

La tecnologia a supporto della fisioterapia in seguito a stabilizzazione chirurgica di caviglia nell'atleta agonista di calcio

Valutazione strumentale e trattamento riabilitativo con tecnologia TecnoBody

Le lesioni del complesso piede-caviglia in seguito a episodi distorsivi sono tra gli infortuni più frequenti riportati sia nella popolazione comune sia, in modo ancor più significativo, negli atleti amatoriali e professionisti. In particolare le strutture maggiormente coinvolte in questo genere di dinamica traumatica sono i **complessi legamentosi di caviglia**, mediale o laterale a seconda della direzione della distorsione. Poiché un primo episodio distorsivo è uno dei principali fattori di rischio alla base di un'eventuale recidiva, è molto frequente che il fenomeno si ripeta più volte, con

Le lesioni del complesso piede-caviglia in seguito a episodi distorsivi sono tra gli infortuni più frequenti riportati sia nella popolazione comune sia, in modo ancor più significativo, negli atleti amatoriali e professionisti. In questo articolo vengono trattati alcuni test funzionali delle skill motorie eseguiti con un atleta, calciatore, che riporta un'instabilità cronica di caviglia. L'obiettivo è stato quello di fotografare la situazione post-intervento chirurgico di ricostruzione del comparto legamentoso laterale della caviglia a seguito di distorsione e sviluppare un iter di recupero motorio e riatletizzazione funzionale al rientro alla performance ottimale. I test e l'iter sono stati gestiti con il supporto del team di fisioterapisti e chinesiolegisti del Centro Move Different di Rimini.

abstract



Stefano Lombardi

- Fisioterapista presso il centro MD (Move Different) di Rimini.
- Master in Fisioterapia Sportiva presso l'Università degli Studi di Pisa.

Davide Mazzoli

- Direttore del centro MD Rimini.
- Direttore clinico di TecnoBody.

Marco Fravisini

- Medico Chirurgo Ortopedico.
- Dipartimento di Chirurgia Ortopedica Sol et Salus.

conseguente incremento dei danni arrecati al complesso legamentoso e progressivo sviluppo di un quadro di **instabilità cronica di caviglia** (*Chronic Ankle Instability, CAI*) in quasi il 40% della popolazione interessata.

La gestione conservativa grazie alla fisioterapia rappresenta l'intervento di prima linea per il trattamento di questa problematica. Tuttavia, in caso di danni strutturali importanti segnalati dalle indagini strumentali, dolore frequente e deficit funzionali severi (rigidità, debolezza, sensazione di instabilità), la sola riabilitazione può non essere sufficiente alla piena risoluzione del problema. Tale affermazione è valida maggiormente nei soggetti sportivi, quando le richieste motorie sono solitamente elevate per volume e intensità. In queste situazioni il trattamento chirurgico è indicato e l'attuale *gold standard* è rappresentato dalla tecnica Brostrom-Gould, una tecnica di riparazione anatomica basata sulla ricostruzione dei legamenti lesionati.

Presentazione del caso clinico

Il paziente di cui parleremo è un **atleta agonista di calcio a undici di 20 anni**, che in anamnesi remota riferisce numerosi episodi di distorsione di caviglia sinistra in inversione. Tali eventi traumatici recidivanti hanno portato a un quadro di instabilità cronica di caviglia (CAI), con dolore frequente durante la pratica sportiva associato a un'importante sensazione di insicurezza. La severità dei sintomi e l'inefficacia della gestione conservativa hanno condotto alla decisione di eseguire l'intervento chirurgico di ricostruzione del comparto legamentoso laterale. In particolare è stata eseguita la **tecnica Brostrom-Gould con aggiunta di Internal Brace**, un supporto interno

di ancoraggio che garantisce maggior stabilità alla struttura riparata consentendo di velocizzare i tempi di recupero. Il paziente si è così potuto presentare alla valutazione iniziale a 20 giorni dall'operazione indossando un tutore bivalva, dopo aver rimosso una doccia gessata che immobilizzava l'articolazione e limitava il carico sull'intero arto.

La valutazione strumentale iniziale

La valutazione strumentale funge da importante supporto all'esame obiettivo ed è finalizzata ad indagare le competenze motorie dell'atleta nelle differenti fasi del percorso riabilitativo. Per tale motivo anche i test eseguibili differiscono secondo la fase di trattamento: un esempio sono quelli di salto, ovviamente non attuabili a pochi giorni dall'operazione ma fondamentali in fase avanzata.

