momento di contatto con il piede a terra (ROM ancora ridotto e difficoltà generale e ripristinare il corretto schema motorio del *pattern*);
2. la simmetria del carico è eccessivamente spostata verso l'arto destro, nello specifico dell'8,3%;
3. la velocità raggiunta è di 4,3 km/h, più lenta rispetto a quella abituale di Carlotta (5,6 km/h).

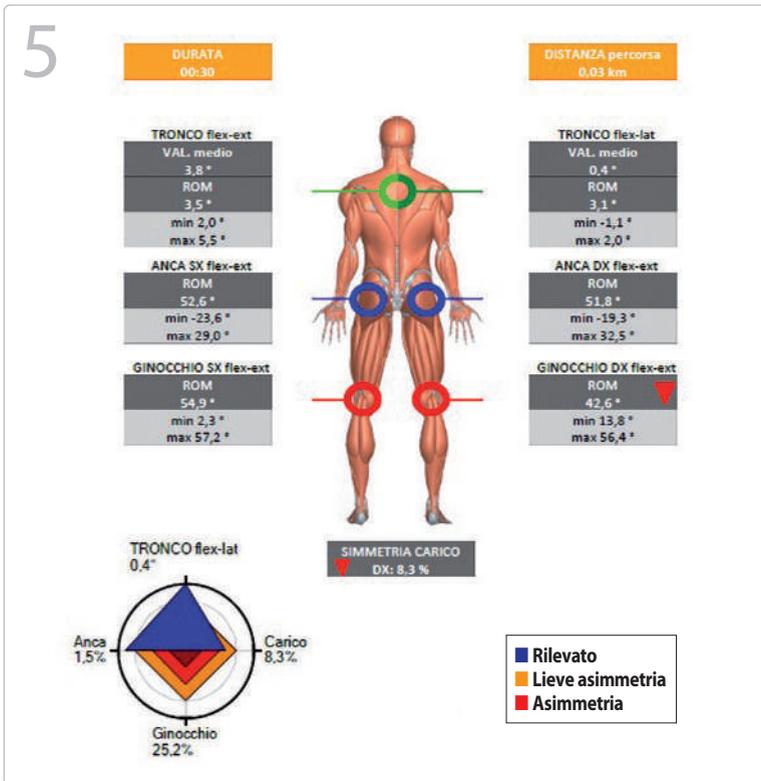
Come si può valutare nell'*immagine 6*, il test a fine percorso rieducativo ha portato

a miglioramenti significativi della *gait analysis*, nello specifico: il ginocchio destro guadagna ROM totale e soprattutto rimane meno flesso durante l'accettazione del carico. Vi sarà comunque ancora del lavoro da svolgere in modo che possa guadagnare un ROM il più simile possibile a quello del controlaterale sinistro sano. La percentuale di simmetria del carico destro passa dal 8,3% al 4,7%. La velocità confortevole auto-selezionata aumenta, raggiungendo i 5,6 km/h.