Nel momento iniziale i test sono stati perciò la **gait analysis su treadmill Walker View (foto A)** e i **test sulla pedana Prokin 252**, nello specifico le valutazioni stabilometriche e propriocettive in condizioni di pedana stabile e dinamica.



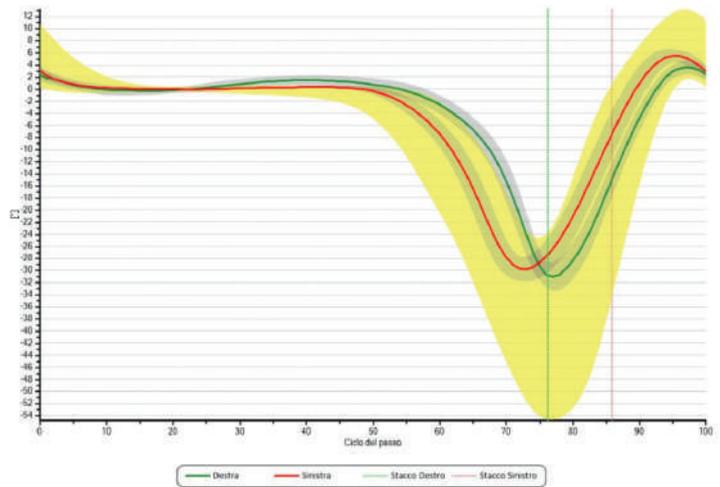
Foto A
L'atleta durante la gait analysis su Walker View.

La *gait analysis* ci permette di indagare quanto l'intervento influenzi l'espressione della funzione cammino fin dalle prime fasi post-operatorie. I parametri restituiti sono numerosi: dati e grafici di cinematica relativi a tronco e arti inferiori, parametri spazio-temporali, valori di distribuzione del carico al suolo.

In particolare la prima valutazione evidenzia come la **mobilità di caviglia sul piano sagittale, planti- e dorsi-flessione**, sia fin da subito adeguata in relazione ai valori di normalità e a quelli espressi dal controlaterale. Anche la distribuzione del carico è valida con una differenza di solo 1,5% in favore del lato sano, ma va considerato come questo dato sia agevolato dall'esecuzione della prova con gli arti superiori in appoggio a riprodurre l'attuale condizione di carico concessa (cammino con una sola stampella). Nella **figura 1** il grafico della flessione-estensione dei piedi.

Il sistema Prokin 252 è invece fondamentale per l'inquadramento delle **capacità propriocettive e di equilibrio** del paziente. Ciò è possibile grazie a una pedana sensorizzata con celle di carico in grado di rilevare lo spostamento del centro di pressione durante le prove svolte, il tutto sia in condizione di pedana stabile sia, volendo, di pedana dinamica tramite la possibilità di regolare il grado di instabilità della stessa.

In prima valutazione si eseguono il **test stabilometrico bipodalico occhi aperti/occhi chiusi** per valutare la stabilità generale del soggetto e il **test propriocettivo comparato**, ovvero un test di mobilità di caviglia eseguito unilateralmente performando delle circonduzioni con piede appoggiato sulla pedana in condizione dinamica. Questo secondo test risulta particolarmente interessante per la possibilità di valutare la mobilità attiva del distretto piede-caviglia su un movimento complesso (la circonduzione) con carico parziale applicato. La posizione di esecuzione del test è infatti in appoggio asimmetrico con il piede valutato sulla pedana e il piede non valutato collocato posteriormente sulla parte stabile che la circonda.



2

Figura 1
Grafico della flessione-estensione dei piedi evidenziata su Walker View in associazione con F-Sensors.

Figura 2
Grafico del test stabilometrico su Prokin 252.

In quest'ultima prova il paziente ha riconfermato la buona mobilità osservata nell'analisi del cammino, con valori validi e simmetrici. Nel test stabilometrico invece si sono riscontrati valori insufficienti dei parametri fondamentali di *area* e *perimetro* tracciati dalle oscillazioni del centro di pressione in entrambe le condizioni indagate (occhi aperti in rosso e occhi chiusi in verde - **figura 2**). Inoltre va segnalato un minimo-moderato *shift* laterale verso destra rispetto all'asse centrale, indice di evitamento dell'emispazio sinistro per una confidenza al carico ancora non completamente recuperata anche in condizione statica (seppur senza appoggio degli arti superiori).

Il trattamento riabilitativo

Come in tutte le procedure ortopediche per un esito ottimale è fondamentale l'esecuzione di un protocollo riabilitativo post-operatorio che segua le attuali linee guida, senza dimenticarsi di renderle *tailored*, ovvero perfettamente adattate alle esigenze specifiche del singolo paziente.

In seguito a una fase iniziale di limitazione del carico e della mobilità di caviglia funzionale alla protezione del tessuto in guarigione, gli obiettivi riabilitativi da raggiungere sono:

1. **piena mobilità articolare** – il recupero deve interessare ovviamente i movimenti su tutti i piani con attenzione particolare posta sul movimento di inversione, il più stressante per i tessuti riparati. Va considerato anche il differente stress meccanico che si genera nell'eseguire la mobilità a piede libero rispetto a ciò che si verifica a piede in carico; un esempio di mobilità in carico è l'automobilizzazione in dorsiflessione da posizione di affondo, eseguibile anche su Prokin 252 per integrare la mobilità con *feedback* relativi alla traslazione di carico postero-anteriore che si verifica durante questo esercizio;
2. **recupero della forza della muscolatura distrettuale e generale dell'intero arto inferiore** – la priorità va ovviamente data alla muscolatura del distretto piede-caviglia, ma non si deve trascurare il resto dell'arto inferiore decondizionato dalla limitazione temporanea del carico imposta dalle indicazioni chirurgiche post-operatorie. Per i muscoli di piede e caviglia il rinforzo viene introdotto partendo da contrazioni isometriche a bassa intensità e solo successivamente si incrementa l'intensità e si introducono modalità di contrazione differenti;
3. **retraining del cammino** – di fondamentale importanza è il rapido recupero di un cammino funzionale, privo di compensi che se non corretti possono perdurare nel tempo. In questo il sistema Walker View è ovviamente di grandissimo supporto, grazie ai numerosi *biofeedback* che è in grado di restituire in tempo reale per permettere al paziente di comprendere al meglio l'errore e intervenire immediatamente sulla sua correzione;
4. **recupero delle competenze propriocettive e di equilibrio** – il training propriocettivo ricopre un ruolo fondamentale, poiché le

lesioni legamentose alla base del CAI hanno tra le conseguenze più rilevanti la perdita di informazioni propriocettive provenienti da questo distretto. Diventa perciò necessario riallenare questa competenza sensoriale e la corretta progressione vede l'introduzione di esercizi su superficie piana e stabile per passare in un secondo momento a superfici instabili. Con l'ausilio della Prokin 252 (**foto B**) il paziente ha la possibilità di quantificare in modo oggettivo anche la sua performance propriocettiva, impostando di conseguenza un lavoro perfettamente adeguato per grado di complessità;

5. **reinserimento nel contesto sportivo dalla pratica in allenamento fino alla gara ufficiale** – questo obiettivo prevede la reintroduzione sia delle componenti atletiche sia dei gesti tecnici specifici coerenti con il modello prestativo dello sport praticato dall'atleta. Esempi di ciò in fase riabilitativa avanzata sono la ripresa della corsa, l'allenamento pliometrico o il *resistance training*; le finalità di tale lavoro sono molteplici. Un intervento adeguatamente strutturato permette infatti di ridurre il rischio di eventuali complicazioni per il distretto operato e anche di problematiche di natura differente attribuibili al decondizionamento che si potrebbe presentare in caso di cattiva gestione del percorso riabilitativo. Il ritorno allo sport è solitamente stimato in 12-16 settimane.

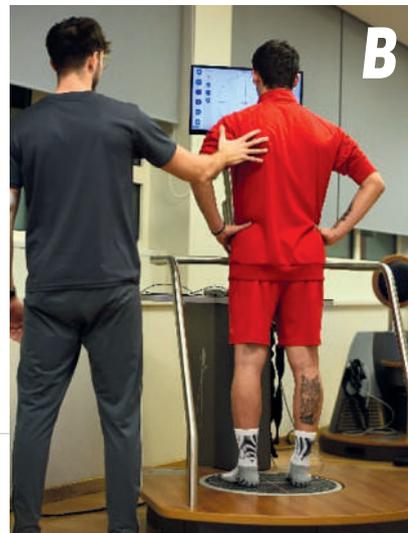


Foto B
Un esempio di test di equilibrio bipodalico eseguito su ProKin 252.