## Counter movement jump

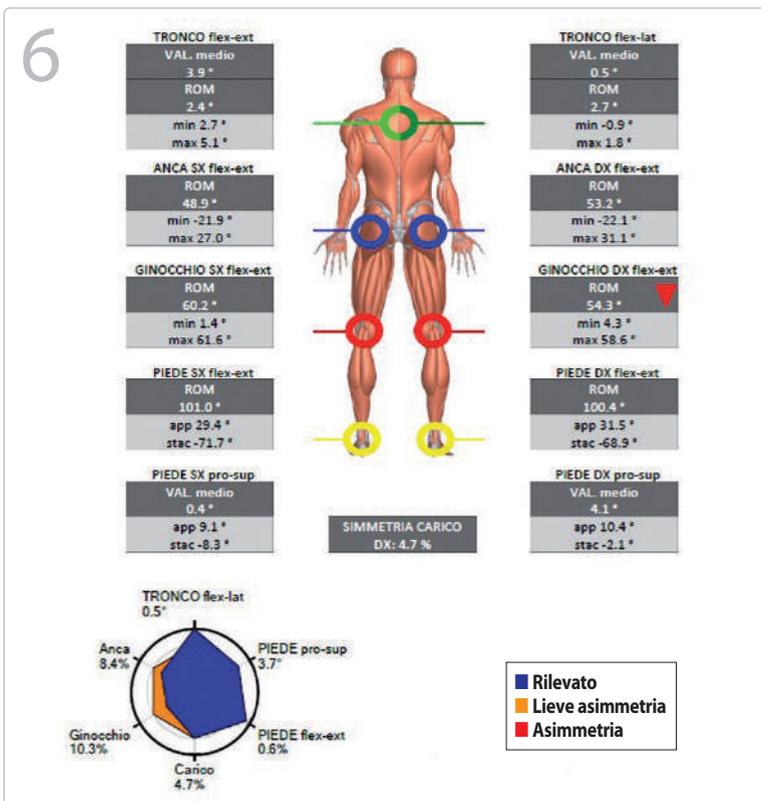
Attraverso l'utilizzo dello specchio digitale **D-WALL** l'atleta è stato analizzato nello svolgimento dello CMJ. Nell'immagine a sinistra (**figura 7**) si possono leggere i valori del salto CMJ eseguito prima dell'infortunio, sia in termini di dati numerici sia relativi al grafico con cinematica rappresentante forza e altezza durante il salto. Analizzandoli, risulta chiaro il *gap* di differenza: nello specifico pre-infortunio Carlotta saltava 37 cm, nel post-operazione 27 cm (**figura 8**). Anche per ciò che riguarda i valori degli altri dati, si può notare una diminuzione dei valori, nello specifico quelli riferiti a forza massima (N), potenza assoluta massima (W), tempo di volo e potenza massima relativa (W/kg). È importante specificare che nell'esecuzione del test post-operazione lo svolgimento della prova è stato volutamente reso





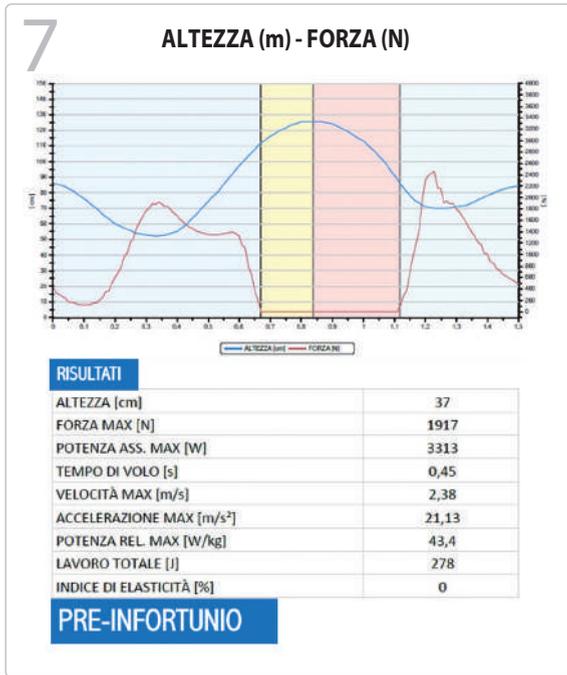
meno restrittivo, in quanto si è preferito mantenere un approccio più conservativo, soprattutto durante le prime settimane, senza richiedere all'atleta la massima *performance*. Conoscendo questo particolare, infatti, si può notare nel grafico post-operazione, che la linea rossa in riferimento alla forza (N) rimane più bassa rispetto al salto pre-infortunio, stando a significare una diminuzione della forza eccentrica registrata sulla pedana poco prima del salto (esecuzione specifica del contromovimento).