Foto C
Il D-WALL.

Foto D
Test di salto su D-WALL.

La rivalutazione strumentale

A 40 giorni dall'operazione il primo periodo riabilitativo è completato e si ripetono nuovamente i **test di valutazione strumentale**. Si pone ovviamente l'attenzione sul test stabilometrico (nella **figura 3** i valori del test a inizio e fine del percorso riabilitativo), l'unico che nell'avvio del percorso aveva prodotto risultati insufficienti. La nuova prova ci mostra miglioramenti significativi in entrambe le condizioni indagate (occhi aperti e occhi chiusi) e per tutti i valori fondamentali. Inoltre si segnala un miglioramento anche dello *shift* laterale destro del centro di pressione rilevato in valutazione iniziale, ora totalmente corretto in favore di una posizione maggiormente centrata sull'asse longitudinale del planare stabilometrico. L'esame stabilometrico può essere adesso integrato con indagini che vanno a testare capacità di equilibrio e proprioccezione anche in condizioni complesse, come l'appoggio monopodalico o la pedana dinamica. Perciò la valutazione delle capacità propriocettive dell'atleta è stata integrata con i **test di equilibrio bipodalico (figura 4) e monopodalico**, entrambi testati su pedana dinamica. L'esito è stato subito di valori di performance già simmetrici tra i due lati, riconfermando la bontà del percorso riabilitativo svolto.

I test di salto

Una sezione a parte è dedicata ai test di salto. La loro importanza come strumento di quantificazione della stabilità, della capacità di assorbimento delle forze e più in generale della potenza è indiscutibile, soprattutto per un atleta come il calciatore. E il ruolo della caviglia nella possibilità di esprimere i massimi valori

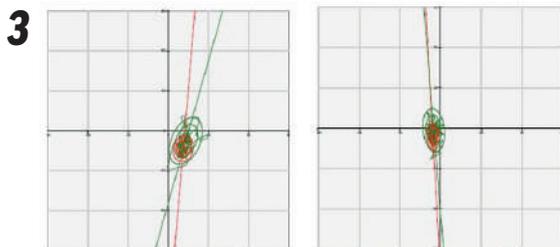


di potenza non deve essere trascurato. Per tale motivo è assolutamente necessario inserire **più sessioni di valutazione e rivalutazione** durante il percorso riabilitativo in seguito a un intervento di stabilizzazione chirurgica di caviglia. Nello svolgimento di tale monitoraggio ci viene in aiuto il **D-WALL (foto C e D)**, sistema di training e valutazione dotato di una pedana sensorizzata con celle di carico posta davanti a un monitor collegato a una telecamera volumetrica. La combinazione di questi sensori ci permette di raccogliere durante l'esecuzione dei test di salto tutti i dati fondamentali di questo gesto tecnico: altezza di salto, tempo di volo, forza e potenza espresse, cinematica degli arti inferiori, o ancora la distribuzione del carico al suolo sia in fase di spinta sia in fase di atterraggio. Nella **figura 5** i risultati del test di salto su D-WALL. Il nostro atleta è stato sottoposto in due differenti momenti, a 60 e a 90 giorni dall'operazione, ai seguenti test:

1. *Squat Jump* (S);
2. *Counter Movement Jump* (CMJ);
3. *Counter Movement Jump Free Arms* (CMJ Free Arms);
4. *Squat Jump* monopodalici;
5. *Counter Movement Jump* monopodalici.

Figura 3

Test stabilometrico a inizio e fine del percorso riabilitativo.



4 **Figura 4**

Grafico del gomito risultante e risultati del test di equilibrio bipodalico.



Figura 5
I risultati del test di salto su D-WALL.



RISULTATI	
ALTEZZA [cm]	41
FORZA MAX [N]	1799
POTENZA ASS. MAX [W]	3334
TEMPO DI VOLO [s]	0,48
VELOCITÀ MAX [m/s]	2,37
ACCELERAZIONE MAX [m/s ²]	14,67
POTENZA REL. MAX [W/kg]	48,0
LAVORO TOTALE [J]	279

5

I salti in appoggio bipodalico avevano mostrato già nella prima batteria di test valori nella media in rapporto ai dati normativi per età e categoria di sport praticato, con adeguato incremento dell'altezza del salto nel passaggio da SJ a CMJ e da CMJ a CMJ Free Arms. L'incremento di questo parametro espresso in percentuale viene definito come indice di elasticità nel CMJ per esprimere l'introduzione del ciclo di allungamento-accorciamento e come indice di coordinazione nel CMJ Free Arms per esprimere l'introduzione degli arti superiori con ruolo attivo. A 90 giorni, durante la seconda sessione valutativa, si è registrato un positivo aumento di tutti i parametri. In particolare, relativamente all'altezza di salto:

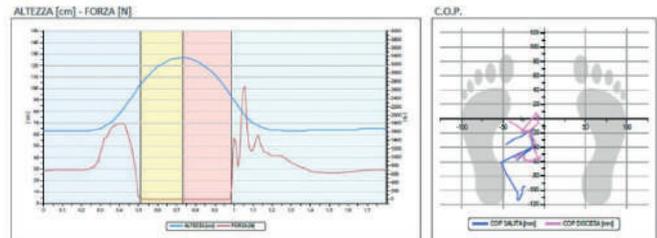
1. nello SJ abbiamo *pre* 41 cm e *post* 45 cm;
2. nel CMJ abbiamo *pre* 50 cm e *post* 57 cm;
3. nel CMJ Free Arms abbiamo *pre* 56 cm e *post* 66 cm.

Relativamente invece ai **test di salto in appoggio monopodalico**, questi avevano mostrato in prima valutazione a 60 giorni valori già simmetrici per l'altezza di salto nello SJ, mentre il CMJ ha prodotto una differenza moderata con 42 cm per l'arto sano e 39 cm per l'arto operato. La seconda valutazione a 90 giorni, come per i salti in bipodalica, ha confermato un miglioramento con valori cresciuti in tutti i test. Particolarmente

6

RISULTATI	SX	DX
ALTEZZA [cm]	39	42
FORZA MAX [N]	1210	1339
POTENZA ASS. MAX [W]	2282	2516
TEMPO DI VOLO [s]	0,36	0,41
VELOCITÀ MAX [m/s]	2,10	2,18
ACCELERAZIONE MAX [m/s ²]	16,02	14,38
POTENZA REL. MAX [W/kg]	32,7	36,1
LAVORO TOTALE [J]	264	284
INDICE DI ELASTICITÀ [%]	0,52	9,96

RISULTATI	SX	DX
ALTEZZA [cm]	46	46
FORZA MAX [N]	1345	1314
POTENZA ASS. MAX [W]	2708	2455
TEMPO DI VOLO [s]	0,42	0,44
VELOCITÀ MAX [m/s]	2,23	2,34
ACCELERAZIONE MAX [m/s ²]	17,54	18,73
POTENZA REL. MAX [W/kg]	38,3	34,7
LAVORO TOTALE [J]	318	316
INDICE DI ELASTICITÀ [%]	12,13	15,23



positivo è ovviamente anche l'incremento della simmetria nel CMJ, indice di un recupero di potenza e fiducia nell'arto operato. I valori registrati sempre per l'altezza di salto sono stati:

1. nello SJ monopodalico abbiamo nel *pre* 37 cm a destra e 38 cm a sinistra, mentre nel *post* 39 cm a destra e 40 cm a sinistra;
2. nel CMJ monopodalico abbiamo nel *pre* 42 cm a destra e 39 cm a sinistra, mentre nel *post* 46 cm a destra e 46 cm a sinistra.

I risultati nella **figura 6**.

Conclusioni

Il percorso riabilitativo in seguito a intervento chirurgico di stabilizzazione di caviglia tramite ricostruzione legamentosa necessita di attenta pianificazione delle sue differenti fasi. I **target riabilitativi** sono numerosi e una **corretta progressione** nel raggiungimento degli stessi è possibile solo tramite un piano di valutazione e rivalutazione ben strutturato.

Alle pratiche valutative tradizionali si affianca così in modo estremamente proficuo la tecnologia e ne sono un ottimo esempio i **dispositivi TecnoBody**, che garantiscono la possibilità di ottenere **dati affidabili e in tempi brevi** relativamente a numerose competenze motorie. Il paziente tramite costante monitoraggio lavora in maggior sicurezza ed è agevolato nel comprendere il proprio stato motorio e le proprie capacità di movimento, aspetto fondamentale per rendere il percorso di cura rapido ed efficace. ✨

Figura 6
I risultati comparati tra test di salto a inizio e fine percorso.

75