Analizzando più nel dettaglio il comportamento del centro di pressione (COP), durante fase di salita (spinta) e discesa (atterraggio), si può osservare distintamente che nel test pre-infortunio (**figura 9**) Carlotta riusciva a gestire lo spostamento del COP risultando mediamente equiparata e centrale. Al contrario, nel salto post-operazione gestiva di più lo spostamento del COP nel pre-salto (salita) spostandosi a sinistra e ricadendo sul lato destro lesa durante l'atterraggio (discesa - **figura 10**). Attraverso questi dati il preparatore può "educare" non solo l'aspetto condizionale, bensì anche quello tecnico della componente del salto, monitorando l'andamento attraverso il *follow-up*.



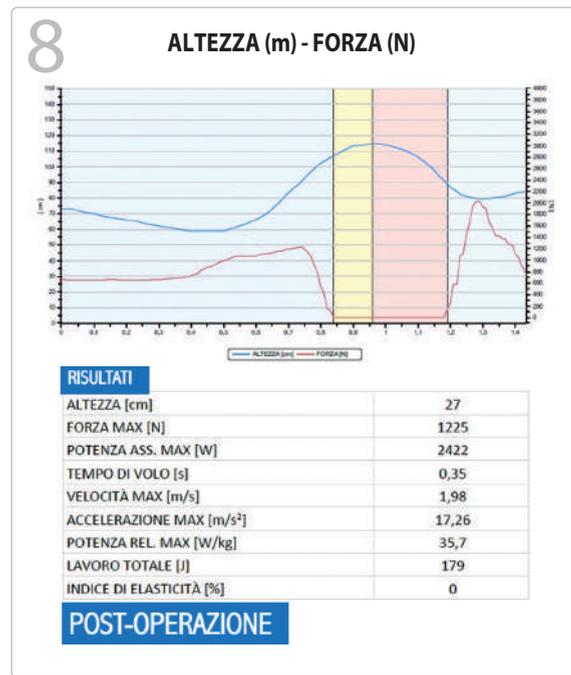
**Figura 5**  
Gait Analysis post-operazione.

**Figura 6**  
Gait Analysis alla fine del percorso riabilitativo.



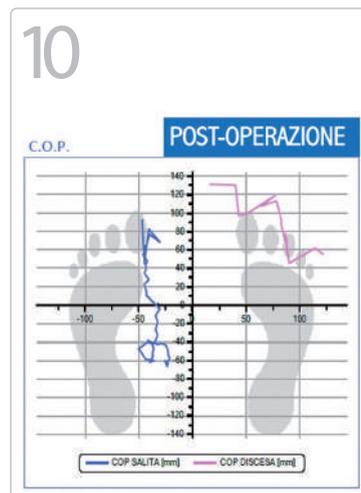
**Figura 7**  
Valori del CMJ prima dell'infortunio.

**Figura 8**  
Valori del CMJ dopo l'infortunio.



**Figura 9**  
COP pre-infortunio.

**Figura 10**  
COP post-operazione.



## Conclusioni

L'utilizzo della tecnologia con *bio-feedback* oggettivo e dati in tempo reale permette al preparatore e al terapeuta di avere sempre disponibile una fotografia dell'atleta nei propri punti di forza e debolezza, specialmente nel recupero post-infortunio.

Ciò risulta indispensabile per individuare le situazioni su cui intervenire mediante terapie, recupero e *training* specifico che non lasci nulla al caso. Ogni millimetro, istante, minima alterazione di applicazione di forza e infinitesimo di secondo può giocare insieme alla concentrazione un ruolo fondamentale nella prestazione in gara e il *focus* con riscontro scientifico è oggi fondamentale per conoscere tutto ciò nell'atleta. Le moderne tecnologie presenti attualmente sul mercato risultano di fondamentale importanza per i professionisti, in modo da valorizzare la professionalità di preparatori e terapisti, applicabili per accompagnare i talenti di ogni disciplina sportiva in un percorso preciso e mirato ai migliori traguardi. ■